



HAL
open science

Simulation par Automate Cellulaire et Système Multi-Agents des conséquences du changement climatique sur l'aire de distribution de Pinus Cembra dans le Mercantour

Matthieu Vignal, Julien Andrieu

► **To cite this version:**

Matthieu Vignal, Julien Andrieu. Simulation par Automate Cellulaire et Système Multi-Agents des conséquences du changement climatique sur l'aire de distribution de Pinus Cembra dans le Mercantour. SAGEO'2016. Spatial Analysis and GEomatics, Dec 2016, Nice, France. hal-03547479

HAL Id: hal-03547479

<https://hal.science/hal-03547479v1>

Submitted on 28 Jan 2022

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.

Simulation par Automate Cellulaire et Système Multi-Agents des conséquences du changement climatique sur l'aire de distribution de *Pinus cembra* dans le Mercantour

Matthieu Vignal (1) et Julien Andrieu (2) (1) Doctorant de l'école doctorale SHAL - UMR 7300 ESPACE - UNICE - matthieu.VIGNAL@unice.fr (2) Maître de conférences - UMR 7300 ESPACE - UNICE - julien.ANDRIEU@unice.fr

Introduction

Le changement climatique est l'une des causes de réduction de la biodiversité (GIEC, 2014). Lors des phases où le climat change, les espèces risquent de s'éteindre si leurs aires de distribution ne connaissent pas les modifications nécessaires (Alexandre et Génin, 2011). Au sein du massif du Mercantour (cf. figure 1), le Pin cembro, par sa chorologie, constitue un défi intéressant pour la modélisation spatialement explicite. Il est essentiel d'identifier les effets probables du changement climatique sur le Pin cembro afin de définir son emprise spatiale à l'horizon 2100.

Pour ce faire, nous travaillons au développement d'une méthode qui se base sur les outils de la géomatique et qui repose sur une démarche multiscale.

En effet, actuellement, la plupart des modèles de prévision de l'impact du changement climatique sur la biodiversité reposent uniquement sur une transition climatique des niches écologiques (Garbolino, 2010 ; Hanewinkel, 2012). Or, les résultats de ces modèles sont biaisés puisqu'ils ne prennent pas en compte la capacité de propagation de l'espèce (Guisan et Thuiller, 2005). Cette prise en compte est un enjeu majeur, d'une part en écologie et d'autre part en géomatique. Ainsi, l'objectif de cette étude est de récolter une quantité de données suffisante afin de mettre en place un outil de modélisation capable de simuler les processus biologiques des espèces végétales.

L'objectif est de mettre en avant les effets probables du changement climatique sur l'aire de distribution du Pin cembro.

