



**HAL**  
open science

# Entre déprise agropastorale et changement climatique, les limites mouvantes des étages de végétation en montagne : l'exemple pyrénéen

Frédéric Alexandre, Déborah Birre

► **To cite this version:**

Frédéric Alexandre, Déborah Birre. Entre déprise agropastorale et changement climatique, les limites mouvantes des étages de végétation en montagne : l'exemple pyrénéen. Martine Janner-Raimondi; Denis Pernot. Oser l'interdisciplinarité. Rencontres croisées autour du vivant, Téraèdre, 2022, coll. "Éclaboussements", 978-2-36085-117-1. hal-03829669v2

**HAL Id: hal-03829669**

**<https://hal.science/hal-03829669v2>**

Submitted on 12 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**ENTRE DÉPRISE AGROPASTORALE ET  
CHANGEMENT CLIMATIQUE, LES LIMITES  
MOUVANTES DES ÉTAGES DE VÉGÉTATION EN  
MONTAGNE : L'EXEMPLE PYRÉNÉEN**

Frédéric Alexandre, Déborah Birre<sup>1</sup>

« Tellement tentant de vouloir distribuer le monde entier selon un code unique ; une loi universelle régirait l'ensemble des phénomènes : deux hémisphères, cinq continents, masculin et féminin, animal et végétal, singulier pluriel, droite gauche, quatre saisons, cinq sens, six voyelles, sept jours, douze mois, vingt-six lettres. Malheureusement ça ne marche pas, ça n'a même jamais commencé à marcher, ça ne marchera jamais. »

Georges Pérec, *Penser-Classer*, 1985 (recueil d'essais posthume).

*Avant-propos : Le jeu du continu et discontinu dans l'espace géographique*

L'intelligibilité du monde que tente la recherche scientifique passe généralement par cette volonté de mise en ordre classificatrice sur le caractère illusoire de laquelle alertait Georges Pérec, un des écrivains qu'aiment à citer les géographes. Il est vrai que, à l'instar d'autres disciplines (que l'on songe à l'histoire et sa passion de la périodisation), la géographie a beaucoup classé, opérant de multiples découpages de l'espace, couvrant celui de limites et de frontières. Cette volonté « discontinuiste » a pu contribuer parfois à figer la discipline et la réflexion en laissant de côté une partie de l'information, notamment spatiale. Dans cette quête, le flou, le chevauchant, le

---

1. Pléiade (EA 7338).

transitoire, l'incertain ont été largement ignorés au profit du net, de la rupture, de la coupure franche. S'il y a des limites, sont-elles données par le réel ou produites par commodité par le chercheur et, dans ce cas, sur quels fondements ?

## **1. Retour sur le modèle de l'étagement en montagne et le caractère mouvant des limites**

Ces questions sur le jeu du continu et du discontinu seront appliquées ici à un des cas les plus classiques de mise en ordre de l'espace par les géographes, celui de l'étagement en montagne, depuis la mise en lumière initiale du phénomène par Alexandre de Humboldt au retour de son expédition scientifique en Amérique « équinoxiale », mise en lumière subtile qui combinait les changements graduels de la flore et les limites franches des paysages végétaux, caractérisés par quelques espèces dominantes.

Par la suite, le modèle de l'étagement s'est quelque peu figé autour d'un découpage des versants des montagnes autour de la succession de bandes altitudinales homogènes de la base au sommet des montagnes, de l'étage collinéen à l'étage montagnard, à l'étage subalpin, à l'étage alpin et jusqu'à l'étage abiotique nival. Les limites altitudinales de ces étages varient en fonction de la position en latitude, mais aussi, beaucoup plus localement, en fonction de l'exposition des versants. Le modèle élaboré au début du xx<sup>e</sup> siècle par le botaniste suisse Schröter (1904) combinait ainsi le jeu des gradients bio-physiques altitudinaux et l'exploitation des versants qu'avaient pu en faire les sociétés rurales montagnardes et leurs activités agricoles, sylvicoles et pastorales. La forte déprise de ces activités agro-sylvo-pastorales, ainsi que la recherche des effets des changements environnementaux (climatiques notamment) invitent à revisiter le modèle.

## **2. Éprouver la valeur des limites, étudier leur variabilité spatio-temporelle dans le contexte des changements socio-environnementaux**

Les questions rappelées dans l'avant-propos ne débouchent, en effet, pas seulement sur un débat théorique et sur une volonté de dépoussiérer

le modèle, mais restent essentielles dans le contexte des changements socio-environnementaux actuels, afin d'éprouver la valeur des limites, d'étudier leur variabilité spatiotemporelle. On montrera cela à partir des premiers éléments présentés par Déborah Birre dans sa thèse débutée en septembre 2020 : *Dynamique spatiotemporelle de la limite supérieure de la forêt dans les Pyrénées françaises : le rôle de l'anthropisation et des changements climatiques* (sous la direction de F. Alexandre et Th. Feuillet). L'énoncé du sujet de thèse est rappelé ci-dessous :

