

Des listes d'espèces indicatrices à un outil opérationnel pour identifier les forêts anciennes et récentes à partir de la flore vasculaire

par Anne Villemey¹ & Benoît Renaux¹

¹ Conservatoire botanique national du Massif central
Le Bourg
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE
Tél. : 04 71 77 55 65
Courriel : benoit.renaux@cbnmc.fr
Site Internet : <http://www.cbnmc.fr>

Résumé : Certaines espèces de la flore vasculaire répondent à l'ancienneté des forêts *via* leur sensibilité aux propriétés chimiques du sol et leur capacité de dispersion. C'est le groupe qui a été le plus souvent utilisé pour établir des listes d'espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes.

A partir de larges bases de données floristiques, nous avons établi des listes d'espèces indicatrices adaptées aux trois grands ensembles biogéographiques du Massif central. Pour cela, grâce aux cartes de l'Etat-major, nous avons comparé les fréquences de chaque espèce entre forêts présumées anciennes et récentes, tout en tenant compte d'autres facteurs environnementaux susceptibles d'influencer leur présence. A partir de ces listes, nous avons évalués des indicateurs et des seuils associés permettant de distinguer forêts anciennes et récentes et nous avons estimé le taux d'erreur.

Pour les zones sous influence continentale et atlantique, la liste commune d'espèces indicatrices est la plus pertinente. Pour ces zones, le ratio entre le nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes et le nombre d'espèces indicatrices de forêts récentes est le meilleur indicateur. A partir de cet indicateur, que nous appelons « ratio IFA » (Indicateur floristique d'ancienneté), nous proposons des seuils permettant de distinguer forêts anciennes et récentes et des niveaux de fiabilité associés à la classification obtenues. En revanche, nos résultats ne permettent pas d'établir des listes suffisamment étoffées pour la zone sous influence supra-méditerranéenne, et de développer un outil opérationnel.

Malgré les limites inhérentes à notre approche, nous estimons que la flore vasculaire est un bon candidat pour évaluer l'ancienneté d'une forêt. L'outil que nous proposons doit être mis « à l'épreuve du terrain » avant toute utilisation en routine. Cet outil n'en est qu'un parmi d'autres, et comme les autres il contient une marge d'erreur, c'est donc par la combinaison de plusieurs outils que la fiabilité des conclusions en termes d'ancienneté des forêts augmentera.

Mots-clés : Forêts anciennes – espèces indicatrices – flore vasculaire - indicateur – seuil – taux d'erreur

Le CBN Massif central coordonne la réalisation d'une « **boîte à outils** » spécifique aux **forêts anciennes du Massif central**. Ces outils permettent d'identifier et localiser les forêts anciennes du Massif central, de caractériser leur maturité, leur état de conservation et la biodiversité potentielle qu'elles abritent. Ils sont destinés à donner des éléments factuels pour identifier et hiérarchiser les enjeux locaux en termes de conservation, éclairer les choix de gestion et orienter les actions.

Retrouvez l'ensemble des indicateurs mis au point par le CBN Massif central et ses partenaires, ainsi que les résultats de l'enquête sur les forêts anciennes et matures du Massif central sur notre site internet http://cbnmc.fr/forets_anciennes

Conservatoire Botanique National



Conservatoire Botanique National



Rédaction

Partenaires financiers



Le projet « Outils pour identifier et caractériser les forêts anciennes du Massif central » est cofinancé(e) par l'Union européenne. L'Europe s'engage dans le Massif central avec le fonds européen de développement régional.

La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



R É G I O N
NOUVELLE
AQUITAINE
AQUITAINE LIMOUSIN POITOU-CHARENTES

Introduction

Les plantes vasculaires structurent les milieux forestiers et composent les strates forestières arborées, arbustives et herbacées. La strate arborée joue un rôle considérable sur les conditions biotiques et abiotiques des milieux forestiers : luminosité, humidité, structure et composition du sol... Ces caractéristiques vont conditionner les plantes vasculaires des strates inférieures qui les modifient en retour.

Les forêts anciennes, avec des conditions biotiques et abiotiques particulières et un héritage historique différent de forêts ayant été défrichées par le passé (forêts récentes), sont donc susceptibles d'abriter une flore vasculaire spécifique. Cette spécificité peut notamment s'exprimer par des espèces végétales plus fréquemment observées en forêts anciennes qu'en forêts récentes, c'est ce que nous appelons espèces indicatrices.

Comme pour d'autres groupes taxonomiques, des espèces de la flore vasculaire peuvent être moins fréquentes dans les forêts récentes pour plusieurs raisons (HERMY *et al.* 1999) :

- limites dues à la dispersion : des capacités de dispersion très faibles qui n'ont pas encore permis ou qui ne permettront pas aux propagules¹ d'atteindre les forêts récentes (VERHEYEN *et al.* 2003),
- limites dues à l'habitat : des différences abiotiques qui persistent entre forêts anciennes et récentes (propriétés chimiques du sol par exemple) et entravent leur installation (DUPOUEY *et al.* 2002; GRAAE *et al.* 2004),
- interactions biotiques : une exclusion de ces espèces par compétition avec les espèces présentes en forêts récentes ou par interaction avec d'autres groupes (FLINN & VELLEND 2005),
- génétique : un effet de dépression de consanguinité dû au faible nombre d'individus ayant fondé la population en forêts récentes (VELLEND 2004).

Si ce groupe taxonomique s'avère pertinent pour identifier les forêts anciennes du Massif central, les plantes vasculaires ont l'avantage d'être assez faciles à échantillonner sur le terrain, pour des coûts relativement limités et par un nombre de personnes relativement important (en comparaison d'autres groupes taxonomiques). L'enjeu est donc d'autant plus important de mettre au point un outil fiable basé sur la flore vasculaire.

Synthèse des études

La flore vasculaire est sûrement le groupe taxonomique qui regroupe le plus d'études sur l'ancienneté de l'état boisé. Il a été montré que certaines espèces se trouvaient préférentiellement en forêts anciennes et d'autres en forêts récentes. Pour expliquer ce phénomène, les limitations par l'habitat et la dispersion sont les hypothèses les plus souvent citées. En effet, les forêts cultivées dans le passé (forêts récentes) gardent généralement dans leur sol des traces de cet antécédent agricole, avec souvent rapport C/N plus faible, et des taux de nitrates plus importants (BURGER 2007)². Par ailleurs, les stratégies de dispersion des plantes varient fortement entre espèces, et certaines espèces à capacités de dispersion très limitées (barochores³, myrmécochores⁴, reproduction végétative), vont donc mettre beaucoup de temps, voire être dans l'incapacité, d'atteindre des milieux nouvellement boisés (forêts récentes).

Il semble que la limitation due à la dispersion soit plus forte que la limitation due aux différences d'habitat (FLINN & VELLEND 2005; GRAAE *et al.* 2004) ; les effets des interactions biotiques et de la dépression de consanguinité ont été très peu étudiés (FLINN & VELLEND 2005).

L'analyse des traits des espèces indicatrices de forêts anciennes est également en faveur de l'hypothèse de limitation par la dispersion : ces espèces se distinguent du reste des espèces forestières par une plus forte proportion d'espèces géophytes⁵ ou héli-cryptophytes⁶, à floraison précoce, à fécondité limitée, à graines lourdes, peu persistantes dans la banque de graine et dispersées par les fourmis (VERHEYEN *et al.* 2003; KELEMEN *et al.* 2014; HERMY *et al.* 1999; GRAAE & SUNDE 2000). Néanmoins, certains traits suggèrent également une limitation par l'habitat : les espèces indicatrices de forêts anciennes sont caractérisées par des capacités de dispersion et de

¹ Structure de dissémination et de reproduction, inclut aussi bien des structures végétatives que sexuées.

² Voir à ce propos la partie « Sol, patrimoine archéologique et usages anciens ».

³ Qualifie les plantes dont la dispersion des graines se fait par gravité, à proximité immédiate de la plante mère.

⁴ Qualifie les plantes dont la dispersion est assurée par les fourmis, les graines sont parfois pourvues d'un élaiosome, structure spécialisée destinée à nourrir les fourmis.

⁵ Plante vivace possédant des organes (bulbe, rhizome ou tubercule) lui permettant de passer la mauvaise saison enfouie dans le sol.

⁶ Plante vivace dont les bourgeons persistants durant la mauvaise saison sont situés au niveau du sol.

reproduction faibles mais peuvent résister aux contraintes importantes du milieu (notamment à la faible luminosité, HERMY *et al.* 1999).

Que ce soit pour des raisons liées à leur dispersion ou à leurs exigences en termes d'habitat, certaines espèces se distinguent par une fréquence d'apparition plus élevée en forêt ancienne, d'autres par une fréquence d'apparition plus élevée en forêt récente. Partant de ce constat, des listes d'espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes ont été développées dans divers contextes, certains très éloignés de celui du Massif central (ITO *et al.* 2004), d'autres assez similaires (DUPOUEY *et al.* 2002; NAMAN 2013; BERGÈS *et al.* 2016).

Globalement, les listes d'espèces varient en fonction des contextes régionaux (HERMY & VERHEYEN 2007) et pédologiques (SCIAMA *et al.* 2009), il est donc nécessaire de **développer des listes adaptées à chaque contexte** (GLAVES *et al.* 2009). Au Royaume Uni par exemple, précurseur sur cette thématique, plus de dix listes régionales ont été développées. Pour le Massif central, seules des listes locales ont été développées, dans les Cévennes (FEBVRE 2010) et en forêt de Tronçais (DAMBRINE *et al.* 2007). Il est donc nécessaire de poursuivre cet effort.

Par ailleurs, il existe une grande variabilité dans les méthodes adoptées pour développer une liste d'espèces indicatrices de forêts anciennes (GLAVES *et al.* 2009). La méthode la plus basique est d'adapter une/des liste(s) déjà existante(s) dans un/des contexte(s) similaire(s) en supprimant les espèces absentes de la région d'intérêt et en ajoutant, à dire d'expert, des espèces locales susceptibles d'être indicatrices d'ancienneté. Si cette méthode a le mérite d'être simple et peu coûteuse, elle présente des limites certaines : il y a très souvent confusion entre ancienneté et maturité dans la définition d'espèces indicatrices à dire d'expert, par ailleurs, il arrive parfois que des espèces indicatrices de forêts anciennes dans un contexte soient indicatrices de forêts récentes dans un autre contexte (MALZIEU 2015). Il est donc primordial de **rester vigilant sur les méthodes ayant conduit à l'établissement des listes d'espèces indicatrices** (GLAVES *et al.* 2009), et de développer des listes régionales par des analyses robustes qui croisent données floristiques locales et ancienneté de l'état boisé.

Les études montrent, qu'en plus de l'ancienneté de l'état boisé, plusieurs facteurs peuvent influencer sur la présence d'espèces indicatrices de forêts anciennes :

- l'ambiance micro climatique : plus le site est situé en ambiance fraîche, confinée et fermée, plus le pourcentage d'espèces indicatrices de forêts anciennes est élevé (SAVOIE *et al.* 2011),
- la maturité des sites : il y a une relation positive entre le pourcentage d'espèces indicatrices de forêts anciennes et la maturité des sites (SAVOIE *et al.* 2011),
- la surface de la forêt : le nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes augmente avec la taille de la forêt (CRAWFORD 2009),
- le type de forêt : en général, il y a plus d'espèces indicatrices de forêts anciennes sur les sols neutres et alcalins que sur les sols acides (GLAVES *et al.* 2009),
- le contexte paysager : le nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes augmente avec le taux de boisement, la quantité de forêts anciennes (DE FRENNE *et al.* 2010), la proximité aux forêts anciennes (GOßNER *et al.* 2008), et la connectivité des forêts (GRAAE 2000),
- le gradient d'ancienneté : si, pour des raisons pratiques, on utilise les catégories forêt ancienne / récente, en réalité l'ancienneté de l'état boisé est un gradient, les forêts étant plus ou moins anciennes (SCHMIDT *et al.* 2014), et le nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes augmente avec l'ancienneté de la forêt (FLINN & VELLEND 2005).