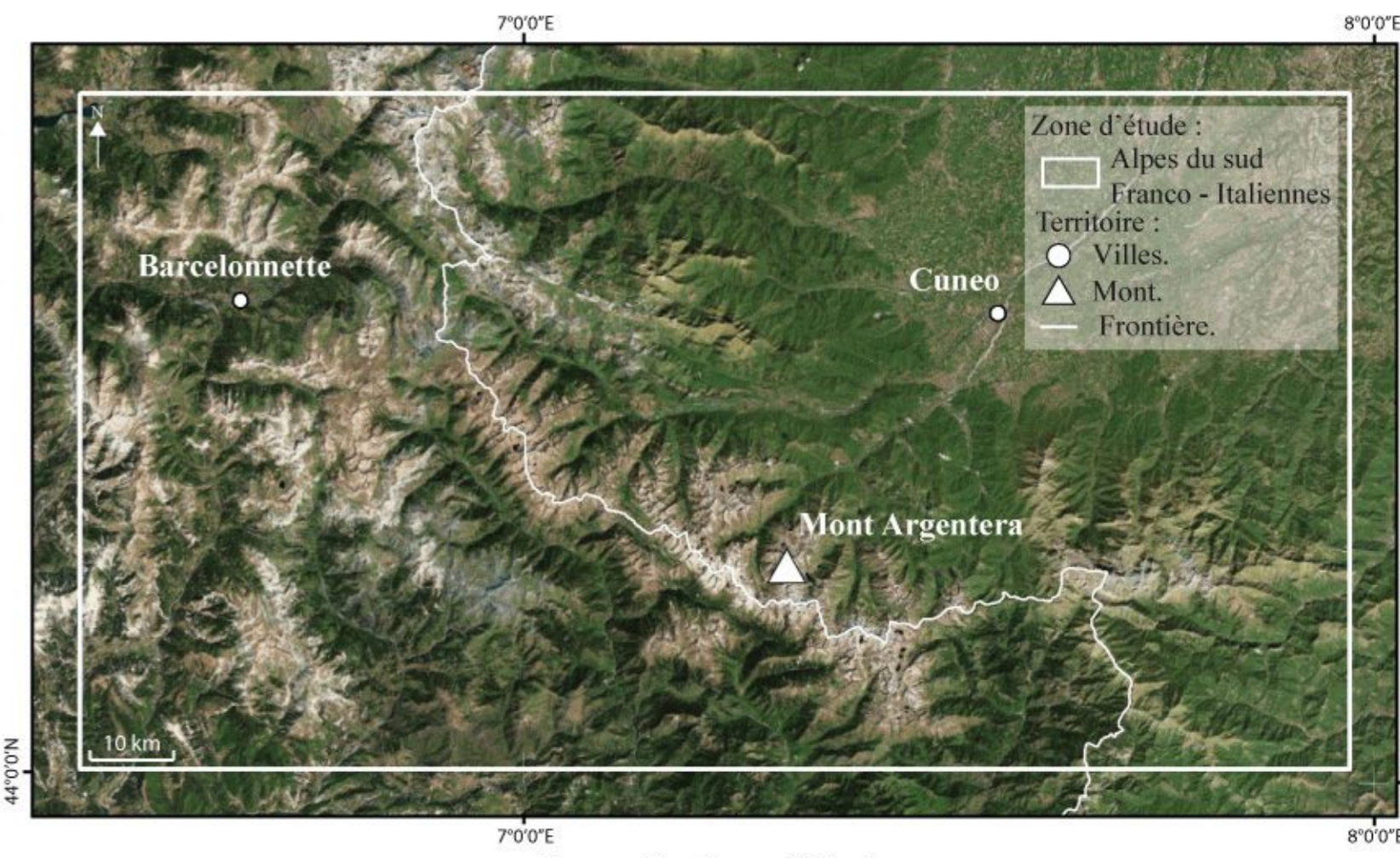


Figure 1 : Zone d'étude.

Pin cembro et Casse-noix moucheté

Le Pin cembro (cf. figure 2) est un arbre qui possède des graines lourdes et sans ailes (Rameau et al, 1999). Elles sont essentiellement disséminées par le Casse-noix moucheté (cf. figure 3).

Le Casse-noix moucheté est un pilier important de la survie du Pin cembro

En effet, cet oiseau se nourrit des graines de cet arbre. Il en dépose une grande partie dans des cachettes afin de constituer des réserves pour l'hiver (Fourchy, 1968). Ces cachettes sont constituées de 10 à 20 graines, réparties dans un rayon de 15 kilomètres de l'arbre producteur (Brodbeck et Gugerli, 2010). Sa grande mémoire lui permet de retrouver 4/5 des réserves. Pour le reste, si les conditions sont favorables, elles germeront.