*Les environnements de marge des espaces ruraux représentent des limites particulièrement sensibles aux changements socio-environnementaux. Profondément marqué par les interactions entre l'Homme et son environnement, le milieu montagnard, jusqu'aux hautes altitudes, a subi de profondes transformations. Le système rural, combinant le long des versants l'agriculture, le pastoralisme et la sylviculture, a connu une déprise massive. Les paysages montagnards connaissent des évolutions continues en lien avec la mutation de ces activités humaines en montagne. L'action des sociétés sur cet environnement, l'anthropisation, par la mise en valeur du territoire est porteuse de conséquences humaines et environnementales positives (ressources nouvelles pour le pâturage pour les troupeaux, création de mosaïques d'habitats favorables à la biodiversité). À l'opposé, l'essor de certaines formes d'utilisation industrielle et touristique, la modification des milieux qui en résulte ont eu des implications sociales (abandon des espaces pastoraux) et environnementales (dérangement de la faune et de la flore en lien avec l'aménagement de stations de ski, plus globalement avec la fréquentation touristique) davantage négatives.*

*La limite supérieure de la forêt de haute montagne (timberline), combinée à celle de l'arbre (treeline) détermine un écotone – bande de transition au sein d'un gradient bioclimatique – dont la dynamique spatiale est partiellement contrôlée par les températures estivales et constitue à ce titre un objet très étudié. Néanmoins, la forte hétérogénéité spatiale qui caractérise cette dynamique implique que des paramètres locaux, tels que l'empreinte anthropique (en particulier les changements d'occupation des sols) et la topo-géomorphologie, interagissent avec les facteurs climatiques globaux pour façonner la complexité de la géographie de cet écotone.*

*La thèse a pour objectif de contribuer à démêler les interactions complexes entre ces facteurs multi-échelles et ainsi de mieux comprendre les mécanismes qui régissent la dynamique de cet écotone à l'échelle du*

*massif pyrénéen dont les variabilités d'usages anthropiques, de conditions climatiques et géologiques permettent d'échantillonner un grand nombre de conditions sous-tendant des dynamiques locales particulières. La variabilité de la hiérarchie de ces facteurs au gré des configurations locales reste mal appréhendée et nécessite de recourir à de nouvelles observations dans des contextes spatiaux variés.*

### **3. Caractériser la transition entre les étages subalpin et alpin à partir de l'exemple des Pyrénées**

#### **a. Contexte général du travail de recherche**

Le travail de thèse précédemment énoncé porte sur la dynamique spatio-temporelle de la limite supérieure de la forêt dans les Pyrénées françaises. Celui-ci a pour vocation de démêler le rôle des processus d'anthropisation et des changements climatiques dans l'évolution de cette limite et de revisiter, dans la lignée des travaux de F. Alexandre (2003), le modèle de l'étagement de la végétation en montagne et les limites des étages de la végétation établis au début du xx<sup>e</sup> siècle (Schröter, 2004).

L'ensemble des écosystèmes et leurs paysages associés, et en particulier les écosystèmes dits « de marge » – définition à laquelle la limite supérieure de la forêt en montagne répond – sont profondément affectés par les changements globaux, sociaux et environnementaux. Théoriquement, les paysages forestiers de haute montagne s'étagent de la manière suivante (Körner, 2012, voir Figure 1) :

- dans la partie inférieure de l'étage subalpin se développe une forêt dense formée d'arbres hauts et regroupés (> 3 m). Celle-ci est délimitée dans sa partie supérieure par la limite de la forêt fermée (*timberline*);
- au-delà s'étend une bande de transition constituée d'arbres bas et dispersés entre la forêt dense et la pelouse alpine asylvatique. Cette bande de transition constitue une limite floue entre les deux étages et correspond à un écotone entre les deux formations végétales précédemment nommées. Celui-ci est délimité dans sa partie supérieure par la limite de l'arbre (*treeline*) au-delà de laquelle les conditions climatiques ne seraient plus favorables au développement des arbres. C'est cet écotone qui constitue l'objet d'étude de la thèse.



**Figure 1 : Photographie de l'étagement graduel observé entre la forêt dense (visible sur le bas du versant) et la pelouse alpine dans le secteur du Canigou (Déborah Birre, 2021).**

L'étagement décrit est en partie dépendant des conditions climatiques (Alexandre & Génin, 2012, p. 47-48). En particulier, la position de l'écotone entre la forêt et la pelouse alpine pourrait être déterminée en milieu méditerranéen par l'isotherme estival 7-8 °C (Körner & Paulsen, 2004). De fait, l'écotone devrait donc répondre à l'élévation actuelle des températures par une densification des arbres au niveau de l'écotone et/ou à sa progression en altitude. Or, plusieurs études (dont ce travail de thèse) concourent à démontrer que dans certaines zones, l'altitude et la densité des arbres n'évoluent pas voire qu'elles régressent (Feuillet *et al.*, 2020). Ceci confirme ainsi que le climat seul ne régule pas la dynamique de l'écotone localement et que plusieurs autres facteurs (anthropisation, conditions topo-géomorphologiques, écologie des espèces) interagissent à différentes échelles spatiotemporelles pour moduler sa position (Holtmeier & Broll, 2007).