D'autre part, il n'y a **pas d'espèce exclusivement inféodée aux forêts anciennes** (ROSE 1999), et **l'absence d'espèces indicatrices de forêts anciennes ne prouve pas que la forêt est récente** (CRAWFORD 2009). Pour développer des indicateurs, il est donc nécessaire de **définir des seuils** en termes de nombre ou de proportion d'espèces indicatrices qui permettent de discriminer forêt ancienne et récente et d'y associer des taux d'erreur de classification.

Des indicateurs opérationnels d'évaluation de l'ancienneté des forêts basés sur la flore vasculaire ont été développés au pays de Galles : un score supérieur à 25 espèces indicatrices de forêts anciennes suggère l'ancienneté de la forêt et un score inférieur à 24 espèces tend à indiquer une forêt récente (CRAWFORD 2009). En Irlande, des seuils de 12 espèces pour des sites inférieurs à 10 hectares et 16 espèces pour des sites supérieurs à 10 hectares ont été définis (PERRIN & DALY 2010) ; ces seuils permettent de classer correctement 88 % des forêts récentes mais seulement 54 % des forêts anciennes. En Belgique, la présence de 25-27 espèces indicatrices de forêts anciennes permet de discriminer forêts anciennes et récentes avec une probabilité de 75 % (HONNAY *et al.* 1998).

Ici encore, on remarque que **les seuils varient d'une région à l'autre**, il est donc nécessaire de les définir pour chaque contexte et d'évaluer leur pertinence.

Développer un outil pour le Massif central

Au cours du stage de fin d'étude de Léo Malzieux en 2015, un travail préliminaire a été réalisé pour établir des listes d'espèces indicatrices pour le Massif central par mobilisation de la base de données du Conservatoire botanique national du Massif central sur 37 minutes des cartes d'Etat-majour (MALZIEU 2015). Les listes d'espèces indicatrices ont été établies⁷ pour six grands types de forêts :

- Hêtraies chênaies collinéennes acidiphiles
- Hêtraies chênaies collinéennes acidiphiles à neutrophiles
- Hêtraies sapinières montagnardes acidiphiles
- Hêtraies sapinières montagnardes acidiphiles à neutrophiles
- Forêts humides à bois dur
- Forêts d'éboulis

A la suite de ce stage, nous avons travaillé sur l'ensemble du Massif central en valorisant les bases de données déjà existantes des Conservatoires botaniques nationaux du Massif central, du bassin parisien et de Pyrénées Midi-Pyrénées ainsi que la base de données floristiques du Parc National des Cévennes. Pour cela nous avons également profité de la digitalisation des forêts des cartes d'Etat-majour :

- sur tous les parcs et projets de parcs naturels du Massif central coordonnée par l'IPAMAC
- de tout le département de l'Allier réalisée par le CBNMC (RENAUX & VILLEMAY 2016).

D'autre part, les listes d'espèces indicatrices ont été réalisées selon une méthode statistique différente permettant notamment d'intégrer des covariables environnementales. De plus, pour simplifier l'application concrète de l'outil flore vasculaire sur le terrain, nous avons fait le choix de ne faire de listes d'espèces indicatrices par type de forêts (parfois difficilement identifiables) mais plutôt par grands ensembles biogéographiques.

Enfin, l'objectif était d'aller au-delà de listes d'espèces dont l'interprétation est difficile sur le terrain en développant un indicateur opérationnel, basé sur les espèces indicatrices mais également sur des seuils permettant de différencier forêts anciennes et récentes et d'y associer un taux d'erreur.

Méthode

→ Constitution des jeux de données

Les relevés postérieurs à 1990 concernant des surfaces inférieures à 0,1 ha des Conservatoires botaniques nationaux du Massif central, du bassin parisien et de Pyrénées Midi-Pyrénées ainsi que du Parc National des Cévennes, ont été agrégés dans une base de données commune. Celle-ci regroupe à la fois des relevés « exhaustifs » de type suivi de végétation⁸, des relevés phytosociologiques⁹ ou phytoécologiques, des inventaires d'espèces¹⁰, et des mentions ponctuels d'espèces (une ou plusieurs espèces, généralement patrimoniales, sont signalées, sans recherche d'exhaustivité).

Les quatre étapes ayant conduit à la constitution des jeux de données sont synthétisées dans la Figure 3.

Dans une première étape, seuls les relevés situés à l'intérieur des forêts actuelles (BD végétation® de l'IGN) à plus de 100 m des lisières ont été retenus, de manière à l'imiter l'« effet lisière » qui agit sur les communautés végétales (Bergès et al. 2016). Malgré ce premier filtre, on notera qu'il est possible que certains des relevés retenus aient concerné des végétations non strictement forestières de petites tailles (trouées, bords de sentiers, ruisseaux...).

⁷ Par simple comparaison des fréquences d'occurrences entre forêts anciennes et récentes avec un test de Chi²

⁸ Toutes les espèces présentes sont relevées sur une surface prédéfinie, sans critère d'homogénéité du milieu.

⁹ Relevé réalisé dans le cadre de typologies de végétation. Toutes les espèces sont notées sur une surface homogène d'un point de vue de la composition floristique, de la structure de la végétation et des conditions écologiques. Les limites du relevé peuvent être adaptées au contexte, ce qui amène généralement à exclure des milieux intraforestiers du type rochers, omières, petites trouées ou peuplements perturbés par des chablis ou l'exploitation.

¹⁰ Listes plus ou moins exhaustives d'espèces réalisées sur un parcours pouvant intégrer des milieux différents, et destinées à contacter le plus d'espèces possibles sans critères d'homogénéité du milieu. Aucun coefficient d'abondance-dominance n'est généralement noté.

Dans une deuxième étape, nous avons caractérisé l'ancienneté de la forêt pour chaque relevé retenu à l'étape 1: forêt présumée ancienne / forêt récente / statut incertain ou limite. Pour cela nous avons utilisé la localisation des forêts sur les cartes d'État-major (Figure 1) :

- un relevé est considéré en forêt présumée ancienne lorsque, dans un rayon de 100 m, il est entièrement compris dans une forêt présente sur les cartes d'État-major,
- un relevé est considéré en forêt présumée récente lorsque, dans un rayon de 100 m, il est entièrement disjoint des forêts présentes sur les cartes d'État-major,
- un relevé est considéré de statut incertain lorsque dans un rayon de 100 m il est à cheval entre forêts de l'État-major et forêts actuelles, ou lorsque les cartes d'État-major sont illisibles.

Cette distance de 100 m a été appliquée de manière à limiter les erreurs de cartographie des forêts sur les cartes d'État-major et les imprécisions de géo-référencement (FAVRE *et al.* 2013). Ce travail a été fait de manière automatisée sous Qgis pour les relevés des territoires où les forêts des cartes d'État-major avaient été digitalisées¹¹ et de manière manuelle sous géoportail pour le reste des relevés.

A la suite de cette étape, nous avons écarté du jeu de données tous les relevés dont le statut était incertain ou limite.

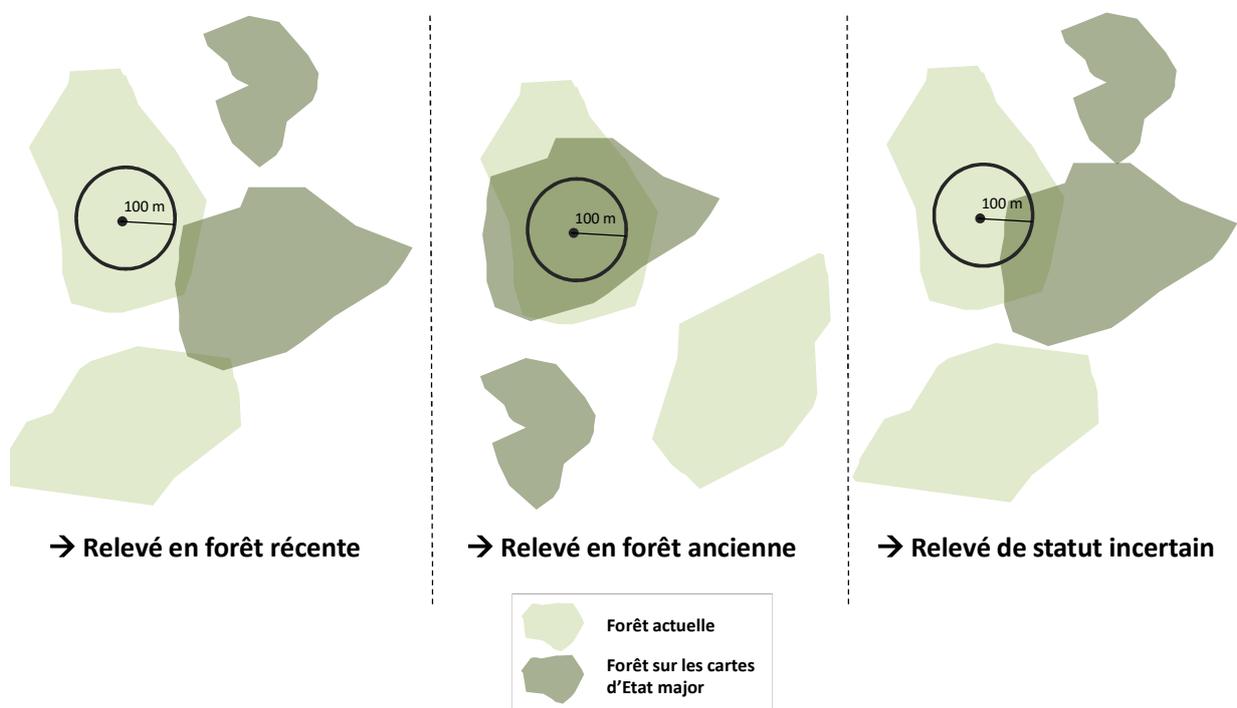


Figure 1 : Illustration de la caractérisation de l'ancienneté des forêts pour les relevés (récent/ancien/incertain)

Dans une troisième étape, le jeu de données a été séparé en trois sous-jeux de données, chacun correspondant à une zone biogéographique particulière du Massif central :

- zone sous influence continentale¹²,

¹¹ Voir la partie « Cartographier les forêts anciennes à partir des cartes d'État-major ».

¹² Dans l'Est du Massif central (à l'est du sillon formé par les Limagnes et le val d'Allier), on observe une atténuation des influences océaniques. Ce sont en effet les plateaux (Millevaches, Cézallier, Artense...) et montagnes (Sancy, monts du Cantal) de l'ouest du Massif central, ainsi que le Morvan, qui recueillent le plus directement les précipitations venant l'océan, et les plateaux et montagnes du Massif central oriental en sont davantage abrités, d'autant plus que les Limagnes séparant le Massif central septentrional en deux créent un effet de foène. On distingue ainsi une zone sous influence océanique à l'ouest, et une sous influences océaniques atténuées à l'est. On qualifie généralement cette dernière de subatlantique à médio-européenne en termes de végétation. D'un point de vue floristique, cette coupure est marquée par la disparition des espèces les plus atlantiques (notamment *Tractema lilio-hyacinthus*, *Hyacinthoides non-scripta* et *Euphorbia hyberna*, ANTONETTI *et al.* 2006), ce qui se traduit au niveau phytosociologie par la distinction entre des types de végétation différents, vicariants géographiques (RENAUX *et al.* 2015). Certains auteurs placent la limite entre le domaine atlantique et continental au niveau du sillon des Limagnes coupant le Massif central en deux (FREY & LÖSCH 2010). On parlera par commodité de langage de « zone sous influences continentale », même si la dénomination de « continentale » est quelque peu abusive (le domaine « médio européen à continental » ne concerne que l'extrême est du Massif central (RAMEAU *et al.* 2000).

- zone sous influence atlantique,
- zone sous influence supra-méditerranéenne (Figure 2).

Ce découpage a été réalisé en regroupant les sylvoécotémoins du Massif central (CAVAIGNAC 2009), le détail est exposé en annexe 1 et 1bis.

Nous avons également considéré un ensemble regroupant¹³ les zones sous influence continentale et atlantique de manière à tester la pertinence de listes de taxons indicateurs communes à ces deux zones biogéographiques. Pour plus de simplicité, dans la suite du document nous appellerons « espèces indicatrices » ces taxons indicateurs.