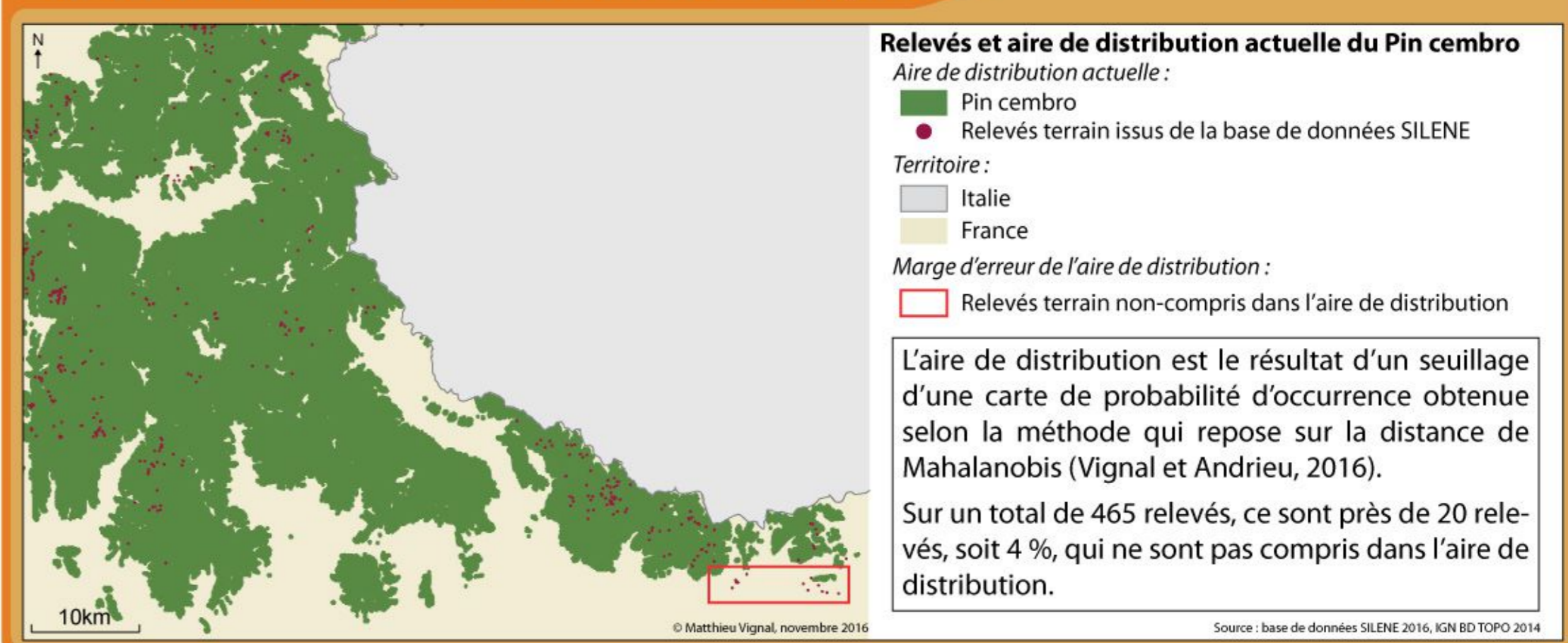


Figure 3 : *Nucifraga caryocatactes*.

