

Les régions biogéographiques de la Suisse

État 2022



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Les régions biogéographiques de la Suisse

État 2022

Impressum

Editeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Yves Gonseth et Luna Sartori (CSCF)

Avec la collaboration de Christophe Bornand et Andreas Gygax (info flora).

Référence bibliographique

OFEV (éd.) 2022 : Les régions biogéographiques de la Suisse.

1^{re} édition actualisée 2022. 1^{re} parution 2001.

Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 2214 : 28 p.

Mise en page

Funke Lettershop AG

Photo de couverture

Vue sur la région de l'objet IFP 1706 Berner Hochalpen und Aletsch-Bietschhorn-Gebiet (partie sud).

© Office fédéral de l'environnement (OFEV)

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-2214-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand.

La langue originale est le français.

1^{re} édition actualisée 2022. 1^{re} parution 2001.

© OFEV 2022

Table des matières

Abstracts	5	Annexe 1 Critères de sélection et détails des données de faune	21
Avant-propos	6	Annexe 2 Faune	22
1 Introduction	7	Annexe 3 Flore	24
2 Méthode	9	Annexe 4 Faune (sans espèces rares)	26
2.1 Choix de taxons	9	Annexe 5 Cinq grands bassins versants	28
2.2 Traitement préliminaire de l'information	10		
2.3 Matrices d'espèces	10		
2.4 Analyse statistique	10		
2.4.1 Matrices de dissimilarité	10		
2.4.2 Clustering	11		
2.5 Représentation cartographique des résultats	11		
2.6 Découpage final et lissage	11		
2.7 Présentation des résultats	12		
2.7.1 Limites Jura – Plateau	12		
2.7.2 Limites Plateau – Versant Nord des Alpes	13		
2.7.3 Limites Versant sud des Alpes – Alpes internes	13		
2.7.4 Limites Versant nord des Alpes – Alpes internes	13		
2.7.5 Limites Alpes internes occidentales et orientales	14		
3 Discussion des résultats et solutions proposées	15		
4 Les régions biogéographiques	16		
4.1 Découpage définitif de premier niveau	16		
4.2 Découpage de second niveau	16		
4.3 L'altitude : un facteur complémentaire de stratification	17		
4.4 Les données numérisées	18		
5 Remerciements	19		
6 Bibliographie	20		

Abstracts

The biogeographical divisions presented in this report are derived from purely statistical data based on flora and fauna distribution patterns. The borders of these divisions are determined by the boundaries of the catchment areas. As in the previous version of this report (Gonseth et al. 2001), Switzerland has been divided into six regions. However, there have been some changes at regional level with regard to the allocation; this narrower, second-level division now comprises twelve regions.

Les divisions biogéographiques présentées ici sont établies sur la base de données purement statistiques et reposent sur des modèles de répartition floristiques et faunistiques. Leurs limites se basent sur les limites des bassins versants. Comme dans la version précédente (Gonseth et al. 2001), la Suisse a été divisée en six régions. Au niveau régional, il y a eu quelques changements dans l'allocation. La division plus fine comprend désormais douze régions.

Die hier vorgestellten biogeografischen Abgrenzungen unterliegen einem rein statistischen Gliederungsansatz auf der Basis von floristischen und faunistischen Verbreitungsmustern und sind auf die Einzugsgebietsgrenzen aggregiert. Die in der Erstausgabe (Gonseth et al. 2001) vorgenommene Grundeinteilung der Schweiz in sechs Regionen wurde beibehalten. Auf regionaler Ebene wurden gewisse Neueinteilungen vorgenommen. Die Feinunterteilung zählt neu zwölf Regionen.

La presente suddivisione in regioni biogeografiche si basa su dati meramente statistici e su modelli di distribuzione di flora e fauna. I loro margini corrispondono ai limiti dei bacini imbriferi. Come nella versione precedente (Gonseth et al. 2001), la Svizzera è stata suddivisa in sei regioni. A livello regionale, ci sono stati alcuni cambiamenti nell'attribuzione. La suddivisione più fine comprende ora dodici regioni.

Keywords:

Biogeography, biogeographical regions, Switzerland, flora, fauna, nature conservation

Mots-clés :

biogéographie, régions biogéographiques, Suisse, flore, faune, protection de la nature

Stichwörter:

Biogeografie, biogeografische Regionen, Schweiz, Flora, Fauna, Naturschutz

Parole chiave:

biogeografia, regioni biogeografiche, Svizzera, flora, fauna, protezione della natura

Avant-propos

Le premier découpage biogéographique de la Suisse a été réalisé au début des années 2000. Une vingtaine d'années après, basée sur un ensemble de données plus complet et avec l'accent mis sur les frontières naturelles plutôt que politiques, nous disposons d'une division biogéographique révisée reconnue par l'OFEV.

Le territoire de la Suisse n'est pas uniforme, le découpage en régions biogéographiques permet de rassembler dans une entité des espaces dont l'histoire et les caractéristiques écologiques sont semblables voire identiques. Cette classification consolide dans la plupart des cas la classification précédemment définie et l'affine dans certaines régions. La division de la Suisse en régions biogéographiques constitue ainsi un outil important qui permet de mieux tenir compte des spécificités régionales de la flore et de la faune lors d'études écologiques appliquées. Elle contribue également à une meilleure évaluation de la biodiversité et de son évolution, aussi bien dans des régions données qu'au niveau national.

Nous tenons ici à remercier les différents centres de données pour leur travail qui a permis d'aboutir à cette révision des régions biogéographiques de la Suisse.

Franziska Vivica Schwarz, vice-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 Introduction

La communauté d'organismes vivants présente sur un territoire donné est le reflet de l'action conjuguée de très nombreux facteurs. Si certains sont d'ordre écologique – pouvoir de dispersion des espèces, leurs relations de concurrence et leurs réactions face aux conditions géologiques, géomorphologiques et climatiques du milieu – d'autres sont d'ordre historique – aire de distribution des espèces avant et pendant les dernières glaciations, dynamique de leur expansion postglaciaire notamment (De Lattin 1967). Ces derniers sont particulièrement importants pour la Suisse, puisque les trois quarts du territoire national étaient recouverts par les glaciers, il y a 15 000

ans environ. A ces nombreux facteurs se sont en outre ajoutés les effets de l'évolution démographique et technologique des sociétés humaines dont l'influence sur la faune et la flore n'a cessé de se renforcer et de s'étendre avec le temps.

Ces différents facteurs ont pour conséquence que la distribution actuelle des espèces animales et végétales sur le territoire suisse n'est pas homogène. Certaines régions sont plus riches que d'autres en fonction de leur relation avec les principaux axes de migration européens et des conditions plus favorables ou plus variées qui y règnent.

Figure 1

Subdivision de la Suisse en bassins versants 40 km²

Les polygones de bassins versants (BV) au niveau d'agrégation 40 km² (illustré sur le schéma) ont été utilisés comme secteurs unitaires (Office fédéral de l'environnement OFEV, Subdivision de la Suisse en bassins versants). Ces unités présentent une surface plus homogène et leurs limites se basent sur une réalité (bio)géographique plus pertinente que les limites communales.

■ Bassins versants



Ce constat a des implications très claires en écologie appliquée : évaluation de la biodiversité (respectivement de l'évolution de la biodiversité) de régions données, évaluation de la qualité relative de milieux identiques situés dans des régions différentes ou évaluation du statut de liste rouge des espèces par région par exemple. Une évaluation de ces facteurs qui ne tiendrait pas compte des particularités régionales aurait invariablement pour conséquence de privilégier les milieux ou les sites des régions les plus riches au détriment de ceux d'autres régions. Pour éviter cet écueil, il est donc important de disposer d'un découpage du territoire qui rassemble dans une même entité tous les secteurs dont l'histoire et les caractéristiques sont identiques ou très voisines, en d'autres termes de disposer d'un découpage en régions biogéographiques cohérentes. Ce dernier représente un facteur de stratification important de toute campagne nationale d'échantillonnage et de toute analyse des résultats obtenus.