Dans une quatrième étape, pour limiter les données répliquées (notamment en cas de suivis temporels de sites) et les phénomènes d'autocorrélation spatiale, nous n'avons conservé pour chaque zone biogéographique que des relevés ayant une distance minimale de 50 m entre eux (tout en maximisant la taille des jeux de données).

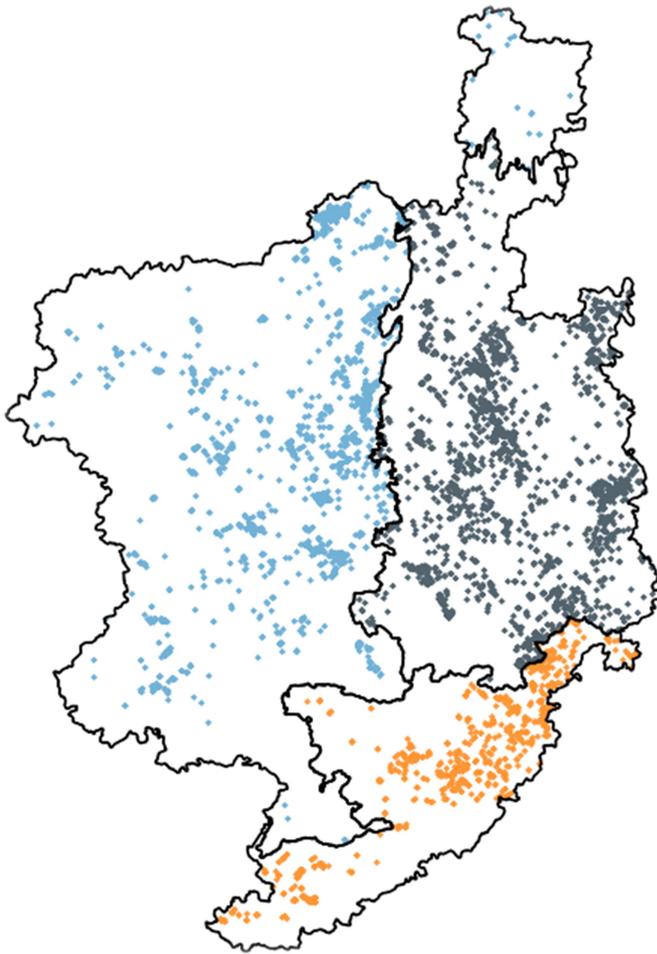


Figure 2: Les jeux de données par zones biogéographiques, en gris : zone sous influence continentale, en bleu : zone sous influence atlantique et en orange : zone sous influence supra-méditerranéenne.

¹³ Ce regroupement permet d'augmenter le nombre d'occurrences de chaque espèce et donc la puissance statistique pour mettre en évidence l'effet de l'ancienneté. En contrepartie, le risque est que l'outil basé sur la liste commune soit moins pertinent à l'intérieur de chaque région que des listes séparées. Les avantages et inconvénients de ce regroupement seront évalués par les taux d'erreur associés aux outils (cf. parties suivantes).

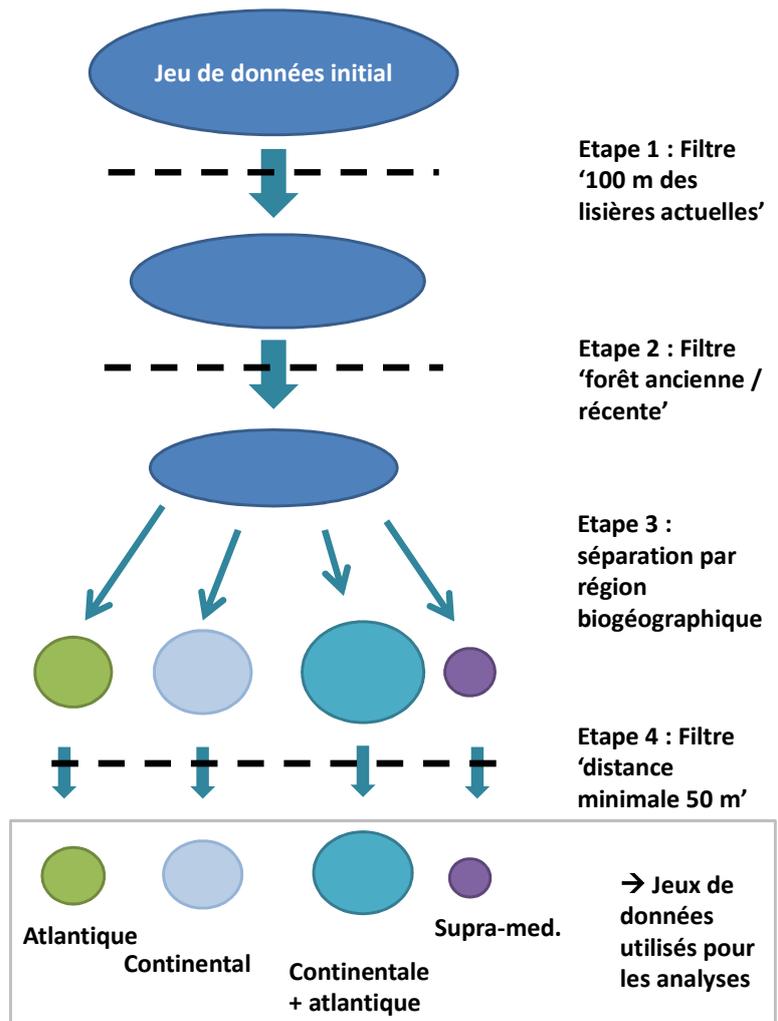


Figure 3 : Illustration des 4 étapes ayant conduit aux jeux de données analysés.

→ Partition des jeux de données

Pour que la démarche soit rigoureuse, les données ayant servi à établir les listes d'espèces indicatrices ne doivent pas être utilisées pour fixer les seuils des indicateurs, il en va de même pour l'estimation des taux d'erreur associés. Il est donc nécessaire de partitionner les données en trois ensembles, ce qui est synthétisé dans la Figure 5.

Pour chaque zone, nous avons d'abord partitionné les relevés en deux :

- une partie a été réservée à l'établissement des listes d'espèces indicatrices
→ **Jeu de données « espèces indicatrices »**
- l'autre partie a été dédiée au choix et la validation de l'indicateur
→ **Jeu de données « indicateur »**

Les relevés mis de côté pour le jeu de données « indicateur » ont été ceux de type « exhaustif » (relevés de type « espèces rares » écartés) pour lesquels le contexte forestier était sûr (rattachement à un syntaxon phytosociologique permettant de garantir que le relevé a bien été réalisé en milieu forestier).

L'idéal aurait été de répartir 2/3 des relevés dans le jeu de données « espèces indicatrices » et 1/3 des relevés pour le jeu de données « indicateur », néanmoins, assez peu de relevés répondaient aux critères cités ci-avant.

Le jeu de données « indicateur » a ensuite été divisé aléatoirement en deux :

- 2/3 des relevés ont été mis à contribution pour fixer les seuils des indicateurs
→ **Jeu de données « indicateur-seuil »**
- 1/3 des relevés ont été mis de côté pour tester l'outil et estimer le taux d'erreur
→ **Jeu de données « indicateur-validation »**

Après examen préliminaire, il est rapidement apparu que les indicateurs n'étaient pas pertinents dans les cas où trop peu d'espèces avaient été recensées au cours d'un relevé. De ce fait, le travail de détection de seuils et d'estimation des taux d'erreur n'a été fait que pour les relevés comprenant un minimum de dix espèces.

→ Etablissement de listes d'espèces indicatrices

Une espèce est indicatrice de forêt ancienne (ou récente) si sa fréquence d'occurrence est significativement plus élevée en forêt ancienne qu'en forêt récente (respectivement en forêt récente). Le développement de listes d'espèces indicatrices se base donc sur la comparaison pour chaque espèce des fréquences en forêts anciennes et récentes. Toutefois, d'autres variables interviennent pour expliquer la présence d'une espèce (conditions climatiques, sol, topographie...). Si la répartition des relevés selon les conditions écologiques n'est pas comparable en contexte ancien et récent (par exemple, si on compare des forêts anciennes de montagne sur sol acide à des forêts récentes de plaine sur sol riche), alors le risque est que la comparaison simple des fréquences soit biaisée et aboutisse à des listes d'espèces indicatrices erronées. On peut supposer que les forêts anciennes et récentes n'ont pas toujours des conditions comparables car le choix d'un propriétaire d'abandonner l'exploitation de parcelles agricoles n'est pas (forcément) aléatoire, les parcelles abandonnées peuvent être sur sols moins favorables, en forte pente, éloignées du siège d'exploitation ...etc. (SCIAMA *et al.* 2009). De même, ce sont préférentiellement les forêts sur sols fertiles qui ont été défrichées, les sols moins fertiles étant alors souvent alloués à la forêt.

Pour remédier à ce problème deux solutions sont envisageables pour établir des listes d'espèces indicatrices :

- comparaison simple de fréquences à partir de relevés de terrain couplés « forêt ancienne / forêt récente », les deux forêts d'un couple étant comparables sur toutes les variables environnementales susceptibles d'influencer la présence des espèces.
- comparaison de fréquences intégrant les autres variables susceptibles d'agir sur l'occurrence des espèces.

C'est cette deuxième solution que nous avons adoptée car elle permet de valoriser de larges jeux de données déjà collectées.

Pour cela, nous avons extrait les informations suivantes pour chaque relevé :

- climat : température annuelle moyenne, température du mois le plus chaud, température du mois le plus froid, précipitation annuelle moyenne, précipitation du mois le plus sec, précipitation du mois le plus humide (sources : BIOCLIM, <http://www.worldclim.org/bioclim>)
- géologie : sol dominant (source : FAO, <http://www.fao.org/ag/aql/aql/key2soil.stm>)
- topographie : altitude, pente, exposition (source : BD Alti® IGN, calcul de la pente et de l'exposition avec l'outil MNT/DEM de Qgis)

Pour comparer les fréquences d'occurrence des espèces entre forêts présumées anciennes et récentes tout en prenant en compte les conditions locales (sol, climat, topographie), nous avons opté pour la méthode des modèles linéaires généralisés¹⁴. Ces modèles permettent de prendre en compte l'influence de multiples facteurs et de déterminer la part de chacun dans la présence de l'espèce. Cependant, les variables que l'on peut intégrer dans un même modèle ne doivent pas être corrélées. Parmi nos variables locales (climatiques, topographiques et géologiques), nous avons donc sélectionné un jeu de variables non corrélées : exposition (reclassée en Nord, Sud, Est, Ouest), température moyenne annuelle, pente, et sol dominant.

Pour chaque espèce, nous avons tout d'abord déterminé le meilleur modèle¹⁵ basé sur le jeu de variables locales non corrélées¹⁶. Puis nous avons ajouté la variable forêt ancienne / forêt récente à celui-ci de manière à estimer son effet (l'espèce est-elle plus fréquente en forêt ancienne, en forêt récente, ou n'y a-t-il pas de différence ?) et sa significativité.

Lorsque que le nombre d'occurrences de l'espèce dans une zone biogéographique est inférieur à 30, les analyses n'ont pas été faites pour celle-ci. En effet, le jeu de données n'ayant pas été constitué spécifiquement pour traiter cette question, il nous a semblé que cette précaution était nécessaire pour limiter les biais potentiels d'échantillonnage.

→ Choix de l'indicateur

L'indicateur recherché doit être discriminant (il doit permettre de différencier forêts anciennes et récentes), fiable (le taux d'erreur associé doit être le plus faible possible), et facile à mettre en œuvre (simple et reproductible).

Pour chaque zone et chaque relevé du jeu de données « indicateur », nous avons mobilisé les listes d'espèces indicatrices pour calculer cinq indicateurs potentiels :

- **Nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes**
- **Proportion d'espèces indicatrices de forêts anciennes parmi toutes les espèces du relevé**
- **Nombre d'espèces indicatrices de forêts récentes**
- **Proportion d'espèces indicatrices de forêts récentes parmi toutes les espèces du relevé**
- **Ratio** =
$$\frac{\text{Nombre d'espèces indicatrices forêts anciennes} + 1}{\text{Nombre d'espèces indicatrices forêts récentes} + 1}$$

Pour ce dernier indice, on ajoute la quantité 1 au dénominateur et au numérateur pour pouvoir calculer le ratio dans les situations où il n'y a pas d'espèces indicatrices de forêts récentes et où la division par zéro poserait problème.