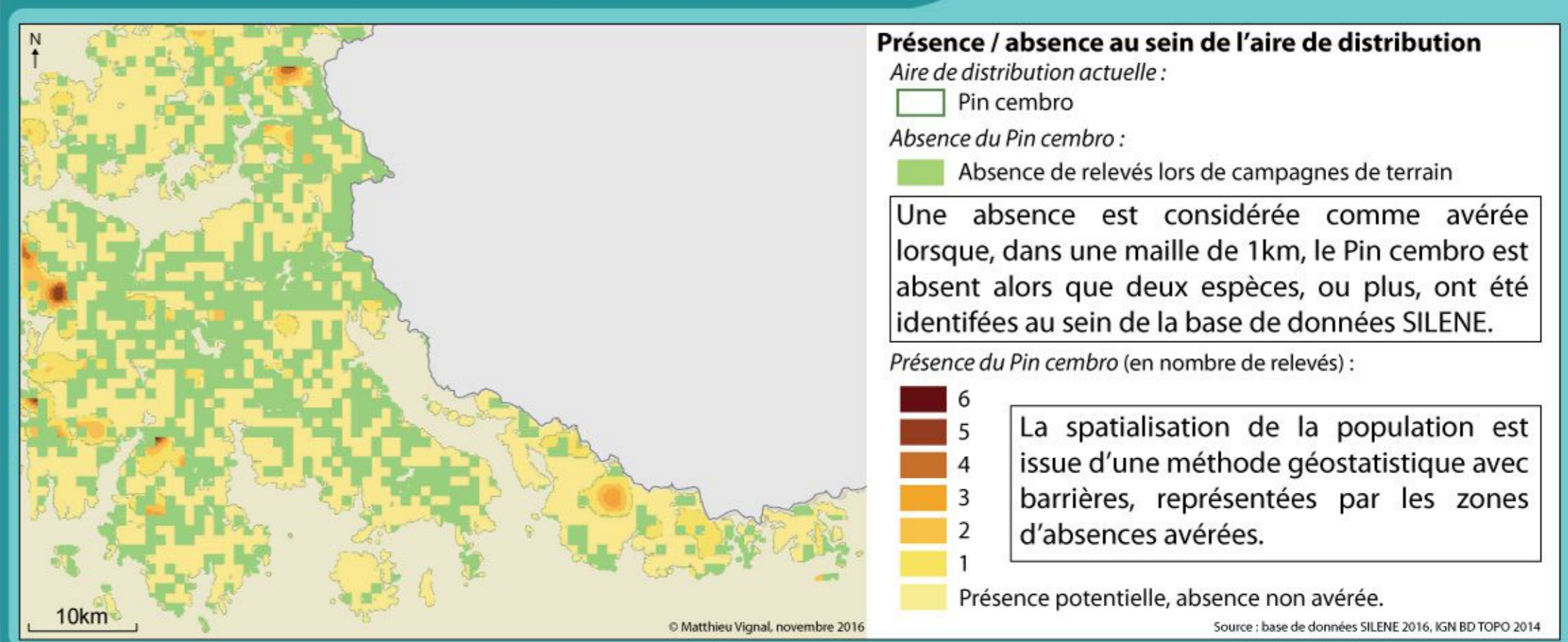


Figure 2 : *Pinus cembra*.