Le premier découpage biogéographique de la Suisse basé sur une analyse statistique de toutes les données floristiques et faunistiques disponibles a été réalisé par le CSCF au début des années 2000 sur demande de l'OFEV. Il propose une division du pays en six et dix régions différentes (Gonseth et al., 2001). Les limites des régions biogéographiques du pays qui émanent de la procédure de révision décrite dans ce rapport ne diffèrent pas fondamentalement de celles proposées en 2001 malgré l'augmentation considérable de quantité et de qualité des données utilisées et malgré le choix différent des unités d'analyse et d'ancrage de leurs limites : aux secteurs Welten et Suter et aux frontières communales ont en effet été préférés les bassins versants partiels à 40 km² (Figure 1) et leurs limites, voire, dans quelques cas, celles des bassins à 2 km².

2 Méthode

2.1 Choix de taxons

Les régions biogéographiques concernant l'ensemble des acteurs du Centre suisse d'information sur les espèces (InfoSpecies), toutes les données ont été initialement considérées dans l'analyse, pour autant qu'elles soient pertinentes et assez couvrantes. Les centres suivants ont finalement fait l'objet d'extractions de données : info fauna, info flora, Vogelwarte et SwissBryophytes (NISM).

info fauna

De la base de données info fauna, les groupes suivants ont été retenus pour l'analyse : Orthoptères, Odonates, Molusques terrestres, Coléoptères Carabidés, Lépidoptères diurnes, Mammifères, Chiroptères, Amphibiens, Reptiles. Une discussion individuelle avec les responsables de chaque groupe a permis un premier tri des espèces (ANNEXE I). L'extraction des données par requête SQL a ensuite mené à l'élimination des espèces invasives/néophytes et à la prise en considération des observations suisses avec une précision supérieure au km². Seules les observations « valides » ont par ailleurs été utilisées. Une table des observations par bassins versants a été exportée pour la suite de l'analyse.

info flora

Les plantes aquatiques et les ptéridophytes ont été exclues de l'extraction. Les observations erronées, d'espèces « cultivées » ou « subsponnées » et de précision inférieure à 2500 m n'ont pas été retenues non plus. Un tri supplémentaire a été réalisé sur la base de la représentativité de la distribution et de l'indigénat des espèces restantes (com. pers. B. Petitpierre, 2018). De la table d'espèces par bassins versants obtenue et codée selon quatre niveaux, seul le niveau 4 (données précises récentes désagrégées) a été retenu. Les données de l'atlas Welten & Sutter (1982) n'ont pas été considérées dans l'analyse finale, les résultats n'étant pas concluants.

SwissBryophytes

Toutes les espèces de bryophytes ont été initialement considérées et extraites selon les critères mentionnés plus haut pour les données info fauna (pas de restriction temporelle ou spatiale). L'extraction a été réalisée de la base de données Pictis (regroupe les données de l'ensemble des centres nationaux de données InfoSpecies) et a fourni une table des coordonnées géographiques pour chaque observation.

Vogelwarte

Une liste de 201 oiseaux nicheurs de Suisse a été fournie par le centre (Communication personnelle H. Schmid, 2018). Les observations concernant ces espèces ont été extraites de Pictis sous la forme d'une table des coordonnées géographiques pour chaque observation.

Les sous-espèces ont été concaténées au niveau de l'espèce pour les données de flore (désagrégation). Elles ont été prises en tant que telles pour les données de faune et de bryophytes. Les nombres d'espèces, d'observations et de bassins versants dans lesquels au moins une information est disponible sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1

Détails des données extraites des quatre centres de données

Le nombre d'observations des données info flora n'est pas connu. Le nombre de bassins versants (BV) indiqué pour chaque groupe correspond au nombre de BV sur les 1074 pour lequel au moins une observation est disponible (Nbre = nombre, sp = espèces).

	Nbre espèces	Nbre observations	BV avec présence sp
Faune (<i>info fauna</i>)	1 291	670 814	1055
Flore (<i>info flora</i>)	2 454	–	1072
Oiseaux (<i>Vogelwarte</i>)	201	86 270	1043
Bryophytes (<i>NISM</i>)	1 050	101 605	1025
Total	4 996	> 858 689	1074

2.2 Traitement préliminaire de l'information

Les données sources émanent de bases de données différentes et présentent ainsi une certaine hétérogénéité de forme. Plusieurs étapes ont été nécessaires pour la préparation des données en vue de la classification.

- Extraction des données des BDDs ORACLE (info fauna/Vogelwarte/NISM) et PostgreSQL (info flora). Le format varie entre espèces/observations par bassins versants (info flora/info fauna) ou coordonnées géographiques des observations (Vogelwarte/NISM) ;
- Création d'une couche de points à partir des tables contenant les coordonnées géographiques des observations dans le logiciel ArcMap selon la procédure Ajout de données XY ;
- Attribution des points aux bassins versant correspondants avec l'outil Intersect et exportation en fichier texte ;
- Construction de quatre matrices d'espèces par BV (présence-absence) dans le logiciel R.

2.3 Matrices d'espèces

L'analyse a été réalisée sur les matrices de données suivantes :

- Faune, flore, avifaune et bryophytes ainsi que sur tous les sous-groupes de faune séparément
- Ensemble des données (faune + flore + avifaune + bryophytes)
- Données excluant les espèces rares (présentes dans 1 à 10 bassins versants)
- Données faune + flore

2.4 Analyse statistique

Le logiciel open source R (R Development Core Team, 2008) a été utilisé pour la classification des bassins versants selon leur composition en espèces en 6 et 10 groupes. L'analyse a été réalisée séparément pour chaque groupe puis pour l'ensemble des données. Cette procédure permet de visualiser l'apport de chaque groupe à l'analyse totale ainsi que de contrôler la présence éventuelle d'erreurs. Afin de garantir la pertinence de l'analyse statistique, trois matrices de dissimilarité (Tableau 2) ainsi que trois algorithmes de regroupement (Tableau 3) ont été systématiquement testés puis comparés.

2.4.1 Matrices de dissimilarité

Les deux premières matrices utilisées suivent la démarche de séparation biogéographique de Wohlgemuth (1996). L'indice de dissimilarité de Jaccard, peu sensible aux double-zéros a été appliqué à la matrice espèces brute. Le coefficient de corrélation de Pearson a été appliqué sur les données espèces normalisées (transformation de chord) pour diminuer la sensibilité aux double-zéros. Afin d'obtenir une matrice de dissimilarité, la matrice de corrélation a tout d'abord été transformée $([1 - Cor]/2)$; Glynn (2005) puis la distance euclidienne a été calculée.

Une troisième approche, proposée par Kreft and Jetz (2010) et basée sur les valeurs de bêta-diversité de Simpson sans transformation des données au préalable, a été testée.

Tableau 2
Détails des trois matrices de dissimilarité utilisées

Matrices de dissimilarité	Application	Particularités
Indice de dissimilarité de Jaccard	Données brutes	Potentiellement sensible à la différence en richesse spécifique (Kreft and Jetz, 2010)
Corrélation de Pearson	Données normalisées (chord)	Utilisation de la transposée du coefficient décrivant la dépendance entre descripteurs pour décrire la relation entre objets (Legendre and Legendre, 1998)
Bêta-diversité (Simpson)	Données brutes	Indice de diversité indiquant la complexité du peuplement

Tableau 3
Détails des trois algorithmes de regroupement appliqués sur les matrices de dissimilarité/les données normalisées

Regroupement	Nom complet	Particularité	Groupes
Ward	Ward's minimum variance clustering	Hiérarchique (création d'un dendrogramme)	Nombre de groupes déterminé après la création du dendrogramme
UPGMA	Unweighted arithmetic clustering		
K-means	K-means clustering	Non hiérarchique	Nombre de groupes fixé au départ

2.4.2 Clustering

Pour chacune de ces trois matrices de dissimilarité, deux algorithmes de regroupement (clustering) différents ont été testés : (i) regroupement par variance minimum (Ward) selon Wohlgemuth (1996) et (ii) regroupement selon l'association moyenne (UPGMA) selon Kreft et al. (2010). L'Agglomération non hiérarchique (k-means) a par ailleurs été appliquée sur les données normalisées (transformation de chord).