→ Détection de seuils et estimation des taux d'erreur

Pour un indicateur et une zone donnés, le jeu de données « indicateur-seuil » a servi à la détection du/des seuil(s). Pour cela, nous avons procédé à une détection automatique de « points de rupture¹⁷ » dans la distribution des relevés en forêts présumées anciennes et récentes classés par la valeur de l'indicateur (Figure 4).

¹⁴ Fonction 'logistf' de la librairie 'logistf' du logiciel R

¹⁵ Fonction 'dredge' de la librairie 'MuMIn' du logiciel R sur le modèle complet

¹⁶ Modèle additif avec effet simple pour chaque variable locale et effet quadratique pour la température moyenne annuelle

¹⁷ Fonction 'breakpoints' de la librairie 'strucchange' du logiciel R

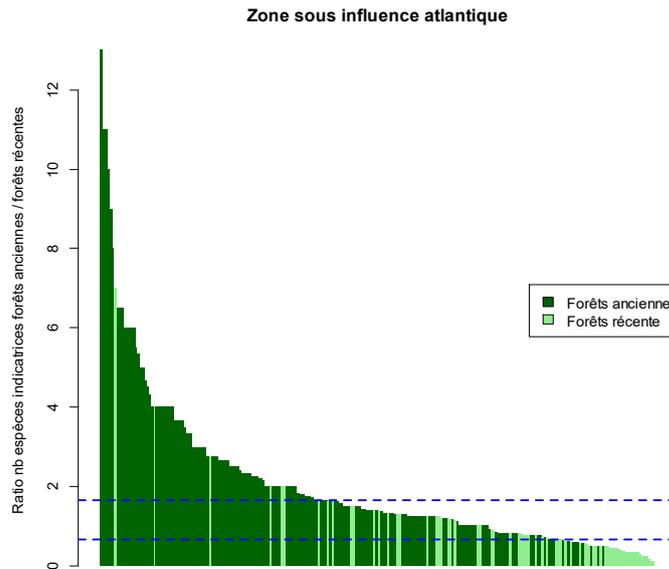


Figure 4 : Illustration de la procédure de détection de seuils : ici deux points de rupture (pointillés bleus) ont été détectés pour l'indicateur.

Pour un indicateur et une zone donnés, la pertinence de l'outil (indicateur et seuils associés) a ensuite été évaluée grâce au jeu de données « indicateur-validation ». Nous avons ainsi comparé les prédictions de l'outil en termes d'ancienneté des forêts, à l'ancienneté de la forêt obtenue par comparaison des forêts actuelles aux forêts de l'État-major. Ceci nous a permis de calculer les probabilités associées aux seuils (par exemple : au-delà du seuil 1, le relevé est en forêt ancienne avec une probabilité de x %), et le taux d'erreur de l'outil (la proportion de relevés mal classés par celui-ci).

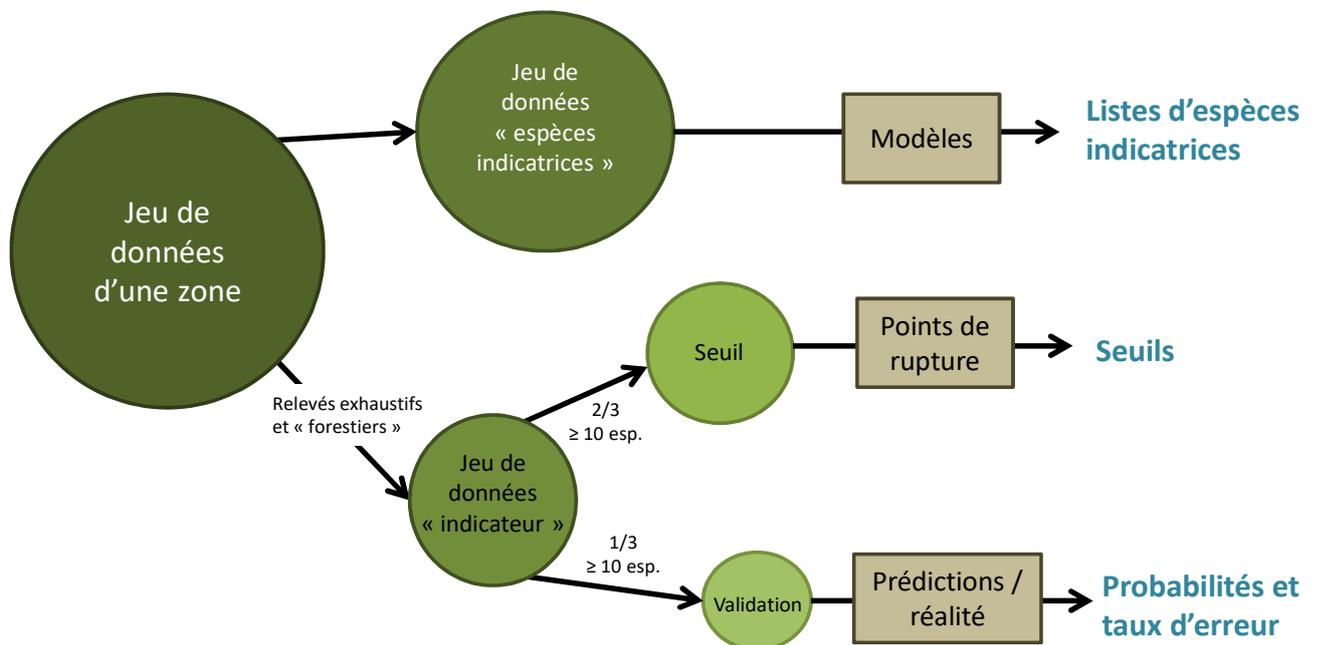


Figure 5 : Illustration de la partition des jeux de données et méthodes mises en œuvre.

Résultats

→ Jeux de données

Après les différents filtres appliqués, les jeux de données analysés sont :

- Zone continentale : 2570 relevés (1386 en forêts anciennes et 1184 en forêts récentes)
- Zone atlantique : 1920 relevés (1246 en forêts anciennes et 674 en forêts récentes)
- Zone continentale + atlantique : 4490 relevés (2632 en forêts anciennes et 1858 en forêts récentes)
- Zone supra-méditerranéenne : 853 relevés (321 en forêts anciennes et 532 en forêts récentes)

La partition de ces jeux de données conduit à¹⁸ :

- Pour établir les listes d'espèces indicatrices, les jeux de données sont :
 - Zone continentale : 2156 relevés (1087 en forêts anciennes et 1069 en forêts récentes)
 - Zone atlantique : 1458 relevés (909 en forêts anciennes et 549 en forêts récentes)
 - Zone continentale + atlantique : 3614 relevés (1996 en forêts anciennes et 1618 en forêts récentes)
 - Zone supra-méditerranéenne : 735 relevés (270 en forêts anciennes et 465 en forêts récentes)
- Pour fixer les seuils, les jeux de données sont :
 - Zone continentale : 244 relevés (171 en forêts anciennes et 73 en forêts récentes)
 - Zone atlantique : 242 relevés (171 en forêts anciennes et 71 en forêts récentes)
 - Zone supra-méditerranéenne : 63 relevés (33 en forêts anciennes et 30 en forêts récentes)
- Pour tester l'indicateur, les jeux de données sont :
 - Zone continentale : 81 relevés (64 en forêts anciennes et 17 en forêts récentes)
 - Zone atlantique : 86 relevés (65 en forêts anciennes et 21 en forêts récentes)
 - Zone supra-méditerranéenne : 23 relevés (6 en forêts anciennes et 17 en forêts récentes)

→ Listes d'espèces indicatrices

Pour la zone sous influence continentale, 827 espèces ont été examinées. Parmi celles-ci, 45 sont indicatrices de forêts anciennes et 33 sont indicatrices de forêts récentes (Tableau 1). L'ancienneté de la forêt ne semble pas influencer 51 espèces (liste en annexe 3), et nous ne pouvons pas conclure dans le cas de 698 espèces pour lesquelles le nombre d'occurrences étaient trop faible (liste en annexe 3).

Pour la zone sous influence atlantique, 810 espèces ont été examinées. Parmi celles-ci, 16 sont indicatrices de forêts anciennes et 28 sont indicatrices de forêts récentes (Tableau 1). L'ancienneté de la forêt ne semble pas influencer 56 espèces (liste en annexe 3), et nous ne pouvons pas conclure dans le cas de 710 espèces pour lesquelles le nombre d'occurrences étaient trop faible (liste en annexe 3).

Pour le jeu de données réunissant les zones continentale et atlantique, 1084 espèces ont été examinées. Parmi celles-ci, 55 sont indicatrices de forêts anciennes et 56 sont indicatrices de forêts récentes (Tableau 1). L'ancienneté de la forêt ne semble pas influencer 74 espèces (liste en annexe 3), et nous ne pouvons pas conclure dans le cas de 899 espèces pour lesquelles le nombre d'occurrences étaient trop faible (liste en annexe 3).

Pour la zone sous influence supra-méditerranéenne, 972 espèces ont été examinées. Parmi celles-ci, 5 sont indicatrices de forêts anciennes et une est indicatrice de forêts récentes (Tableau 1). L'ancienneté de la forêt ne semble pas influencer 17 espèces (liste en annexe 3), et nous ne pouvons pas conclure dans le cas de 949 espèces pour lesquelles le nombre d'occurrences étaient trop faible (liste en annexe 3).

¹⁸ La somme du nombre de relevés utilisés pour établir les listes d'espèces indicatrices, fixer les seuils et tester l'indicateur n'est pas égale au nombre de relevés avant partition car les relevés avec moins de 10 espèces ont été écartés lors du choix et de la validation de l'indicateur.

Tableau 1 : Espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes par zone biogéographique. Dans les cas où, selon la zone, l'espèce est indicatrice de forêts anciennes et récentes, le sens de l'indication est noté entre parenthèse (FA : indicatrice de forêts anciennes, FR : indicatrice de forêts récentes).

Nom du taxon	Zone Atlantique	Zone Continentale	Zone Continentale + Atlantique	Zone Supra-méditerranéenne	Indication
<i>Abies alba</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas indicatrice	Forêts anciennes
<i>Adenostyles alliariae</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Ajuga reptans</i>	Pas assez données	**	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Anemone nemorosa</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Athyrium filix-femina</i>	Pas indicatrice	**	**	Pas indicatrice	Forêts anciennes
<i>Avenella flexuosa</i>	Pas indicatrice	*	Pas indicatrice	Pas indicatrice	Forêts anciennes
<i>Betonica officinalis</i>	Pas assez données	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Blechnum spicant</i>	Pas assez données	****	***	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Cardamine amara</i>	Pas assez données	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Carex flacca</i>	Pas indicatrice	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Carex pilulifera</i>	**	*	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Carex sylvatica</i>	***	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Carpinus betulus</i>	****	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	Pas assez données	***	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Circaea alpina</i>	Pas assez données	*	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Clinopodium grandiflorum</i>	Pas assez données	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Convallaria majalis</i>	Pas assez données	Pas indicatrice	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Deschampsia cespitosa</i>	*	*	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Digitalis purpurea</i>	Pas indicatrice	**	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Doronicum austriacum</i>	Pas assez données	***	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Dryopteris dilatata</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Erica cinerea</i>	Pas indicatrice	Pas assez données	Pas indicatrice	**	Forêts anciennes
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	***	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Fagus sylvatica</i>	****	****	****	Pas indicatrice	Forêts anciennes
<i>Galium odoratum</i>	Pas indicatrice	***	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Genista pilosa</i>	Pas indicatrice	Pas indicatrice	Pas indicatrice	*	Forêts anciennes
<i>Geranium nodosum</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Pas assez données	***	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Hypericum pulchrum</i>	**	Pas indicatrice	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Ilex aquifolium</i>	****	Pas indicatrice	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Impatiens noli-tangere</i>	Pas assez données	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Juncus conglomeratus</i>	****	**	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Lamium galeobdolon</i>	Pas indicatrice	**	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Lonicera nigra</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Lonicera periclymenum</i>	**	*	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Luzula nivea</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Luzula pilosa</i>	Pas assez données	*	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Luzula sylvatica</i>	*	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Lysimachia nemorum</i>	Pas assez données	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Maianthemum bifolium</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Melica uniflora</i>	**	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Milium effusum</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Oxalis acetosella</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Prenanthes purpurea</i>	Pas indicatrice	***	**	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Quercus ilex</i>	Pas assez données	Pas assez données	Pas assez données	*	Forêts anciennes
<i>Quercus petraea</i>	****	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Ranunculus repens</i>	Pas assez données	**	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Rubus sect. Rubus</i>	*	Pas indicatrice	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Rumex arifolius</i>	Pas assez données	***	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Ruscus aculeatus</i>	*	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Sambucus racemosa</i>	Pas indicatrice	***	***	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	Pas assez données	**	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Sorbus aucuparia</i>	Pas indicatrice	*	Pas indicatrice	Pas indicatrice	Forêts anciennes
<i>Sorbus torminalis</i>	*	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Stellaria nemorum</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Streptopus amplexifolius</i>	Pas assez données	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Tilia cordata</i>	Pas assez données	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Tilia platyphyllos</i>	Pas assez données	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts anciennes
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Pas indicatrice	****	**	Pas indicatrice	Forêts anciennes
<i>Viola palustris</i>	Pas assez données	**	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts anciennes