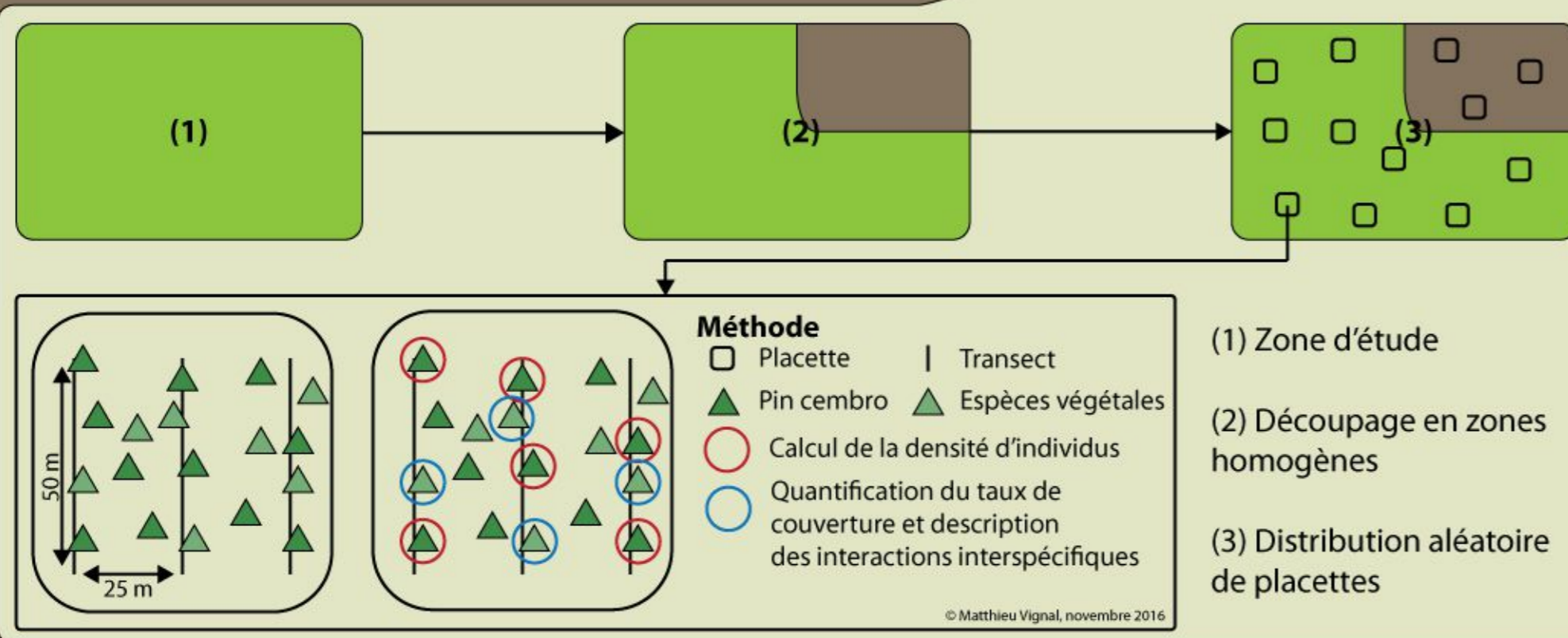
Spatialisation des relevés floristiques



Spatialisation d'une population



Récolte des données sur le terrain



Modélisation de l'impact du changement climatique sur la distribution du Pin cembro à l'horizon 2100 selon le scénario A1B (RCP 6.0)

Le modèle mis en place est un couplage entre un AC et un SMA, il cherche à formaliser les modifications de l'aire de distribution par la simulation des processus biologiques des espèces végétales (cf. figure 4). Il est composé de deux types d'entités, les pixels (200 mètres) qui représentent l'environnement et les individus de *Pinus cembra* et de *Nucifraga caryocatactes*. L'aire de distribution actuelle est modifiée, au fil du changement climatique, si les processus biotiques le permettent. Les processus s'enchaînent au fil des mois selon leurs propres temporalités.