2.5 Représentation cartographique des résultats

Une fois le regroupement et l'attribution des bassins versants à un groupe effectué, la visualisation des résultats

s'est faite sous ArcGIS 10.3. Des sept combinaisons d'analyse effectuées (cf. analyse statistique), les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'indice de bêta-diversité et la classification de Ward. La classification brute pour la faune et la flore en 6 et 10 groupes est présentée dans les ANNEXES I et II.

2.6 Découpage final et lissage

Le découpage final en 6 et 12 régions biogéographiques ainsi que le lissage ont été réalisés à la main dans ArcGIS 10.3 en suivant, sauf très rares exceptions, les limites de bassins versants. Efficace pour la délimitation des régions alpines, cette procédure s'est révélée parfois plus difficile à appliquer pour définir les limites du Plateau avec le Jura

Figure 2

Découpage final en 6 régions biogéographiques

- Jura
- Plateau
- Versant nord des Alpes
- Alpes centrales occidentales
- Alpes centrales orientales
- Versant sud des Alpes



et le Versant nord des Alpes. Dans de tels cas les limites des bassins partiels à 2 km², alliés à des critères topographiques et à l'avis d'expert, ont été retenues.

En fin de processus, les données ont été agrégées pour obtenir 6 et 12 polygones représentant les nouvelles régions (Figures 2 et 3). Les détails de la donnée SIG correspondante sont donnés en chapitre 4.4.

2.7 Présentation des résultats

Le découpage proposé ici est le fruit d'une analyse critique des diverses cartes obtenues pour la flore et la faune pour 6 et 10 régions avec ou sans les espèces rares et, ce qui a influencé le nombre final de régions de second niveau,

de la carte de ligne de partage des eaux des cinq principaux bassins versants de Suisse : les bassins du Rhône, du Rhin, du Pô, du Danube et de l'Adige (ANNEXE V).

Niveau 6 régions :

Les analyses effectuées ne remettent pas en cause le découpage initial en 6 régions biogéographiques (Gonseth et al. 2001). Il n'en demeure pas moins que certaines modifications de limites entre régions adjacentes sont discutées ici et les options prises illustrées par quelques exemples.

2.7.1 Limites Jura – Plateau

La région Jura, qui montre certaines affinités avec les contreforts du Versant Nord des Alpes par ses composantes orophiles, se différencie très clairement du Plateau pour la flore comme pour la faune mais pas de la même

Figure 3

Découpage final en 12 régions biogéographiques.



façon. La flore met surtout en évidence la haute chaîne du Jura plissé (ANNEXE III) alors que la faune y ajoute une part importante du Jura tabulaire (ANNEXE II). Les limites adoptées ici sont voisines de celles retenues initialement (Gonseth et al. 2001). Elles ont été tracées sur la base des limites des bassins versants partiels à 2 km² qui en la circonstance suivent beaucoup mieux la topographie que celles des bassins versants partiels à 40 km². La validité des limites adoptées est étayée par les contours de l'aire de distribution suisse d'*Oxychilus navarricus helveticus*, de *Trochulus montanus* (Gastropoda) ou *Thlaspi montanum* (Brassicaceae) par ex.

Le maintien des Randen (SH) dans la région Jura est justifié par sa faune (niveau 6, ANNEXE II).

La seule modification importante de la limite Jura – Plateau qui est proposée concerne le nord de l'Ajoie qui par sa flore comme par sa faune (niveau 6) est très clairement affiliée au Plateau. Les affinités de cette région avec le bassin Rhénan sont bien illustrées par la distribution suisse d'espèces telles *Lycaena dispar* (Lepidoptera), *Anagallis minima* (Primulaceae), *Lythrum portula* (Lythraceae) ou *Carex strigosa* (Cyperaceae).

2.7.2 Limites Plateau – Versant Nord des Alpes

Le Plateau se différencie des régions qui le bordent (Jura et Versant nord des Alpes) par l'absence quasi-totale d'espèces orophiles et par la présence d'un lot d'espèces qui lui sont propres telles certaines espèces aquatiques liées aux fleuves et grandes rivières de plaine : *Potamanthus luteus*, *Rhithrogena germanica* (Ephemeroptera), *Rhodeus amarus* (Pisces). Ses limites avec le Versant nord des Alpes sont voisines de celles adoptées dans le découpage initial et donc répondent assez bien aux limites de Wohlgemuth (1996).

Les quelques différences qui apparaissent sont le fruit de propositions concrètes des experts consultés et de la prise en compte des limites des bassins versants partiels à 40, respectivement 2 km² plutôt que des communes pour la représentation des résultats.

2.7.3 Limites Versant sud des Alpes – Alpes internes

Le versant Sud des Alpes abrite un grand nombre d'espèces animales comme végétales qui lui sont propres à

basse comme à moyenne altitude. Ses limites avec les Alpes internes, placées sur les limites septentrionales du bassin du Pô, sont quasi identiques à celles du découpage initial et parfaitement illustrées/étayées par l'aire de distribution de *Barbitistes obtusus* (Orthoptera). La seule exception à cette règle concerne la région du sud du Simplon, initialement associée aux Alpes centrales occidentales, que nous proposons d'associer au Versant sud des Alpes.

Les raisons qui étayent cette modification sont que la région du sud du Simplon a) fait partie du bassin du Pô au même titre que les Vals Bregaglia et Poschiavo et b) est caractérisée par la présence d'un lot d'espèces animales comme végétales essentiellement distribuées au Versant sud des Alpes telles *Libythea celtis* et *Zygaena romeo* (Lepidoptera), *Platycoleis albopunctata grisea* (Orthoptera) ou *Polygala pedemontana* (Polygalaceae).

2.7.4 Limites Versant nord des Alpes – Alpes internes

Le Versant nord des Alpes se différencie très bien des Alpes internes considérées dans leur ensemble aussi bien pour sa flore que pour sa faune (niveau 6 et 10 régions, ANNEXES II et III).

Il se caractérise autant par l'absence ou la rareté d'un nombre important d'espèces largement distribuées dans les Alpes internes, telles *Erebia mnestra*, *Melitaea aurelia* (Lepidoptera), *Ranunculus kuepferi* (Ranunculaceae) ou *Stipa capillata* (Poaceae), que par la présence d'espèces qui lui sont propres ou qu'il partage avec le Jura, telles *Boloria aquilonaris* et *Lycaena helle* (Lepidoptera), *Arenaria multicaulis* (Caryophyllaceae) ou *Delphinium elatum* (Ranunculaceae) par exemple.

Ses limites avec la partie occidentale des Alpes internes sont quasi identiques à celles du découpage initial et suivent, à partir de la région du Sanetsch jusqu'au col de la Furka, la ligne de partage des eaux entre les bassins du Rhône et du Rhin. Les choses sont un peu plus complexes en ce qui concerne ses limites avec la partie orientale des Alpes internes, les réponses apportées par la flore et la faune étant quelque peu différentes. Au niveau 6 régions, la flore met en exergue les fortes affinités entre les régions les plus (chaudes et) sèches du Valais central, du Vispéral, du Mattertal et du Saastal et celles du

Domleschg et de la vallée du Rhin entre Ilanz et Sargans (ANNEXE III). Les régions d'altitude des Alpes internes ne sont toutefois pas différenciées à ce niveau ce qui souligne l'homogénéisation croissante des communautés avec l'altitude dans les Alpes. Au niveau 10 régions la flore, tout en soulignant encore les affinités des régions chaudes et sèches du Valais central et de la Vallée grisonne du Rhin, met en exergue un net gradient est-ouest dans les Alpes internes et appuie donc leur division en deux régions différentes. Au niveau 6 régions déjà la faune discrimine très bien les Alpes internes occidentales et orientales sans leur donner toutefois de limites nettes avec les régions limitrophes (nord et sud des Alpes, ANNEXE II). Au niveau 10 régions, elle isole les régions chaudes du Valais central au sein des Alpes internes occidentales et précise nettement les limites des Alpes internes orientales d'avec le Versant nord des Alpes : la vallée grisonne du Rhin jusqu'à Sargans (cohérence avec la flore) et le Prättigau (différence d'avec la flore) sont clairement associés aux Alpes internes orientales. C'est pourquoi nous proposons d'associer cette dernière région aux Alpes internes orientales.