Nom du taxon	Zone Atlantique	Zone Continentale	Zone Continentale + Atlantique	Zone Supra-méditerranéenne	Indication
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Achillea millefolium</i>	Pas assez données	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Agrostis capillaris</i>	Pas indicatrice	*	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Pas assez données	**	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	Pas assez données	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Bistorta officinalis</i>	Pas assez données	Pas indicatrice	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Brachypodium gr. pinnatum</i>	**	*	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Campanula rotundifolia</i>	Pas assez données	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Carex rostrata</i>	Pas assez données	Pas assez données	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Cirsium palustre</i>	**	Pas indicatrice	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Cistus pouzolzii</i>	Pas assez données	Pas assez données	Pas assez données	*	Forêts récentes
<i>Cornus sanguinea</i>	Pas assez données	Pas indicatrice	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Corylus avellana</i>	**	*	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Crataegus monogyna</i>	****	***	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	Pas assez données	****	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Cytisus scoparius</i>	*	***	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Dryopteris filix-mas</i>	*	**	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Epilobium angustifolium</i>	Pas assez données	*	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Erica tetralix</i>	**	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Pas assez données	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Euphorbia cyparissias</i>	Pas assez données	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Festuca gr. ovina</i>	Pas assez données	****	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Fragaria vesca</i>	Pas indicatrice	*	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Fraxinus excelsior</i>	**	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Galeopsis tetrahit</i>	*	Pas indicatrice	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Galium aparine</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Galium gr. mollugo</i>	Pas assez données	**	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Galium saxatile</i>	Pas indicatrice	Pas indicatrice	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Holcus lanatus</i>	Pas indicatrice	Pas indicatrice	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Hypericum perforatum</i>	Pas indicatrice	*	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Juncus acutiflorus</i>	*	Pas assez données	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Juniperus communis</i>	***	**	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Lactuca muralis</i>	Pas indicatrice	*	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Lonicera xylosteum</i>	*	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Lycopodium clavatum</i>	Pas assez données	Pas indicatrice	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Moehringia trinervia</i>	Pas indicatrice	**	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Myosotis gr. sylvatica</i>	Pas assez données	Pas assez données	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Nardus stricta</i>	Pas assez données	Pas assez données	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Picea abies</i>	**	**	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Pilosella officinarum</i>	Pas assez données	*	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Pinus sylvestris</i>	****	****	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Poa trivialis</i>	Pas assez données	Pas assez données	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Potentilla erecta</i>	*	**	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Prunus avium</i>	****	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Prunus spinosa</i>	****	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Pseudotsuga menziesii</i> ^a	Pas indicatrice	Pas indicatrice	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Quercus pubescens</i>	Pas assez données	Pas indicatrice	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Quercus robur</i>	***	Pas indicatrice	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Ribes alpinum</i>	***	Pas indicatrice	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Rosa canina</i>	***	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Rumex acetosella</i>	Pas assez données	**	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Salix caprea</i>	**	Pas indicatrice	**	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Sambucus nigra</i>	**	Pas indicatrice	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Sorbus aria</i>	Pas indicatrice	***	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Stellaria holostea</i>	Pas indicatrice	Pas indicatrice	*	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Teucrium scorodonia</i>	Pas indicatrice	****	****	Pas indicatrice	Forêts récentes
<i>Urtica dioica</i>	*	****	****	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Veronica chamaedrys</i>	Pas assez données	**	***	Pas assez données	Forêts récentes
<i>Calluna vulgaris</i>	*** (FR)	** (FR)	*** (FR)	*** (FA)	Forêts anciennes et récentes
<i>Castanea sativa</i>	** (FR)	Pas indicatrice	**** (FR)	* (FA)	Forêts anciennes et récentes
<i>Frangula alnus</i>	* (FR)	* (FA)	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts anciennes et récentes
<i>Juncus effusus</i>	**** (FR)	** (FA)	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts anciennes et récentes
<i>Molinia caerulea</i>	* (FR)	* (FA)	Pas indicatrice	Pas assez données	Forêts anciennes et récentes

Les étoiles indiquent la significativité de l'effet de l'ancienneté de la forêt (ancienne/récente) sur l'occurrence de l'espèce. * p-valeur < 0.05, ** p-valeur < 0.01, *** p-valeur < 0.001, **** p-valeur < 0.0001. Plus l'indice est élevé (****), meilleure est la valeur prédictive de l'espèce]

^a *Pseudotsuga menziesii* : se reporter au paragraphe sur les essences forestières en Discussion.

Si on compare les listes d'espèces indicatrices séparées des trois zones biogéographiques, 94 espèces ont une réponse univoque (soit indicatrice de forêts anciennes, soit de forêts récentes, Tableau 1), seules 5 espèces ont une réponse équivoque (réponse contrastée en fonction de la zone). Ce sont : *Calluna vulgaris* et *Castanea sativa* (indicatrice de forêts récentes en zone atlantique et de forêts anciennes en zone supra-méditerranéenne), *Frangula alnus*, *Juncus effusus* et *Molinia caerulea* (indicatrices de forêts récentes en zone atlantique et de forêts anciennes en zone continentale).

Le tableau en annexe 2 permet de confronter nos résultats à ceux de six études similaires. Pour les espèces souvent citées comme indicatrices de forêts anciennes et récentes par ces études (au moins 2 fois), nos listes sont globalement concordantes. La majorité des différences concernent des espèces citées une seule fois par ces études.

Globalement, les listes d'espèces indicatrices de la zone supra-méditerranéenne se distinguent très nettement des zones atlantique et continentale (aucune espèce en commun avec les deux autres zones Tableau 2 et Tableau 3). Les zones atlantique et continentale partagent 9 espèces indicatrices de forêts anciennes (Tableau 2) et 15 espèces indicatrices de forêts récentes (Tableau 3).

Tableau 2 : Comparaison des listes d'espèces indicatrices de forêts anciennes entre zones. Les chiffres traduisent le nombre d'espèces partagées par deux listes. Sur la diagonale apparaît le nombre d'espèces indicatrices de chaque zone.

	Zone Atlantique	Zone Continentale	Zone Supra-méditerranéenne
Zone Atlantique	16		
Zone Continentale	9	45	
Zone Supra-méditerranéenne	0	0	5

Tableau 3 : Comparaison des listes d'espèces indicatrices de forêts récentes entre zones. Les chiffres traduisent le nombre d'espèces partagées par deux listes. Sur la diagonale apparaît le nombre d'espèces indicatrices de chaque zone.

	Zone Atlantique	Zone Continentale	Zone Supra-méditerranéenne
Zone Atlantique	28		
Zone Continentale	15	33	
Zone Supra-méditerranéenne	0	0	1

Pour les zones atlantique et continentale, si on compare les listes séparées à la liste commune (Tableau 1), on peut dénombrer 10 espèces présentes dans une liste séparée mais absentes de la liste commune : *Avenella flexuosa*, *Sorbus aucuparia*, *Viola palustris* (indicatrices de forêts anciennes dans la zone continentale), *Frangula alnus*, *Juncus effusus*, *Molinia caerulea* (indicatrices de forêts anciennes dans la zone continentale et indicatrices de forêts récentes dans la zone atlantique), *Rubus sect. Rubus* (indicatrice de forêts anciennes dans la zone atlantique), *Hypericum perforatum* (indicatrices de forêts récentes dans la zone continentale), *Galeopsis tetrahit*, *Juncus acutiflorus*, (indicatrices de forêts récentes dans la zone atlantique).

A l'inverse, 26 espèces sont absentes des listes séparées mais présentes dans la liste commune : *Betonica officinalis*, *Cardamine amara*, *Carex flacca*, *Clinopodium grandiflorum*, *Convallaria majalis*, *Impatiens noli-tangere*, *Lysimachia nemorum*, *Streptopus amplexifolius*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* (indicatrices de forêts anciennes), et *Asplenium adiantum-nigrum*, *Bistorta officinalis*, *Campanula rotundifolia*, *Carex rostrata*, *Cornus sanguinea*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca gr. ovina*, *Galium saxatile*, *Holcus lanatus*, *Lycopodium clavatum*, *Myosotis gr. sylvatica*, *Nardus stricta*, *Poa trivialis*, *Pseudotsuga menziesii*¹⁹, *Quercus pubescens*, *Stellaria holostea* (indicatrices de forêts récentes).

¹⁹ Pour *Pseudotsuga menziesii* : se reporter au paragraphe sur les essences forestières en Discussion.

→ Choix de l'indicateur

Pour la zone sous influence supra méditerranéenne, la liste d'espèces indicatrices de forêts récentes ne contient qu'une seule espèce, les indicateurs nombre et proportion d'espèces indicatrices de forêts récentes ainsi que le ratio ont donc très peu d'intérêt. Par ailleurs, pour les indicateurs nombre et proportion d'espèces indicatrices de forêts anciennes, nous n'avons pas pu mettre en évidence de seuils. **Nous ne sommes donc pas en mesure de proposer un outil basé sur la flore vasculaire pour la zone sous influence supra méditerranéenne.**

Pour les zones atlantique et continentale, le **ratio entre le nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes est le meilleur indicateur** (taux d'erreur le plus faible). Ce ratio est donc l'indicateur que nous retiendrons, sous le nom d'**IFA (pour « Indicateur floristique d'ancienneté »)**

D'autre part, **les résultats obtenus en utilisant la liste d'espèces indicatrices commune (zone continentale + atlantique) sont meilleurs** que ceux obtenus avec des listes séparées (Tableau 4). Ils sont illustrés par les Figure 6 et Figure 7.

Pour la zone sous influence continentale, nous avons détecté un seuil : lorsque le ratio IFA est supérieur à 1, la forêt est sûrement ancienne (probabilité de 94 % estimée à partir du jeu de données de validation), lorsqu'il est inférieur ou égal à 1, nous ne pouvons pas conclure (probabilité de 50 % récente estimée à partir du le jeu de données de validation). Le taux d'erreur global est de 21 %²⁰, c'est-à-dire que dans quatre cas sur cinq, les relevés du jeu de données de validation sont correctement classés par ces seuils.

Pour la zone sous influence atlantique, nous avons détecté deux seuils : lorsque le ratio IFA est supérieur à 1,5, la forêt est sûrement ancienne (probabilité de 89 % estimée à partir du le jeu de données de validation), lorsqu'il est compris entre 0,67 et 1,5, la forêt est probablement ancienne (probabilité de 71 % estimée à partir du le jeu de données de validation), lorsqu'il est inférieur ou égal à 0,67, la forêt est sûrement récente (probabilité de 88 % estimée à partir du le jeu de données de validation). Le taux d'erreur global est de 17%.

Tableau 4 : Comparaison des résultats obtenus avec l'indicateur 'ratio IFA' pour les zones atlantique et continentale avec les listes d'espèces indicatrices séparées et commune.