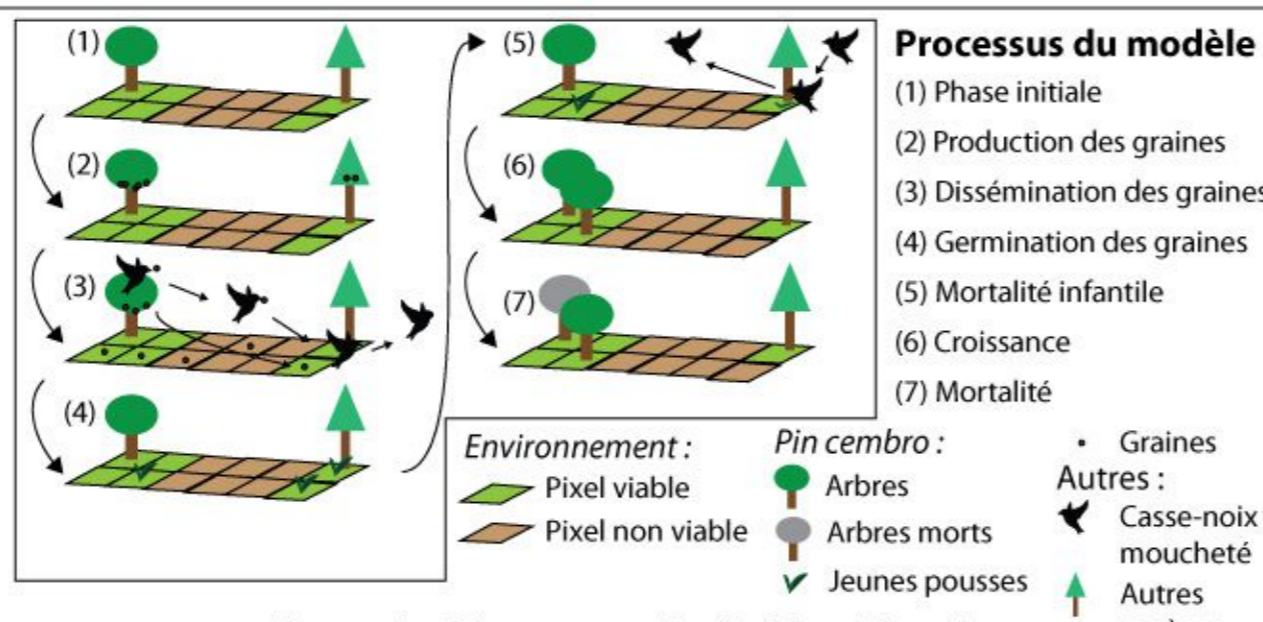
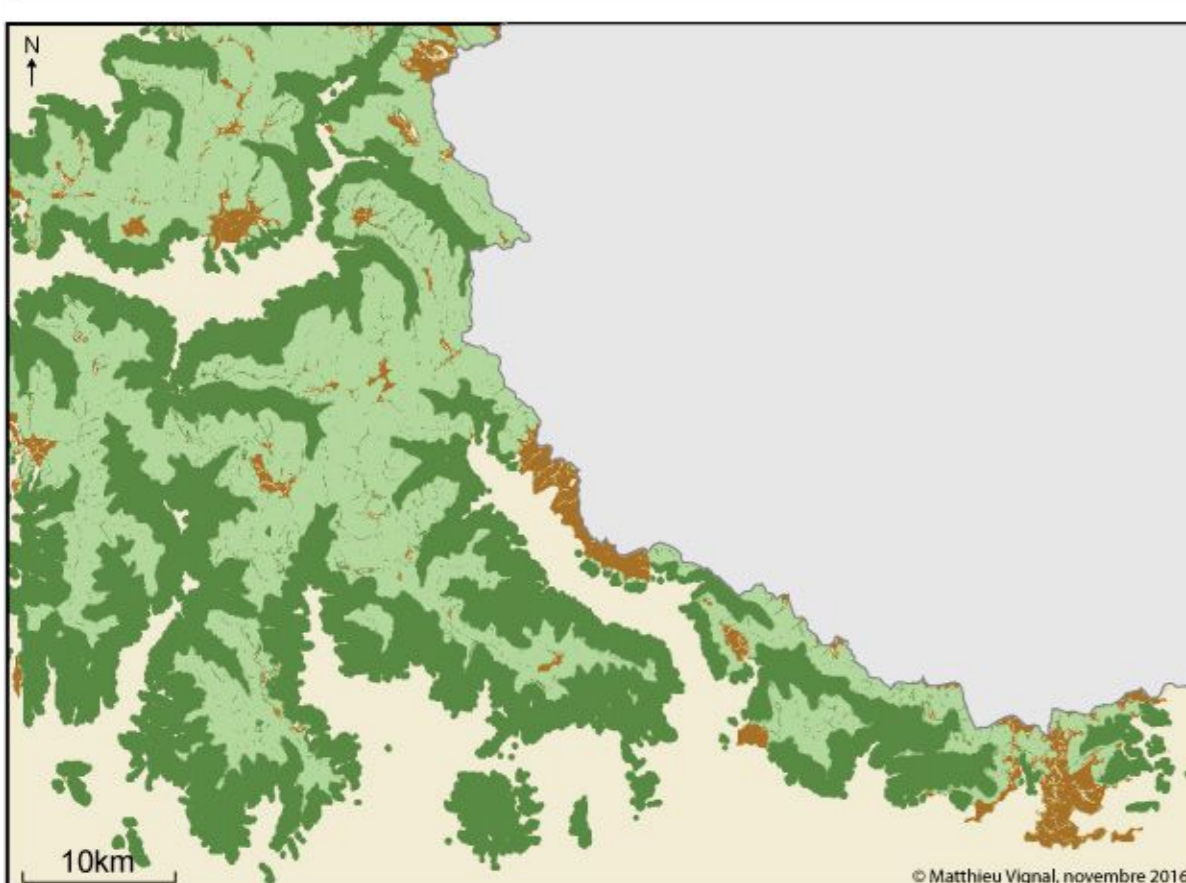
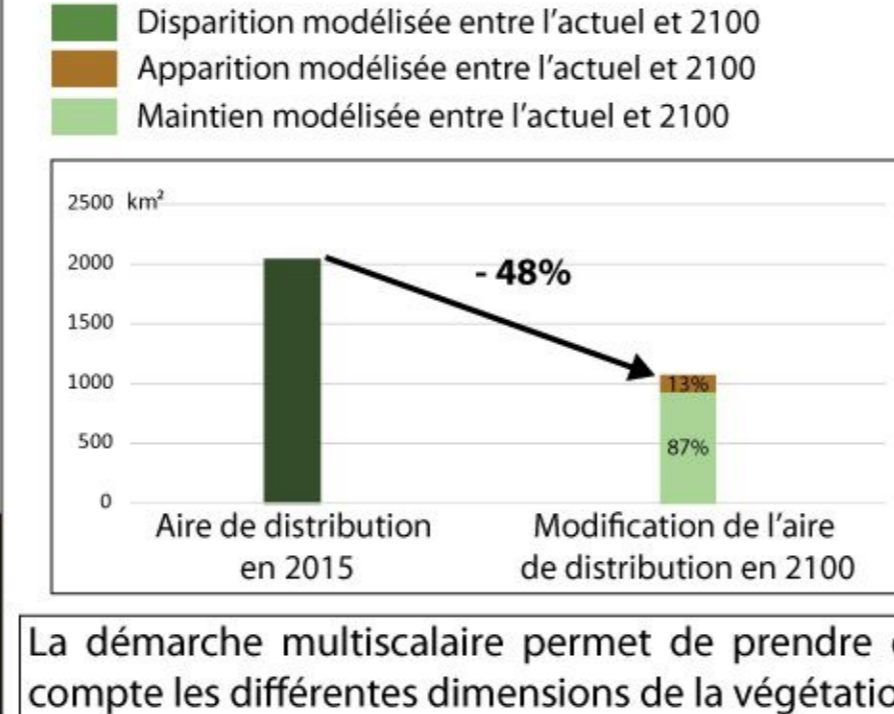