2.7.5 Limites Alpes internes occidentales et orientales

Comme par certaines composantes de leur faune et de leur flore et par leur appartenance au bassin du Pô, les hautes vallées tessinoises méritent de rester associées au Versant sud des Alpes (voir plus haut), la limite entre les Alpes internes occidentales et orientales peut être maintenue, comme dans le découpage initial, dans la région de la Furka, sur la ligne de partage des eaux des bassins du Rhône et du Rhin.

3 Discussion des résultats et solutions proposées

La définition de zones biogéographiques doit par définition tenir compte aussi bien de la faune que de la flore. Les solutions proposées sont donc étayées par les données recueillies pour ces deux groupes. Compte tenu des différences relativement importantes existant entre les solutions floristiques et faunistiques de deuxième niveau, la solution définitive ne peut être envisagée qu'avec un nombre de régions compris entre 6 et 12. L'ensemble du raisonnement réalisé est basé sur les postulats suivants :

1. Les espèces discriminantes sont en majorité des espèces dont l'amplitude altitudinale est faible (caractéristiques de basse et moyenne altitude). Pour ces espèces, les régions de très haute altitude (étage alpin) représentent des barrières quasi infranchissables à toute expansion territoriale. Cette dernière est toutefois continue (colonisation de la plupart des régions disponibles et en conséquence, apparition dans les vallées latérales par ex.) tant que ces barrières ne sont pas atteintes. Ces faits sont particulièrement évidents pour la faune invertébrée, espèces migratrices ou ectoparasites de vertébrés exceptés.

2. Les axes préférentiels de pénétration de la Suisse sont les vallées des bassins versants du Rhin (ouverture nord orientale), du Rhône (ouverture sud occidentale), du Danube (ouverture orientale) et du Pô (ouverture méridionale). Si le bassin du Pô est totalement isolé par de hauts massifs montagneux, ceux du Rhin et du Rhône entrent en contact entre les Vosges et le Jura (territoire de Belfort, près de l'Ajoie et de la région bâloise), alors que les bassins du Rhin et du Danube entrent en contact dans le Jura souabe et la Forêt Noire (Schaffhouse–lac de Constance).

3. Les espèces discriminantes ont une distribution limitée. A l'échelle nationale, elles sont donc plus rares (moins d'observations disponibles) que les espèces à large distribution. Dans l'analyse les deux options ont été considérées, l'exclusion et la non exclusion des espèces rares.

4 Les régions biogéographiques

4.1 Découpage définitif de premier niveau

Sur mandat de l'OFEV, l'analyse et le rapport sur les régions biogéographiques a été révisé. La révision a un double objectif.

1) tester la robustesse des résultats des analyses effectuées dans les années 2000 avec un jeu de données plus étoffé et proposer, le cas échéant, d'éventuelles modifications du découpage initial ;

2) utiliser les bassins versants partiels à 40 km² comme base d'analyse des données et de représentation des résultats (au lieu des limites communales). Dans un pays au relief aussi tourmenté que la Suisse, les limites de bassins versants coïncident en effet souvent avec des lignes de crêtes, soit avec des obstacles potentiels à la dispersion des espèces.

Comme déjà défini dans le rapport initial (Gonseth et al. 2001), le découpage de premier niveau à base des bassins versants se compose des régions : Jura (1), Plateau (2), Versant nord des Alpes (3), Alpes centrales occidentales (4), Alpes centrales orientales (5), Versant sud des Alpes (6)

La biogéographie est une discipline qui, par définition, considère de grands espaces (biomes, continent, pays). Sa finesse de perception oscille ainsi entre une précision de l'ordre du 1 : 1 000 000 au 1 : 100 000 000. Le problème majeur qui va systématiquement se poser avec un tel découpage est celui de la confrontation de données réelles (observation de terrain), de précision oscillant entre le 1 : 5 000 et le 1 : 25 000, à un cover régions biogéographiques dont la précision des limites est au mieux au 1 : 1 000 000. Il est ainsi conseillé, en cas d'analyse fine des données (établissement du catalogue de la flore ou de la faune d'une région par ex.), de renoncer à celles se situant proches de leurs limites.

4.2 Découpage de second niveau

Le découpage en six régions biogéographiques est une solution consensuelle entre les résultats, le plus souvent convergents, des analyses faunistiques et floristiques. Un découpage de second niveau de ces 6 régions de base est plus problématique dans la mesure où les divergences des résultats des analyses floristiques et faunistiques s'accroissent avec l'augmentation du nombre de subdivisions envisagées. Il n'en demeure pas moins que pour certains travaux, le recours à un découpage plus fin peut s'avérer utile. Une bonne convergence des résultats obtenus par les analyses faunistiques et floristiques, le caractère de la région concernée et de forts arguments floristiques ou faunistiques sont les principaux critères appliqués pour les définir.

Plutôt que de proposer un découpage de second niveau en 10 régions, tel le découpage initial (Gonseth et al. 2001), il paraît sensé, sur la base des résultats obtenus et d'une prise en compte au niveau 6 régions déjà des limites des grands bassins versants, de proposer un découpage final de second niveau en 12 régions. Les arguments suivants le justifient.

Compte tenu des résultats obtenus pour la faune (sans prise en compte des espèces rares) au niveau 10 régions déjà, la création d'une sous-région pour l'Engadine est cohérente. Cette région des Alpes internes appartient en effet au grand bassin versant du Danube (ANNEXE V) et est caractérisée par la présence d'espèces d'origine orientale ou ponto-méditerranéenne qu'elle ne partage pas avec le reste des Alpes internes orientales telles *Bryodemella tuberculata*, *Stenobothrus rubicundulus* et *Tettigonia caudata* (Orthoptera), *Polyommatus amandus* (Lepidoptera), *Papaver aurantiacum* (Papaveraceae), *Primula latifolia* (Primulaceae), *Sempervivum wulfenii* (Crasulaceae) par ex.

Le Plateau se distingue de toutes les autres régions de Suisse par son altitude moyenne assez faible et par le gradient altitudinal modéré qui existe entre ses parties les plus basses (bassin rhénan, 260 m) et les plus hautes (Bantiger, 960 m par ex.). Pour le Plateau, l'influence de l'altitude (et des facteurs qui en découlent) est donc moindre sur la composition et la distribution de la flore et de la faune que dans les autres régions. Il s'en distingue ainsi par l'absence quasi complète de toute espèce strictement orophile.

Au niveau 6 régions le Bassin rhénan et le Bassin lémanique sont associés au Plateau. Ils appartiennent toutefois à deux grands bassins versants différents : le bassin du Rhin et le bassin du Rhône. Et dans les faits le Bassin rhénan se distingue du Bassin lémanique par la présence d'un nombre non négligeable d'espèces, essentiellement aquatiques, naturellement absentes du grand bassin du Rhône telles *Chondrostoma nasus*, *Salmo salar* (Pisces), *Ephemera notata*, *Potamanthus luteus* (Ephemeroptera), *Agapetus laniger*, *Hydropsyche exocellata* (Trichoptera), *Gomphus flavipes*, *G. simillimus* (Odonata), *Gammarus roeseli* (Amphipoda) par ex.

D'autre part, les analyses floristiques démontrent clairement que le Plateau suisse n'est pas une unité biogéographique homogène. Les bassins rhénan et lémanique se distinguent nettement du reste du Plateau par la fréquence élevée d'éléments d'origine (sub)méditerranéenne et/ou strictement liés à la basse plaine d'Europe occidentale. Ce fait est aussi bien étayé par la flore que par la faune.

Enfin des arguments floristiques comme faunistiques plaident pour une subdivision supplémentaire du Plateau en une entité occidentale (Plateau occidental) et orientale (Plateau oriental), cette dernière étant notamment caractérisée par une fréquence beaucoup plus élevée d'espèces de milieux humides (bas marais par ex.).