Zone continentale		Zone atlantique	
Liste continentale	Liste atlantique + continentale	Liste atlantique	Liste atlantique + continentale
Ratio > 1,25 Statut : forêt ancienne Probabilité : 89 %	Ratio > 1 Statut : forêt ancienne Probabilité : 94 %	Ratio > 1,33 Statut : forêt ancienne Probabilité : 100 %	Ratio > 1,5 Statut : forêt ancienne Probabilité : 89 %
Ratio ≤ 1,25 Statut : forêt ancienne Probabilité : 71 %	Ratio ≤ 1 Statut : forêt récente Probabilité : 50 %	0,57 < Ratio ≤ 1,33 Statut : forêt ancienne Probabilité : 88 %	0,67 < Ratio ≤ 1,5 Statut : forêt ancienne Probabilité : 71 %
		Ratio ≤ 0,57 Statut : forêt récente Probabilité : 54 %	Ratio ≤ 0,67 Statut : forêt récente Probabilité : 88 %
Taux d'erreur : 21 %	Taux d'erreur : 21 %	Taux d'erreur : 18 %	Taux d'erreur : 17 %

²⁰ Ce taux d'erreur est basé sur une classification en forêt récente des relevés dont le ratio est inférieur ou égal à 1. Néanmoins, au vu de la probabilité associée (50 %), nous ne conseillons pas de classer ces relevés en forêt récente, il nous semble plus prudent de conclure à une ancienneté inconnue pour ces relevés.

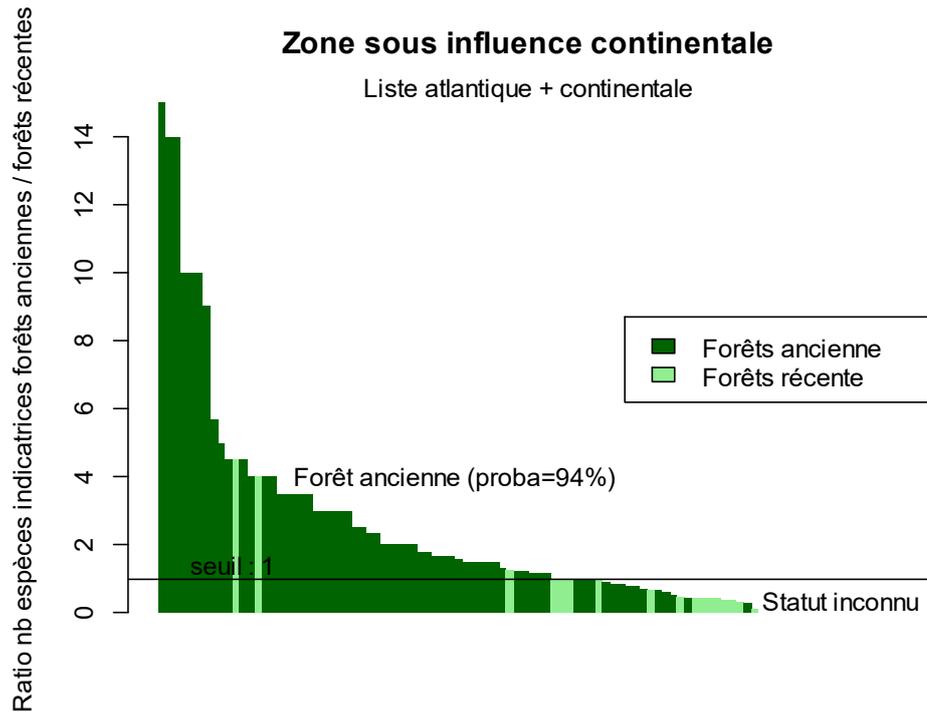


Figure 6 : Validation de l'indicateur 'ratio IFA' dans la zone continentale (liste d'espèces indicatrices commune) : seuil, prédictions et probabilités associées.

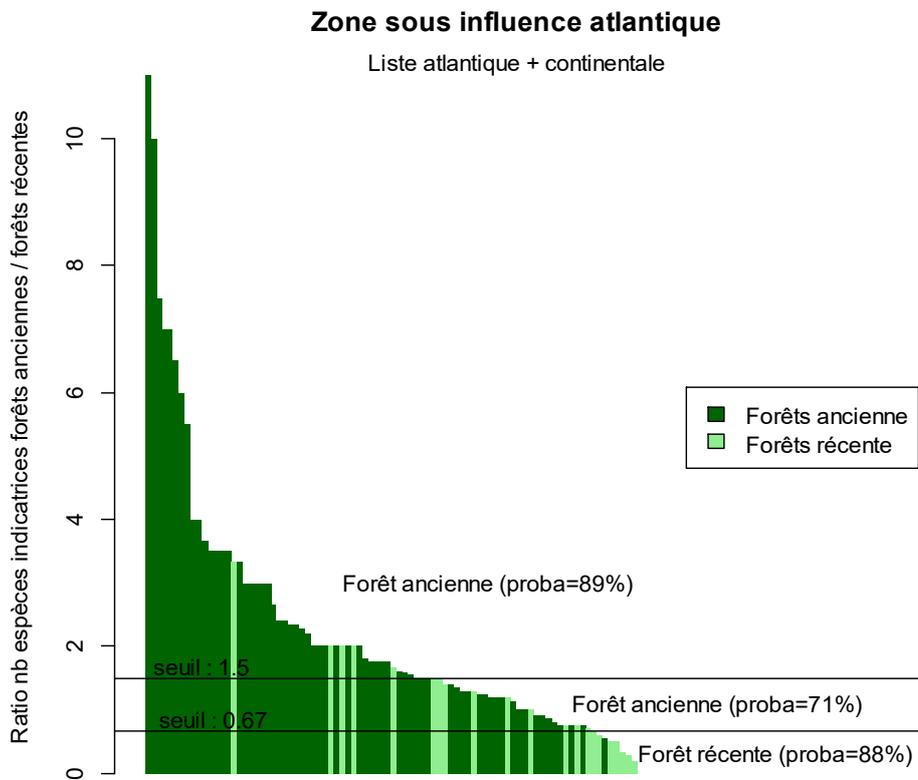


Figure 7 : Validation de l'indicateur 'ratio IFA' dans la zone atlantique (liste d'espèces indicatrices commune) : seuils, prédictions et probabilités associées.

Discussion

Pour les zones sous influence continentale et atlantique, la liste d'espèces indicatrices commune est la plus pertinente (taux d'erreur plus faible, Tableau 4). Ceci peut s'expliquer par :

- l'accroissement du nombre d'occurrences dans le jeu de données commun qui augmente la puissance statistique pour détecter l'effet de l'ancienneté,
- les espèces communes aux deux listes séparées (Tableau 2 et Tableau 3),
- un nombre faible d'espèce avec des réponses contrastées entre zones (indicatrice de forêts anciennes dans une zone et de forêts récentes dans l'autre).

Par ailleurs, la constitution d'une liste commune simplifie la mise en œuvre pratique de l'outil flore vasculaire sur le terrain, et ce d'autant plus que les influences atlantiques et continentales peuvent varier dans les zones de frontières entre les deux secteurs identifiés au niveau macroclimatique, à la faveur du relief notamment.

Il n'y a quasiment aucune liste d'espèces indicatrices de l'ancienneté des forêts sous influence méditerranéenne disponible (autre qu'à dire d'expert) qui nous permettrait de confronter nos résultats (DUPOUEY *et al.* 2002; VALLAURI *et al.* 2009). Aussi, il nous est difficile d'interpréter le faible nombre d'espèces indicatrices mises en évidence : est-ce dû à un nombre de relevés trop faible, ou est-ce une réalité écologique (moindre différence entre les deux types de forêts du point de vue de la flore) ? Ces deux explications sont certainement vraies. Il est possible que la différence entre forêts et milieux ouverts soit moins forte dans cette zone que dans les zones atlantique et continentale, et les cortèges floristiques moins différenciés. En effet, les forêts supra méditerranéennes sont assez ouvertes, et les zones de pâquis et parcours sont souvent partiellement composés de ligneux. La limite entre les usages agricoles et forestiers est donc probablement moins nette que dans les autres zones biogéographiques.

Parmi les espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes que nous avons mises en évidence, il y a un certain nombre d'essences forestières²¹.

Les différences de fréquences de ces essences entre forêts anciennes et récentes peuvent être en partie liées à des différences de traits de vie. En effet, les essences pionnières ou post-pionnières (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Pinus sylvestris*...) à forte capacité de dispersion vont coloniser rapidement des terres délaissées par l'agriculture, puis vont être remplacées progressivement au cours de la maturation dendrologique du peuplement par les dryades (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*). Les dryades, espèces d'ombre, peinent à se régénérer en milieu ouvert non forestier ce qui expliquerait qu'elles se rencontrent moins fréquemment en contexte récent. Cette transition progressive s'observe fréquemment dans le Massif central sur d'anciens parcours abandonnés (LATHUILLIÈRE *et al.* 2015; RENAUX 2013), avec la régénération progressive du Hêtre sous couvert de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*).

On constate que le Chêne sessile (*Quercus petraea*) est plus fréquent en contexte ancien, tandis que le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) plus fréquent en contexte récent. Ceci avait déjà été montré lors d'analyses précédentes en forêts non humides (MALZIEU 2015). Ce résultat peut être mis en perspective avec la plus grande capacité de dispersion et le caractère plus héliophile du Chêne pédonculé, ainsi que par des phénomènes d'hybridation entre espèces (pollinisation du Chêne pédonculé par le Chêne sessile, tandis que l'hybridation inverse est beaucoup plus rare). En forêt mésophile, ce phénomène permettrait au Chêne sessile de profiter du comportement pionnier du Chêne pédonculé et de le remplacer progressivement par hybridation. Ainsi, le Chêne sessile est favorisé à long terme (KREMER *et al.* 2002), d'autant plus que celui-ci est plus adapté aux milieux non engorgés et résiste mieux à la sécheresse (RAMEAU *et al.* 1989). Ce phénomène est limité en forêt humide où le Chêne pédonculé est plus à son avantage et n'est donc pas remplacé.

Pour d'autres essences indicatrices, il faut considérer l'influence de la sylviculture actuelle et passée qui peuvent biaiser l'effet de l'ancienneté. En effet, l'homme sélectionne les espèces arborées pour ses besoins (bois d'œuvre, de chauffe ...). Les essences présentes aujourd'hui dans une forêt peuvent être le fruit de la sélection par les forestiers dans le passé (par exemple traitement en futaie de chênes au détriment du hêtre, charbonnage enlevant ou privilégiant les essences de bois de chauffage). Une essence pourra être plus fréquente par exemple en forêts anciennes pour des raisons liées aux propriétés du sol ou à de faibles capacités de dispersion (effet de la continuité temporelle de l'état boisé), mais aussi pour des raisons de sélection par les forestiers au cours des derniers siècles. A l'inverse, des espèces exotiques comme le Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) et l'Epicéa commun (*Picea abies*), apparaissent plus fréquentes en forêts récentes non pas pour des raisons écologiques, mais pour des raisons d'histoire forestière : ces deux essences ont été introduites pour le reboisement dans le nord du massif central à compter de 1830 environ, et les plantations du fonds forestiers national, qui ont eu lieu notamment sur des sols agricoles, encourageaient leur utilisation (LATHUILLIÈRE, 2012). Ceci peut expliquer leur fréquence plus grande en contexte récent, même si elles ne sont pas absentes en contexte ancien, puisqu'elles ont été utilisées en conversion de peuplements existants et qu'elles se

²¹ espèces ligneuses arborées, utilisées généralement pour la production forestière

régénèrent largement de manière spontanée à proximité des plantation.

Pour faire le parallèle avec la méthode adoptée par Léo Malzieux lors de son stage (MALZIEU 2015), qui avait développé des listes d'espèces indicatrices par grand type de forêt, nous avons appliqué notre outil sur les relevés utilisés par Léo Malzieux mais non-mobilisés par la présente étude.