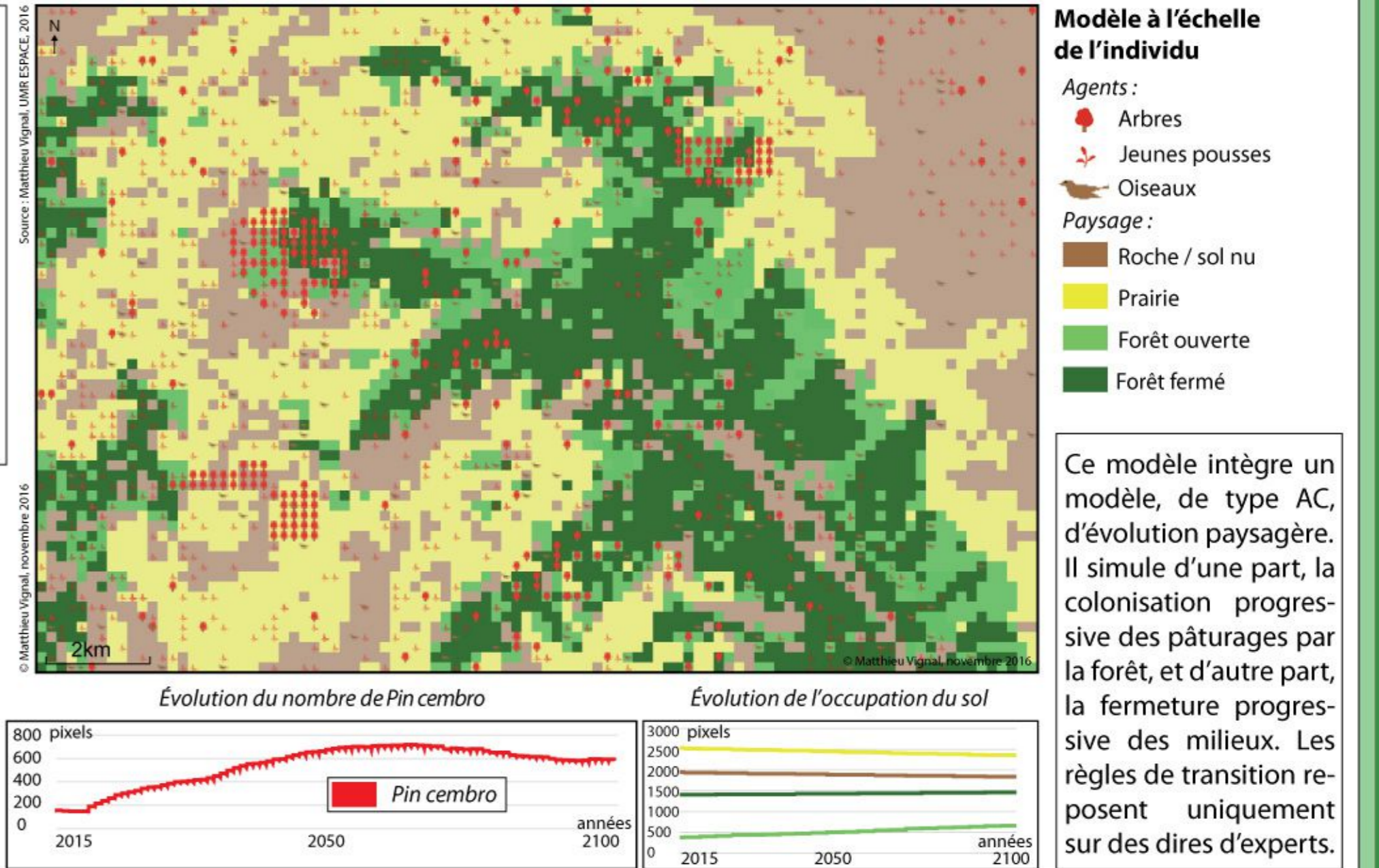
Figure 4 : Diagramme d'activité schématique