4.3 L'altitude : un facteur complémentaire de stratification

Le Jura, les Alpes internes occidentales, les Alpes internes orientales, auxquelles les Alpes du nord et du sud peuvent être associées, se caractérisent par un fort gradient altitudinal (caractère zonal). Dans certaines régions, les variations des conditions climatiques dues à ce seul gradient (variations de température, d'ensoleillement et de précipitations) sont encore renforcées par d'autres facteurs : l'effet foehn des vallées des Alpes internes et septentrionales ; la (sub)continentalité des Alpes internes notamment. La carte des niveaux thermiques de la Suisse (Schreiber et al. 1977) offre une représentation cartographique très concrète de cet état de fait.

La variabilité de ces conditions se traduit évidemment par de fortes modifications des composantes de la faune et de la flore entre les vallées (étages collinéen à montagnard) et les régions de haute montagne (étages montagnard supérieur à nival). Comme ces modifications sont progressives et comme l'altitude moyenne des étages de végétation varie entre les régions intra- et extra-alpines, ce facteur de zonation n'a toutefois pas été retenu. C'est pourquoi, aucune subdivision altitudinale n'est proposée pour ces régions. Il n'en demeure pas moins qu'elles peuvent être caractérisées par leur étage de végétation le plus élevé : le Jura par son étage subalpin ; le Plateau par son étage montagnard ; les Préalpes par leur étage subalpin ; les Alpes du nord, centrales occidentales, centrales orientales et méridionales par leur étage nival et le Tessin méridional par son étage subalpin (Aldinger et al. 1998).

4.4 Les données numérisées

Les données numérisées sont accessibles sur la plateforme cartographique de la Confédération : map.geo.admin.ch.

Tableau 4

Principales caractéristiques des données numérisées

Méthode de relevé / de saisie	Les régions biogéographiques de la Suisse (au nombre de six ou de douze) sont établies sur la base de données statistiques qui reposent sur des données faunistiques (info fauna) et floristique (info flora). Pour une division biogéographique plus pertinente, les limites des régions, à quelques exceptions près, ont été reportées sur les bassins versants partiels 40 km ² (état 2020). Les frontières situées à l'intérieur des régions ont été effacées au moyen de la commande « Dissolve ».			
Traitement	info fauna – Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel			
Bases du relevé	<ul style="list-style-type: none"> • Données faunistiques d'info fauna et floristiques d'info flora • Analyses statistiques info fauna 			
Date du relevé des données de base	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 Données d'observation • 2019 Office fédéral de l'environnement, division Hydrologie (sous-bassins de 40 km² et 2 km²) 			
Portée du relevé	Suisse			
Structure des données (géométrie)	Enregistrement des polygones au 1 : 25 000			
Description des couches Covername/Layername : BiogeographischeRegionen				
ITEM NAME	Type	Longueur	Attribut obligatoire	Brève description
RegionNummer	I		oui	Numéro Région
RegionName	C	50	oui	Nom Région
UnterregionNummer	I		oui	Numéro Sous-région
UnterregionName	C	50	oui	Nom de la sous-région
ObjNummer	C	2		Numéro unique pour un objet
Version	Date		oui	Date de la dernière mise à jour
Mise à jour	ouvert			
Obligation légale	–			
Propriétaire des données	Office fédéral de l'environnement, Biodiversité et paysage			
Conditions pour la remise des données	Selon les conditions d'autorisation de l'OFEV			
Mention des sources / des données de base	OFEV			

5 Remerciements

Nous tenons à remercier ici toutes les personnes qui ont collaboré à ce projet et ainsi œuvré pour qu'il soit (enfin) mené à bien. Nous citerons tout d'abord nos collègues d'InfoSpecies qui nous ont fourni les jeux de données indispensables, à savoir Heike Hofmann (Swissbryophytes) et Hans Schmid (Vogelwarte). Blaise Petitpierre (info fauna) a passé en revue et très judicieusement filtré le jeu de données floristiques. Stefan Eggenberg, Michael Jutzi (info flora), Rolf Holderegger (WSL) et Stefan Birrer (Hintermann & Weber) ont jeté un regard critique sur les résultats obtenus et proposé certains aménagements pertinents aux limites de certaines régions. Christophe Bornand et Andreas Gygax enfin ont accompagné tout le processus et participé de manière très constructive aux choix réalisés.

6 Bibliographie

Aldinger, E. ; Hübner W. ; Michels H.-G. ; Mühlhau-
ser G. ; Schreiner M., Wiebel M. (1998). Überarbeitung
der Standortkundlichen regionalen Gliederung im Süd-
westdeutschen Standortkundlichen Verfahren. Mittei-
lungen des Vereins Forstliche Standortkunde und
Fortpflanzenzüchtung 39 : 5 - 71

De Lattin, G. (1967). Grundriss der Zoogeographie.
Stuttgart. 602 pp.

Gonseth, Y., T., Wohlgemuth, B., Sansonnens et A., Butt-
ler (2001) Les régions biogéographiques de la Suisse –
Explication et division standard. Cahier de l'environnement
n°137. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du
paysage, Berne. 48 pp.

Kreft, H. and W., Jetz (2010) A framework for delineating
biogeographical regions based on species distributions.
Journal of Biogeography 37 : 2029 - 2053

Glynn, E. F. (2005) Correlation « Distances » and Hierarchi-
cal Clustering. Stowers Institute for Medical Research,
Kansas City, Missouri. URL [http : //research.stowers.org/
mcm/efg/R/Visualization/corcluster/index.htm](http://research.stowers.org/mcm/efg/R/Visualization/corcluster/index.htm)

Schreiber K. F. ; Kuhn N. ; Hug C. ; Häberli R. ; Schreiber
C. (1977). Niveaux thermiques de la Suisse. Département
de justice et police, Berne 69 pp., 4 cartes 1 : 200 000 et
1 carte 1 : 500 000.

Welten, M. et R., Sutter (1982) Atlas de distribution des
ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse. Vol. 1
et 2, Basel : 716 et 698 pp.

Wohlgemuth, T. (1996) Ein floristischer Ansatz zur bio-
geographischen Gliederung der Schweiz. Bot. Helv. 106 :
227 - 260.

Annexe 1 Critères de sélection et détails des données de faune

Tableau 5

Espèces faunistiques exclues et critères de sélection supplémentaires

Sous-groupes	Espèces exclues et critères de sélection supplémentaires
Amphibiens [Amphibia]	• Aggrégat de <i>Pelophylax ridibundus</i>
Carabidés [Coleoptera, Carabidae]	
Chiroptères [Chiroptera]	<ul style="list-style-type: none"> • Exclusion de <i>Miniopterus schreibersii</i>, <i>Myotis alcathoe</i>, <i>Nyctalus lasiopterus</i> • Tri de quelques données de <i>Myotis blythii</i> et <i>Plecotus austriacus</i> • Filtre altitudinal pour <i>Eptesicus nilssonii</i> (>700m) • Filtre de saison (mai à juillet) pour <i>Nyctalus leisleri</i>, <i>Nyctalus noctula</i>, <i>Pipistrellus nathusii</i>, <i>Pipistrellus pygmaeus</i>, <i>Vespertilio murinus</i> • Les sous-espèces ainsi que les observations basées sur les déjections n'ont pas été considérées
Lépidoptères diurnes [Rhopalocera]	• Exclusion de <i>Cacyreus marshalli</i>
Mammifères [Mammaliaformes]	<ul style="list-style-type: none"> • Exclusion de <i>Lynx lynx</i>, <i>Canis lupus</i>, <i>Ursus arctos</i>, <i>Cervus elaphus</i>, <i>Canis aureus</i>, <i>Lutra lutra</i> • Les sous-espèces n'ont pas été considérées
Mollusques terrestres [Mollusca]	
Odonates [Odonata]	
Orthoptères [Orthoptera]	
Reptiles [Sauropsida]	• Exclusion d' <i>Emys orbicularis</i>

Tableau 6

Tableau de répartition du nombre d'observations de la faune

	Nbre observations	%
Amphibiens	6 318	0,9
Carabes	29 896	4,5
Chiroptères	32 179	4,8
Mammifères	429 623	64
Mollusques	50 486	7,5
Odonates	20 014	3,0
Orthoptères	24 619	3,7
Rhopalocères	73 484	11
Reptiles	4 195	0,6
TOTAL	670 814	100