Il apparaît que l'outil (liste d'espèces indicatrices, ratio IFA et seuil) :

- est pertinent pour
 - o les forêts d'éboulis des zones atlantique et continentale
 - o les hêtraie-chênaies collinéennes des zones atlantique et continentale
 - o les forêts d'éboulis des zones atlantique et continentale
 - o les forêts humides à bois dur de la zone continentale
- le seuil mériterait d'être rehaussé pour
 - o les hêtraies-sapinière montagnardes de la zone continentale
- ne conviendrait pas pour
 - o les hêtraies-sapinière montagnardes de la zone atlantique
 - o les forêts humides à bois dur de la zone atlantique

Dans ces deux derniers cas, ceci peut s'expliquer par un effet négligeable de l'ancienneté des forêts sur les espèces végétales, ou bien par des listes d'espèces indicatrices qui ne sont pas adaptées à ces milieux. Les listes pourraient être inadaptées du fait de la faible représentativité de ces milieux dans le jeu de données analysées (pas assez de relevés) ou bien de par la réponse contradictoire des espèces indicatrices de ces milieux dans d'autres types de forêts. Seules des études complémentaires permettraient de conclure.

Précautions d'utilisation et « mode d'emploi »

Limites et perspectives

L'analyse statistique que nous avons développée pour dresser les listes d'espèces indicatrices fait l'hypothèse que les données sont de type présence-absence, c'est-à-dire que si une espèce n'est pas notée sur un relevé, c'est que cette espèce est absente. Or, nous savons qu'une partie des relevés ne sont pas exhaustifs. Une perspective de travail serait donc de considérer que les données sont de type présence seule et de les analyser avec des méthodes alternatives (modèles de distribution d'espèces).

Nous pensons que la prise en compte de variables environnementales augmente la robustesse de notre approche pour établir les listes d'espèces indicatrices. Ceci pourrait être encore amélioré en ayant des variables climatiques plus fines spatialement et également en intégrant d'autres facteurs comme l'essence dominante, la maturité du peuplement (BERGÈS *et al.* 2016) qui ne sont malheureusement pas disponibles dans notre jeu de données. Si la maturité du peuplement influence significativement la présence de certaines espèces, nos analyses sont susceptibles d'être biaisées car la proportion de peuplements matures est supérieure en forêts anciennes. Si certaines études ont porté sur les effets de la conversion, rares sont les études sur la flore qui différencient les effets de l'ancienneté et de la maturité (mais voir DITTRICH *et al.* 2013; KELEMEN *et al.* 2014). L'exploitation forestière augmente la diversité de la flore herbacée par rapport aux forêts en libre évolution, du fait de l'ouverture de la canopée lors des coupes, il semblerait néanmoins que la flore vasculaire soit moins sensible à l'exploitation du bois (forêts exploitées vs non exploitées) que d'autres groupes taxonomiques (PAILLET *et al.* 2010), et que l'effet de l'ancienneté de la forêt soit plus fort sur la flore que l'effet de maturité (KELEMEN *et al.* 2014). Au cours du cycle sylvogénétique, on observe des variations de la composition floristique²², variations plus fortes en forêts gérées qu'en forêts à caractère naturel, en raisondes coupes forestières dans le premier cas (hêtraies de montagne des Balkans, UJHÁZY *et al.* 2005).

D'autre part, pour chaque relevé du jeu de données analysées, nous avons extrait l'information de l'ancienneté de la forêt par comparaison de carte à deux dates données (carte actuelle et carte d'Etat-major). Néanmoins, il est possible que la continuité de l'état boisé entre ces deux dates ait été remise en cause par des défrichements, mise en culture

²² Dans ces forêts à caractère naturel, c'est au début du stade d'effondrement et lors de la phase de régénération (peuplements sur-matures) que la diversité floristique la plus forte est observée. Les espèces hygrosclaphiles comme les fougères (*Dryopteris carthusiana*, *D. filix-mas*, *Athyrium filix-femina*) sont plus abondantes dans les stades fermés, alors que les espèces nitrophiles (*Geranium robertianum*) comme celles d'ourlet (*Rubus idaeus*) se développent dans les stades d'effondrement (UJHÁZY *et al.* 2005).

puis retour à la forêt. Les cartes de l'Etat-major comportent également une part d'imprécision (calage des cartes), et sont parfois difficiles à interpréter (couleurs passées, contours flous, figurés problématiques).

Par ailleurs, les seuils de l'indicateur 'ratio' ont été fixés avec des données les plus proches possible de relevés exhaustifs en forêts. Néanmoins, ces relevés, de type phytosociologiques, ne représentent qu'une partie de la réalité des forêts anciennes et récentes du Massif central. En effet, les phytosociologues se placent en conditions homogènes de végétation et échantillonnent généralement des cortèges « typiques ». Il est par exemple rarissime que des relevés phytosociologiques aient concernés des plantations d'espèces de résineux (Douglas, Epicéas). Pour ces milieux forestiers, qui couvrent des surfaces importantes du Massif central, nous ne sommes donc pas en mesure de garantir la pertinence des seuils proposés.

Avant d'appliquer cet outil en routine, il est nécessaire de **vérifier la pertinence de ces seuils sur des relevés de terrain réalisés spécifiquement dans cette optique** (couplés forêts anciennes / forêts récentes). A ce titre, nous sommes réellement en attente de retour d'expérience des personnes intéressées par la problématique. Grâce à la capitalisation de données récoltées selon le protocole proposé ci-dessous, un outil clairement validé sur le terrain ou amélioré si nécessaire pourra émerger.

Enfin, une perspective de travail réside dans le test d'indicateurs basés non pas sur le nombre ou la proportion d'espèces indicatrices mais sur leur recouvrement, recouvrement d'autant plus pertinent dans le cas d'espèce à reproduction végétative ou d'espèces formant des « tapis » (Jacinthe des bois par exemple). Nous ne l'avons pas fait car trop peu de relevés comprenaient ces informations complètes. Par ailleurs, il nous semble que cela compliquerait le calcul de l'indicateur et que l'assignement de recouvrement comporte une part de subjectivité non négligeable.

Domaine d'application

Notre outil d'identification des forêts anciennes basé sur la flore vasculaire n'est **valable que lorsque plus de dix espèces sont présentes**. Cette condition peut poser problème pour les peuplements très sombres où la strate herbacée ne peut pas s'exprimer, c'est le cas par exemple de hêtraies au couvert très dense, de plantations sombres de résineux. Dans ces cas particuliers, on peut estimer que la flore vasculaire ne comporte pas assez d'information pour nous renseigner sur le passé de la forêt.

Par ailleurs, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que **nos listes d'espèces indicatrices ne sont pas exhaustives**. Pour certaines espèces, l'ancienneté n'a pas d'effet (voir annexe 2), mais pour une grande majorité, le nombre d'occurrences dans nos jeux de données était trop faible pour pouvoir tester l'effet de l'ancienneté. Il est donc très probable que d'autres espèces soient indicatrices de forêts anciennes / récentes dans le Massif central, notamment dans la zone sous influence supra-méditerranéenne ou dans les forêts de montagne sous influence atlantiques.

Protocole

Sur le terrain, nous conseillons aux personnes qui souhaiteraient utiliser notre outil de relever pendant la saison de végétation toutes les espèces de la flore vasculaire présentes sur une surface donnée, que celles-ci fassent partie des listes d'espèces indicatrices ou non. On pourra y associer des coefficients d'abondance-dominance, qui ne sont pas nécessaires au calcul de l'indicateur mais qui peuvent servir à d'autres fins (caractérisation de la végétation). Pour cela, une surface de 400 m² sera positionnée en évitant les situations de lisières, de bords de chemin... Dans un objectif de capitalisation des données en vue de l'amélioration continue de l'outil, il sera primordial d'associer au relevé un descriptif du peuplement (plantation de Douglas, hêtraie-chênaie, accrue forestière, forêt alluviale...), ainsi que toute autre indication pouvant donner une présomption d'ancienneté ou de non-ancienneté²³.

Les compétences requises pour ces relevés sont les compétences classiques d'un botaniste. Le matériel est relativement léger et peu coûteux (loupe, flores, planche et fiches de terrain). A titre indicatif, une durée approximative de 20 à 40 minutes par relevé peut être envisagée (hors trajets et déterminations complémentaires au laboratoire).

Au retour du terrain, l'opérateur dénombre les espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes de chaque relevé et calcule le ratio IFA. Il compare ensuite la valeur du ratio IFA aux seuils proposés selon la zone biogéographique où a été effectué le relevé pour conclure quant à l'ancienneté estimée d'après la flore (forêt ancienne ou récente, et niveau de fiabilité du diagnostic) (Figure 8). Une feuille de calcul permet à l'opérateur d'obtenir de manière automatique le calcul du ratio IFA et un pronostic sur l'ancienneté probable de la forêt d'après la flore vasculaire.

²³ Voir notamment la partie « Sol, patrimoine archéologique et usages anciens » pour les traces d'usages anciens observables sur le terrain.

EZ7

Continental

Calcul du ratio IFA* pour un relevé floristique

*IFA = indicateur floristique d'Ancienneté

Anne Villemey & Benoît Renaux, Conservatoire botanique national du Massif central, V 03-2-2017



Retrouvez l'article complet "Des listes d'espèces indicatrices à un outil opérationnel pour identifier les forêts anciennes et récentes à partir de la flore vasculaire" et l'ensemble des autres contributions sur http://cbnmc.fr/forets_anciennes

Pour pouvoir estimer l'ancienneté de la forêt grâce sa flore vasculaire, un relevé floristique exhaustif est à réaliser sur une surface d'environ 400 m² (avantage si le relevé est pauvre en espèces), à positionner en évitant les situations de lisières, de bords de chemin, les places de dépôt... L'ensemble de la flore vasculaire sera toutefois notée sur la placette (il ne s'agit pas d'un relevé phytosociologique, l'exhaustivité est à préférer à l'homogénéité).

Il est vivement conseillé de multiplier les placettes, afin de fonder le diagnostic d'ancienneté sur plusieurs placettes et non une seule.

Enfin, il est VIVEMENT CONSEILLÉ de croiser les résultats obtenus avec le ratio IFA avec d'autres approches permettant d'évaluer l'ancienneté, notamment les cartes anciennes, l'étude des archives forestière, la recherche d'indices archéologiques notamment de surface, l'analyse des sols... Afin de pouvoir croiser les résultats obtenus avec d'autres indicateurs et méthodes (archives, cartes anciennes...), il est conseillé de noter en outre un descriptif du peuplement au moins succinct du peuplement et des conditions stationnelles (altitude, situation topographique...), ainsi que toute autre indication pouvant donner une présomption d'ancienneté ou de non-ancienneté.

La liste et la formule proposées sont valables pour le Massif central sous influences atlantiques et continentale (à l'exclusion de la marge méridionale sur influences méditerranéennes)

Mode d'emploi : remplir les cases en gris (noter le nombre total d'espèces dans le relevé et mettre un "1" devant les espèces des deux listes présentes dans le relevé).

Le calcul du ratio IFA et le diagnostic se calculent automatiquement à partir des données renseignées.