En s'appuyant sur l'exemple de la partie orientale des Pyrénées françaises (Ariège et Pyrénées-Orientales), la thèse vise à déterminer les facteurs qui régissent la dynamique de l'écotone entre la forêt et la

pelouse alpine et la manière dont ils interagissent pour former les paysages observés. Pour cela, trois objectifs principaux ont été identifiés : 1– la caractérisation de la dynamique spatiotemporelle de l'écotone sur une période d'environ 60 ans (du milieu du xx<sup>e</sup> siècle au milieu de la deuxième décennie du xxi<sup>e</sup> siècle), 2– la quantification des facteurs impliqués dans cette dynamique et 3– l'appréhension des liens complexes entre les facteurs potentiels et la dynamique écotonale.

### **b. Une limite paysagère « floue » aux dynamiques multi-dimensionnelles...**

Les liens théoriques et multiples entre les facteurs potentiels (forçages climatiques, anthropiques, contextes locaux et écologie des espèces) et la dynamique, d'une part, et entre facteurs eux-mêmes, d'autre part, aboutissent à une évolution de la limite supérieure de la forêt qui se traduit par un changement d'altitude, de densité et par un changement de forme du couvert forestier. La quantification et l'analyse de leur évolution spatiotemporelle informent sur les processus sous-jacents en cours. Pour répondre aux différents objectifs énoncés, la méthodologie mise en place est basée sur un emboîtement d'échelle : régionale par la réalisation d'un travail de géomatique et affiné localement par des prospections de terrain.

#### **... caractérisée par la géomatique en deux dimensions**

Par la géomatique, une cartographie diachronique (~1955 et ~2015) de la limite supérieure de la forêt a été réalisée permettant de distinguer les surfaces forestières et non forestières. Des fenêtres d'observation ont été disposées le long de la limite supérieure de la forêt (n = 648) afin de capturer l'évolution de la position de la limite entre les deux dates. Au sein de chacune de ces fenêtres, la dynamique a été quantifiée selon les trois aspects décrits (altitude, densité, forme) en vue de les mettre en relation avec les facteurs potentiels de la dynamique.

#### **... et en trois dimensions par des relevés et enquêtes de terrain**

Caractérisée par une vision « depuis le dessus », la géomatique ne permet néanmoins pas de déceler certaines caractéristiques de ces paysages (âge

des arbres, forme, conditions pédologiques et biodiversité associée). Des relevés de terrain sont donc réalisés au sein d'une trentaine de fenêtres d'observation échantillonnées en fonction des caractéristiques de leur dynamique quantifiée à l'échelle régionale. Ces relevés donnent à observer l'écotone « à un instant t » correspondant à la limite supérieure forestière actuelle mais rendent également possible l'identification de sa position ancienne (~1955) en vue de déterminer les conditions de site associées à chacune de ces limites paysagères.

#### 4. Conclusion

Le modèle de l'étagement de la végétation en montagne ainsi revisité met en exergue l'incompatibilité d'une classification stricte avec la dynamique de ces limites finalement très « mouvantes ». L'hétérogénéité aussi bien spatiale que temporelle des facteurs associés à la mise en place des étages souligne la complexité et la multifactorialité de leur variation spatiotemporelle qui échappe à une vision immobile et simplificatrice de ces paysages. Ces éléments justifient la nécessité de réinventer les méthodologies en vue d'intégrer leur mobilité, le caractère transitoire voire éphémère de leur position et de leur structure rendant finalement illusoire une vision fixiste des étages de végétation.

#### Références bibliographiques

- ALEXANDRE F. (2003). L'étagement de la végétation en montagne : un modèle à revisiter. *L'information géographique*, vol. 67, n° 1, p. 45-59. URL : [www.persee.fr/doc/ingeo\\_0020-0093\\_2003\\_num\\_67\\_1\\_2875](http://www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_2003_num_67_1_2875).
- ALEXANDRE F. & GÉNIN A. ([2011] 2012). *Géographie de la végétation terrestre : modèles hérités, perspectives, concepts et méthodes*. Paris : Armand Colin.
- FEUILLET T., BIRRE D., MILIAN J., GODARD V., CLAUZEL C., SERRANO-NOTIVOLI R. (2020). Spatial dynamics of alpine tree lines under global warming: What explains the mismatch between tree densification and elevational upward shifts at the tree line ecotone? *Journal of Biogeography*, vol. 47, n° 5, p. 1056-1068.
- HOLTMEIER F. K. & BROLL G. E. (2007). Treeline advance-driving processes and adverse factors. *Landscape Online*, 1, p. 1-33. URL : <https://landscapeonline.org/index.php/lo/article/view/LO.200701>.



- KÖRNER C. (2012). *Alpine treelines: functional ecology of the global high elevation tree limits*. Basel : Springer.
- KÖRNER C. & PAULSEN J. (2004). A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of biogeography*, vol. 31, n° 5, p. 713-732. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2699.2003.01043.x>.
- SCHRÖTER C.J. (1904). *Das Pflanzenleben der Alpen*. Zürich : Raustein.