Annexe 2 Faune

Figure 4

Faune – 6 régions

- Jura
- Plateau
- V. nord des Alpes
- Alpes internes occidentales
- Alpes internes orientales
- V. sud des Alpes

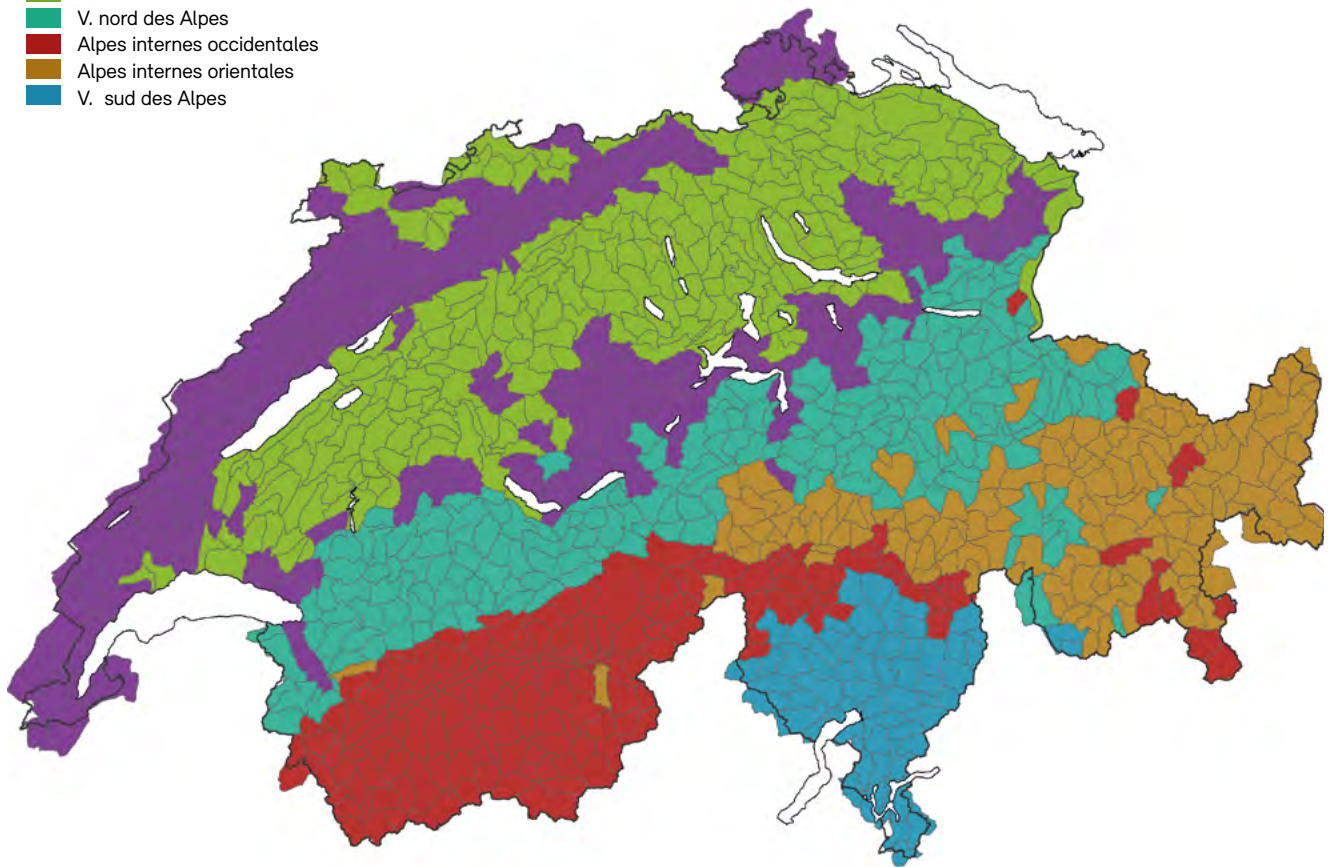
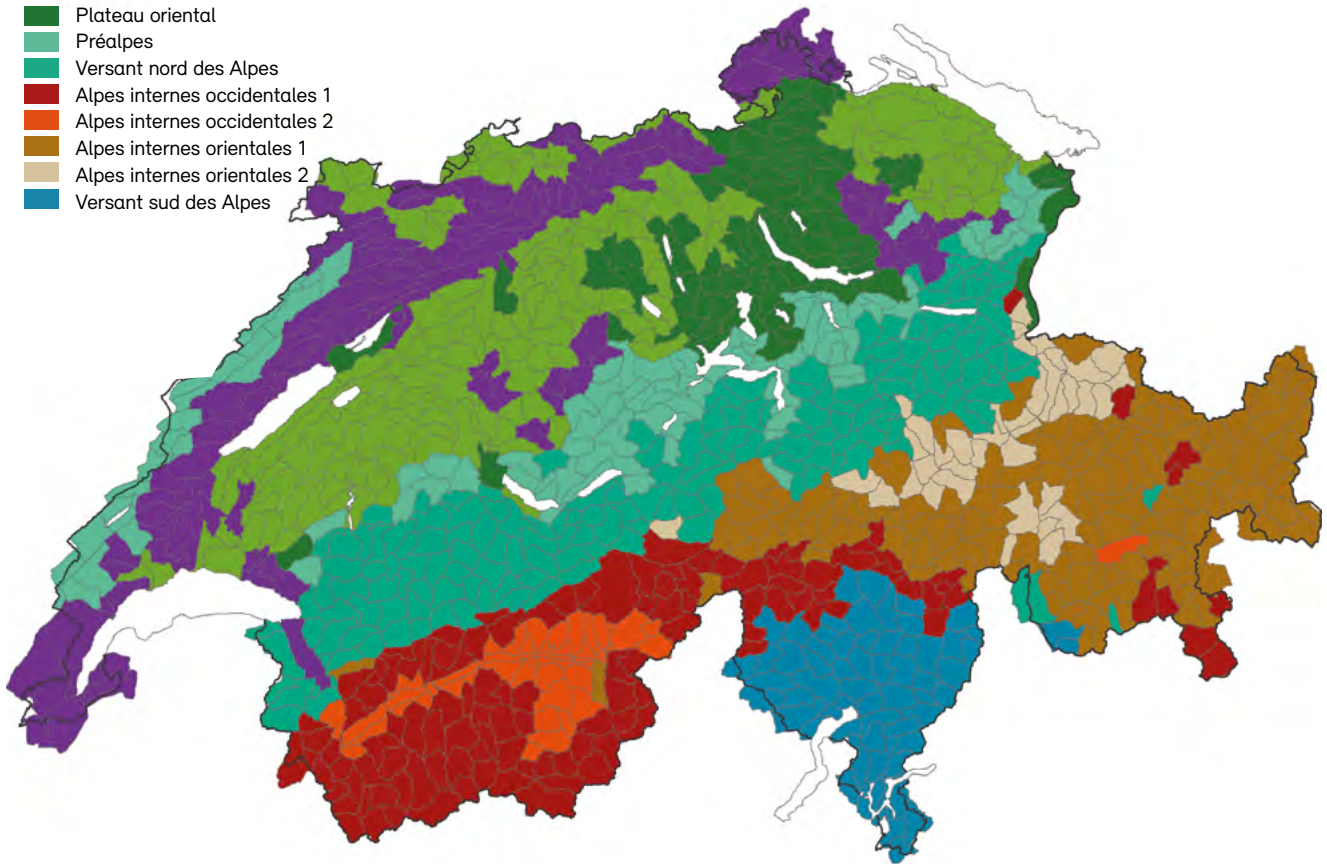


Figure 5

Faune – 10 régions

- Jura et Randen
- Plateau occidental
- Plateau oriental
- Préalpes
- Versant nord des Alpes
- Alpes internes occidentales 1
- Alpes internes occidentales 2
- Alpes internes orientales 1
- Alpes internes orientales 2
- Versant sud des Alpes