Modification potentielle de l'aire de distribution du Pin cembro en 2100 selon le scénario A1B



La démarche multiscale permet de prendre en compte les différentes dimensions de la végétation.



D'après les simulations, l'aire de distribution du Pin cembro devrait, probablement, se réduire de 48 % à l'horizon 2100. Or, cette réduction de l'aire à l'échelle régionale s'accompagne, au contraire, d'une augmentation de sa population à l'échelle locale. Le modèle montre une augmentation de près de 100 % du nombre de Pin cembro dans la zone étudiée.

Conclusion

Au sein de cette étude, les campagnes de terrain ont permis d'obtenir des informations sur d'une part, la distribution du Pin cembro et sa dynamique de population, et d'autre part, sur les relations qu'il possède avec son environnement et les autres espèces. De plus, ses affinités écologiques ont été déterminées par l'analyse statistique à travers la définition de l'optimum écologique et des limites de tolérances. La détermination de l'aire de distribution a permis de définir l'emprise spatiale de l'espèce, et les méthodes géostatistiques, ont permis d'intégrer une population au sein de cette aire de distribution. Afin de modéliser les aires de distribution futures, la production, la dispersion et la germination des graines, mais également la prise en compte de la mortalité ont été implémentés dans un système multi-agents. Le modèle fonctionne et permet d'engendrer des modifications qui s'approchent de celles exposées dans la littérature. Ces résultats démontrent la nécessité des modèles qui se basent sur les processus biologiques des espèces végétales. En effet, les modèles actuels pourraient être à l'origine de prévisions plus pessimistes que prévu (Morin et Thuiller, 2009).

Bibliographie

- Alexandre F, Génin A. (2011) - Géographie de la végétation terrestre : Modèles hérités, perspectives, concepts et méthodes. Armand Colin, 302p.
- Brodbeck S, Gugerli F. (2010) - Sombres sentinelles des chemins : un roi dans les Alpes. 4p.
- Fourchy P. (1968) - Notes sur le Pin cembro (*Pinus cembra* L.) dans les Alpes françaises. *Revue Forestière Française*, N°2, pp. 77-94.
- Garbolino, E. (2010) - Modélisation de la répartition future de la végétation en Corse. *InfoDfci, CEMAGREF éditions*, N°65, 1p.
- GIEC. (2014) - *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse*. IPCC, Switzerland, 151p.
- Guisan A, Thuiller W. (2005) - Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, Vol. 8, pp. 993-1009.
- Hanewinkel M, Cullmann D, Schelhaas MJ, Nabuurs GJ, Zimmermann N. (2012) - Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature climate change*, Vol. 3, pp. 203-207.
- Morin X, Thuiller W. (2009) - Comparing niche- and process-based models to reduce prediction uncertainty in species range shifts under climate change. *Ecology*, N°90, Vol. 5, pp. 1301-1313.
- Rameau JC, Mansion D, Dumé G. (1999) - *Flore forestière française Tome 2, Montagne*. Institut pour le Développement Forestier, 2421p.
- Vignal M, Andrieu J. (2016) - Modélisation de l'impact du changement climatique sur trois aires de distribution végétales dans le Mercantour. *BAGF Géographies*, N° 3, pp. 257-269.