Annexe 3 Flore

Figure 6

Flore – 6 régions

- Jura
- Plateau
- V. Nord des Alpes
- Alpes internes occidentales
- Alpes internes orientales
- V. Sud des Alpes

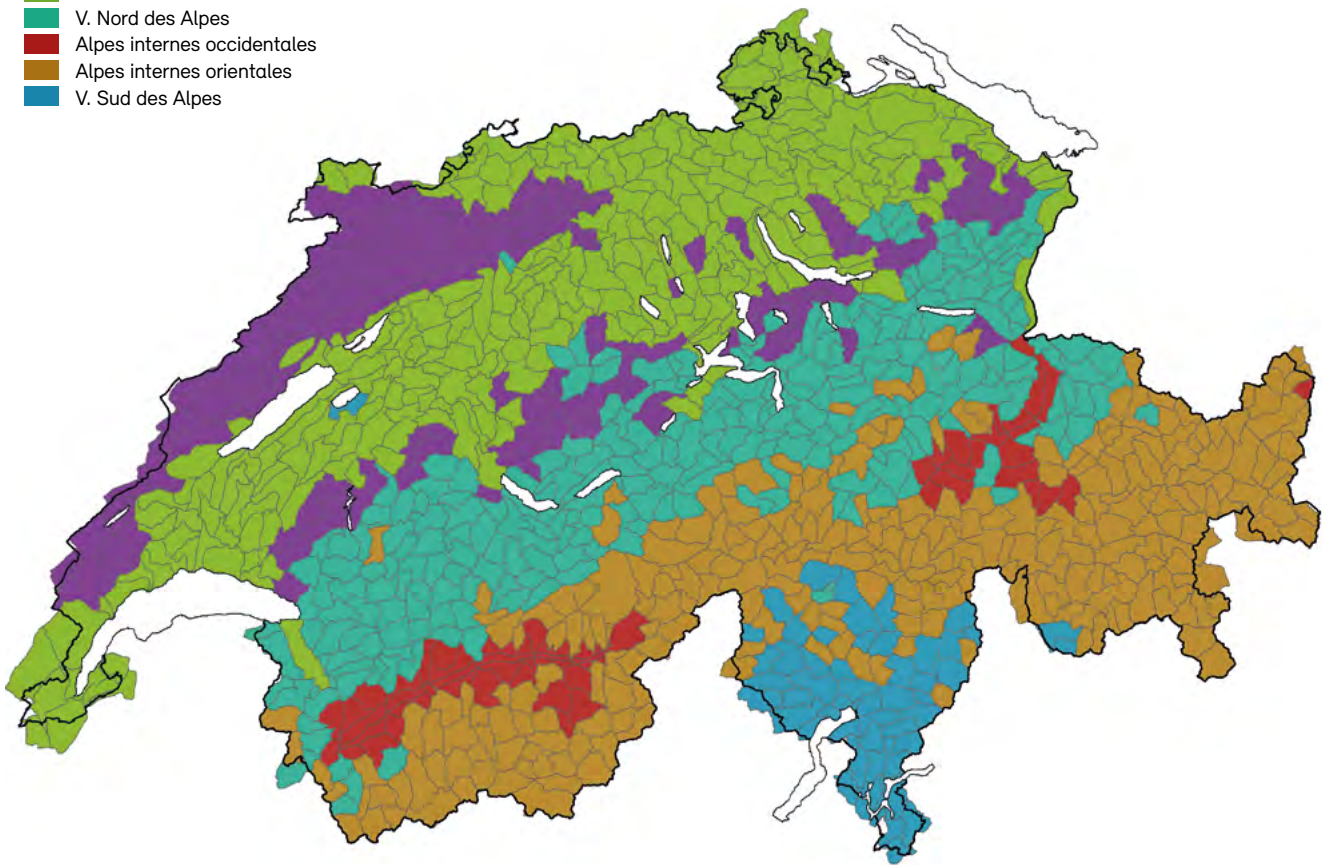
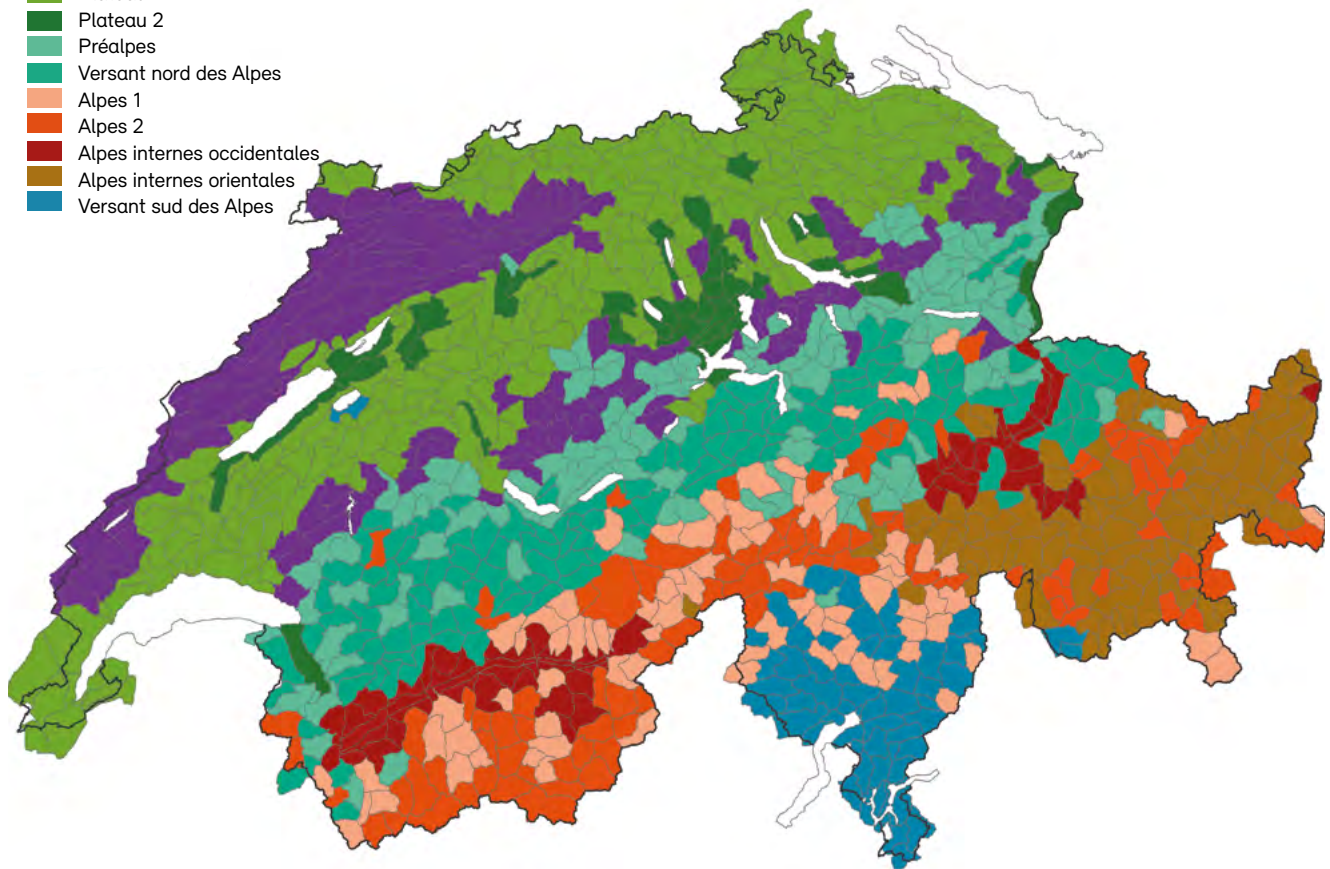


Figure 7

Flore – 10 régions

- Jura et Randen
- Plateau 1
- Plateau 2
- Préalpes
- Versant nord des Alpes
- Alpes 1
- Alpes 2
- Alpes internes occidentales
- Alpes internes orientales
- Versant sud des Alpes



Annexe 4 Faune (sans espèces rares)

Figure 8

Faune sans espèces rare – 6 régions

- Jura
- Plateau
- V. Nord des Alpes
- Alpes internes occidentales
- Alpes internes orientales
- V. Sud des Alpes

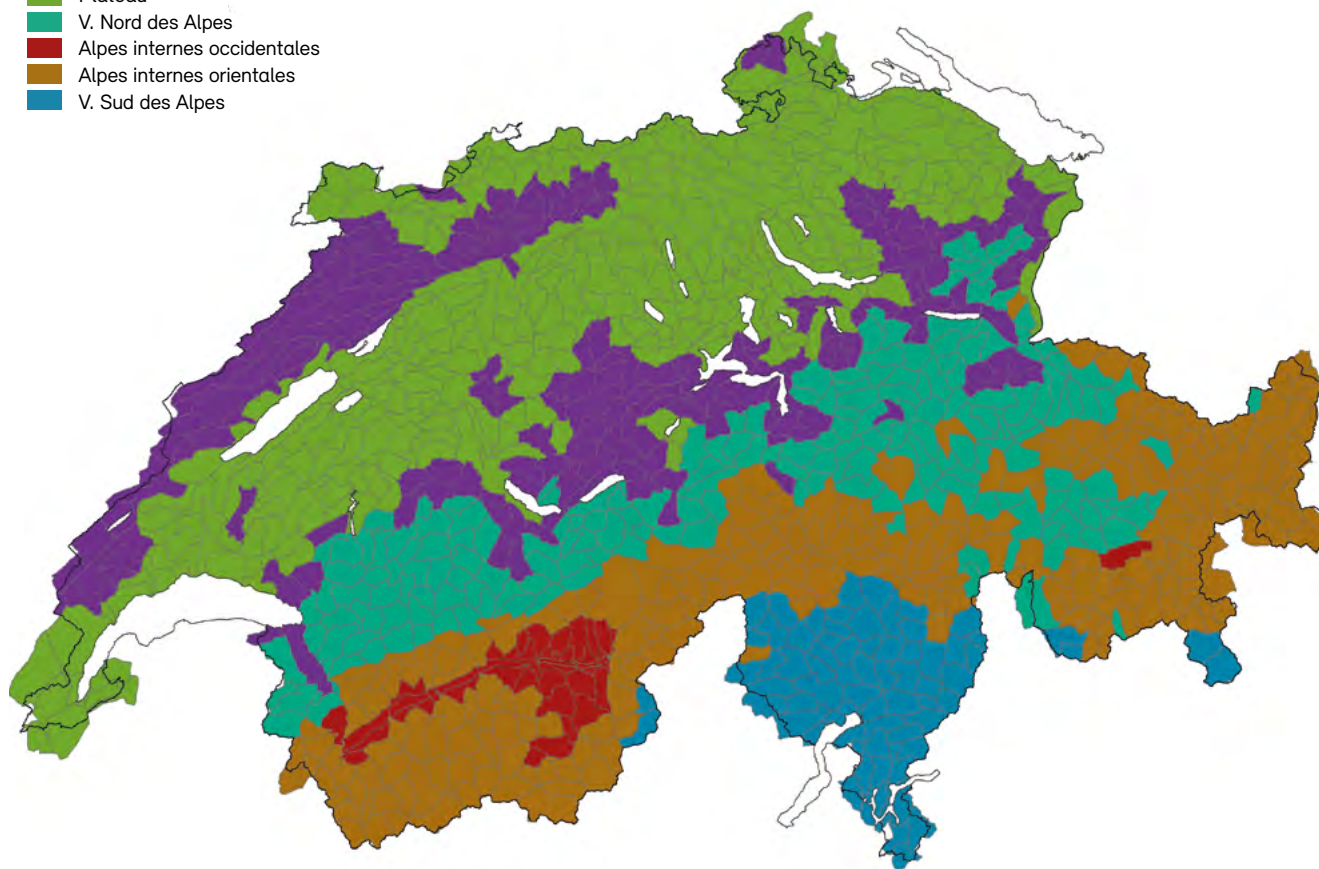
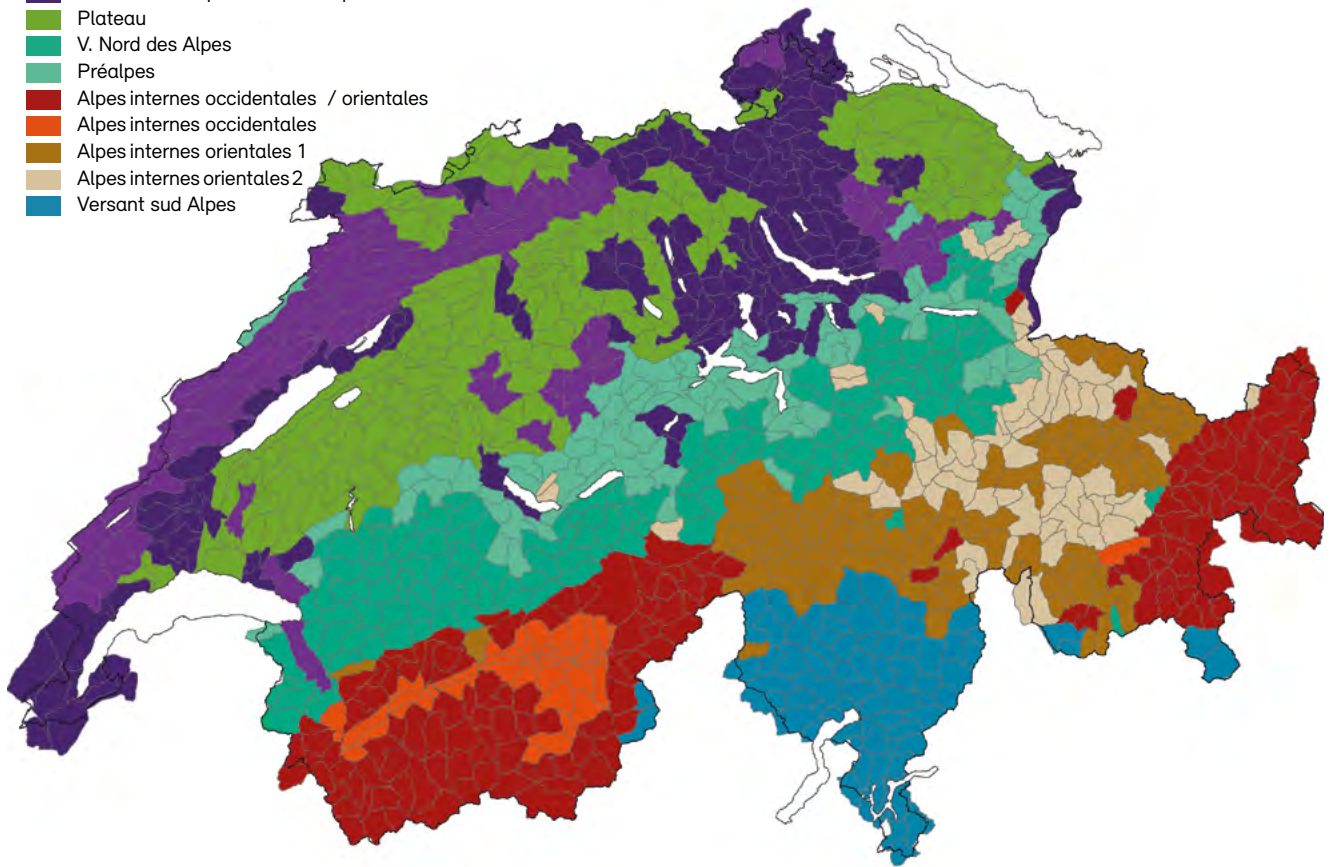


Figure 9

Faune sans espèces – 10 régions

- Jura et Randen
- Bassin lémanique et rhéan / plateau
- Plateau
- V. Nord des Alpes
- Préalpes
- Alpes internes occidentales / orientales
- Alpes internes occidentales
- Alpes internes orientales 1
- Alpes internes orientales 2
- Versant sud Alpes



Annexe 5 Cinq grands bassins versants

Figure 10

Grands bassins versants