Ratio IFA = $\frac{\text{Nombre d'espèces indicatrices forêts anciennes} + 1}{\text{Nombre d'espèces indicatrices forêts récentes} + 1}$

Secteur biogéographique dans lequel est présente la forêt (voir carte dans l'onglet "carte")

Atlantique
Continental

Type de forêt

Forêt collinéennes (stage de végétation de la hêtraie-chamaie-chamaie)

Forêts de montagne (stage de végétation de la hêtraie-chamaie-chamaie)

Forêts d'éboulis et de ravins (sol mobile et généralement dominé par les éléments grossiers, pente souvent forte à très forte)

Forêts humides à bois dur (présence d'une nappe d'eau à faible profondeur ou proximité d'un cours d'eau)

Nombre total d'espèces dans le relevé (espèces de forêts anciennes, récentes et autres espèces) 20

Résultats

Ratio IFA pour le relevé : 2,0

la forêt est sûrement ancienne

Ratio IFA pour la zone sous influences atlantiques

→ Sûrement en forêt ancienne

→ Probablement en forêt ancienne

→ Sûrement en forêt récente

1,5
0,67

Ratio IFA pour la zone sous influences continentales

→ Sûrement en forêt ancienne

→ Impossible de conclure

1



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Calcul du ratio IFA* pour un relevé floristique												
2	*IFA = indicateur floristique d'Ancienneté												
3	Anne Villemey & Benoît Renaux, Conservatoire botanique national du Massif central, V 03-2-2017												
4	Retrouvez l'article complet "Des listes d'espèces indicatrices à un outil opérationnel pour identifier les forêts anciennes et récentes à partir de la flore vasculaire" et l'ensemble des autres contributions sur http://cbnmc.fr/forets_anciennes												
5	Pour pouvoir estimer l'ancienneté de la forêt grâce sa flore vasculaire, un relevé floristique exhaustif est à réaliser sur une surface d'environ 400 m ² (avantage si le relevé est pauvre en espèces), à positionner en évitant les situations de lisières, de bords de chemin, les places de dépôt... L'ensemble de la flore vasculaire sera toutefois notée sur la placette (il ne s'agit pas d'un relevé phytosociologique, l'exhaustivité est à préférer à l'homogénéité).												
6	Il est vivement conseillé de multiplier les placettes, afin de fonder le diagnostic d'ancienneté sur plusieurs placettes et non une seule.												
7	Enfin, il est VIVEMENT CONSEILLÉ de croiser les résultats obtenus avec le ratio IFA avec d'autres approches permettant d'évaluer l'ancienneté, notamment les cartes anciennes, l'étude des archives forestière, la recherche d'indices archéologiques notamment de surface, l'analyse des sols... Afin de pouvoir croiser les résultats obtenus avec d'autres indicateurs et méthodes (archives, cartes anciennes...), il est conseillé de noter en outre un descriptif du peuplement au moins succinct du peuplement et des conditions stationnelles (altitude, situation topographique...), ainsi que toute autre indication pouvant donner une présomption d'ancienneté ou de non-ancienneté.												
8	La liste et la formule proposées sont valables pour le Massif central sous influences atlantiques et continentale (à l'exclusion de la marge méridionale sur influences méditerranéennes)												
9	Mode d'emploi : remplir les cases en gris (noter le nombre total d'espèces dans le relevé et mettre un "1" devant les espèces des deux listes présentes dans le relevé).												
10	Le calcul du ratio IFA et le diagnostic se calculent automatiquement à partir des données renseignées.												
11	Ratio IFA = $\frac{\text{Nombre d'espèces indicatrices forêts anciennes} + 1}{\text{Nombre d'espèces indicatrices forêts récentes} + 1}$												
12	Secteur biogéographique dans lequel est présente la forêt (voir carte dans l'onglet "carte")												
13	Atlantique Continental												
14	Type de forêt												
15	Forêt collinéennes (stage de végétation de la hêtraie-chamaie-chamaie)												
16	Forêts de montagne (stage de végétation de la hêtraie-chamaie-chamaie)												
17	Forêts d'éboulis et de ravins (sol mobile et généralement dominé par les éléments grossiers, pente souvent forte à très forte)												
18	Forêts humides à bois dur (présence d'une nappe d'eau à faible profondeur ou proximité d'un cours d'eau)												
19	Nombre total d'espèces dans le relevé (espèces de forêts anciennes, récentes et autres espèces) 20												
20	Résultats												
21	Ratio IFA pour le relevé : 2,0												
22	la forêt est sûrement ancienne												
23	Ratio IFA pour la zone sous influences atlantiques												
24	→ Sûrement en forêt ancienne												
25	→ Probablement en forêt ancienne												
26	→ Sûrement en forêt récente												
27	1,5 0,67												
28	Ratio IFA pour la zone sous influences continentales												
29	→ Sûrement en forêt ancienne												
30	→ Impossible de conclure												
31	1												
32	Taxons indicateurs de forêts anciennes												
33	Abies alba												
34	Adenostyles alliariae												
35	Ajuga reptans												
36	Anemone nemorosa												
37	Athyrum filix-femina												
38	Betonica officinalis												
39	Blechnum spicant												
40	Cardamine amara												
41	Carex flacca												
42	Carex pilulifera												
43	Carex sylvatica												
44	Carpinus betulus												
45	Chrysosplenium oppositifolium												
46	Circaea alpina												
47	Climacium grandiflorum												
48	Convallaria majalis												
49	Deschampsia cespitosa												
50	Digitalis purpurea												
51	Doronicum austriacum												
52	Dryopteris carthusiana												
53	Dryopteris dilatata												
54	Euphorbia amygdaloides												
55	Fagus sylvatica												
56	Galium odoratum												
57	Geranium nodosum												
58	Gymnocarpium dryopteris												
59	Hypericum pulchrum												
60	Ilex aquifolium												
61	Impatiens noli-tangere												
62	Juncus conglomeratus												
63	Lamium galeobdolon												
64	Lonicera nigra												
65	Lonicera periclymenum												
66	Luzula nivea												
67	Luzula pilosa												
68	Luzula sylvatica												
69	Lysimachia nemorum												
70	Maianthemum bifolium												
71	Melica uniflora												
72	Miliium effusum												
73	Oxalis acetosella												
74	Prenanthes purpurea												
75	Quercus petraea												
76	Ranunculus acanthifolius												
77	Ranunculus repens												
78	Rumex crispus												
79	Ruscus aculeatus												
80	Sambucus racemosa												
81	Saxifraga rotundifolia												
82	Sorbus torminalis												
83	Stellaria nemorum												
84	Streptopus amplexifolius												
85	Tilia cordata												
86	Tilia platyphyllos												
87	Vaccinium myrtillus												
88	Taxons indicateurs de forêts récentes												
89	Acer pseudoplatanus												
90	Achillea millefolium												
91	Agrimonia eupatoria												
92	Anthriscus silvestris												
93	Asplenium adnigrum												
94	Bistorta officinalis												
95	Brachypodium gr. pinnatum												
96	Calluna vulgaris												
97	Campanula rotundifolia												
98	Carex rostrata												
99	Castanea sativa												
100	Cirsium palustre												
101	Cornus sanguinea												
102	Corylus avellana												
103	Crataegus monogyna												
104	Cytisus oramediterraneus												
105	Cytisus scoparius												
106	Dryopteris filix-mas												
107	Epilobium angustifolium												
108	Erica tetralix												
109	Eriophorum angustifolium												
110	Euphorbia cyparissias												
111	Festuca gr. ovina												
112	Fragaria vesca												
113	Fraxinus excelsior												
114	Galium aparine												
115	Galium gr. mollugo												
116	Galium saxatile												
117	Helleborus viridis												
118	Helleborus viridis												
119	Helleborus viridis												
120	Helleborus viridis												
121	Helleborus viridis												
122	Helleborus viridis												
123	Helleborus viridis												
124	Helleborus viridis												
125	Helleborus viridis												
126	Helleborus viridis												
127	Helleborus viridis												
128	Helleborus viridis												
129	Helleborus viridis												
130	Helleborus viridis												
131	Helleborus viridis												
132	Helleborus viridis												
133	Helleborus viridis												
134	Helleborus viridis												
135	Helleborus viridis												
136	Helleborus viridis												
137	Helleborus viridis												
138	Helleborus viridis												
139	Helleborus viridis												
140	Helleborus viridis												
141	Helleborus viridis												
142	Helleborus viridis												
143	Helleborus viridis												
144	Helleborus viridis												
145	Helleborus viridis												
146	Helleborus viridis												
147	Helleborus viridis												
148	Helleborus viridis												
149	Helleborus viridis												
150	Helleborus viridis												
151	Helleborus viridis												
152	Helleborus viridis												
153	Helleborus viridis												
154	Helleborus viridis												
155	Helleborus viridis												
156	Helleborus viridis												
157	Helleborus viridis												
158	Helleborus viridis												
159	Helleborus viridis												
160	Helleborus viridis												
161	Helleborus viridis												

Conclusion

D'un point de vue écologique, la flore vasculaire est un groupe taxonomique pertinent pour évaluer l'ancienneté des forêts et contribuer à étayer une présomption d'ancienneté. Il a été largement utilisé pour développer des listes d'espèces indicatrices de forêts anciennes et récentes, néanmoins, celles-ci ne sont pas forcément adaptées aux forêts du Massif central.

Par l'analyse de larges jeux de données botaniques déjà collectées, nous avons développé des listes d'espèces indicatrices pour les zones sous influence atlantique, continentale et supra méditerranéenne. A partir de ces listes difficilement opérationnelles sur le terrain, nous avons cherché un indicateur associé à des seuils permettant de distinguer forêts anciennes et récentes.

Pour les régions continentale et atlantique, développer une liste d'espèces indicatrices commune semble être plus pertinent et plus pratique sur le terrain. Parmi les cinq indicateurs testés, c'est le ratio entre le nombre d'espèces indicatrices de forêts anciennes et le nombre d'espèces indicatrices de forêts récentes qui est le plus à même de distinguer forêt ancienne et récente. Si nos résultats sont très prometteurs, ce n'est qu'une première étape, cet outil doit être soumis « à l'épreuve du terrain » avant d'être appliqué plus largement.

Pour la zone sous influence supra méditerranéenne, notre liste contient trop peu d'espèces indicatrices pour développer un outil basé sur la flore vasculaire.

Il n'y a pas d'outil parfait, la flore vasculaire est un outil parmi d'autres, c'est la combinaison de plusieurs outils qui nous permettra d'identifier avec la meilleure fiabilité les forêts anciennes.

L'étude des combinaisons d'espèces associées aux contextes ancien ou récent, et la prise en compte de l'abondance relative des espèces sont des pistes possible d'amélioration de l'outil.

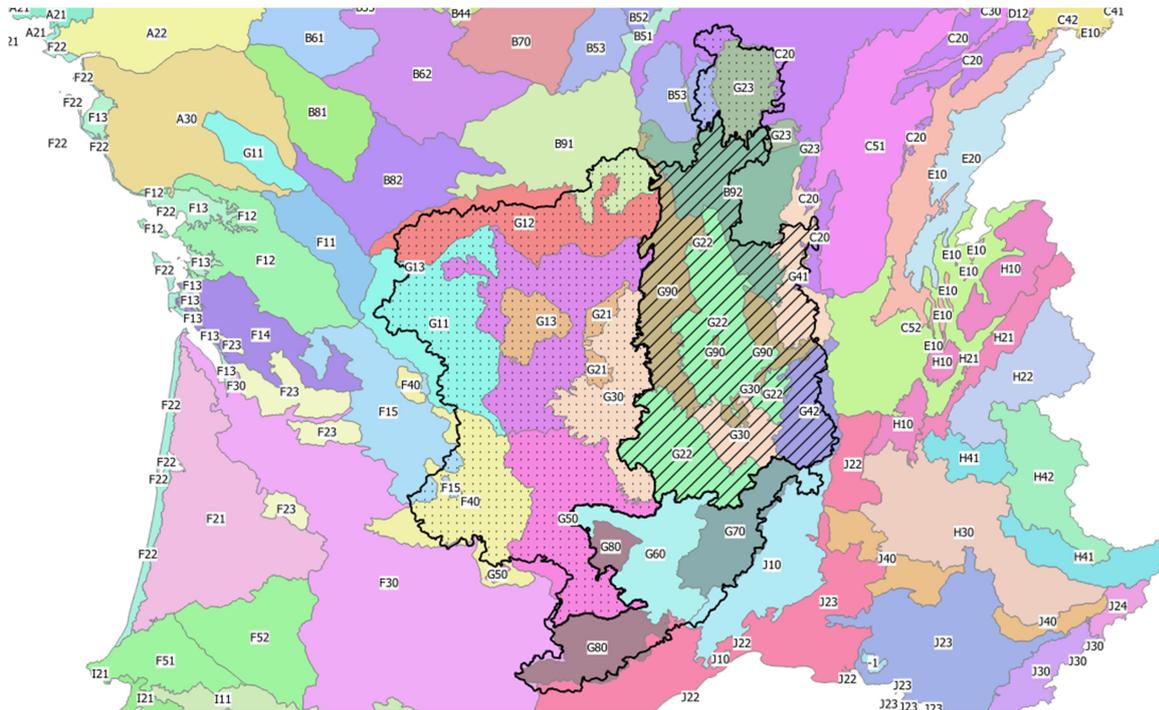
Bibliographie

- ANTONETTI PH., BRUGEL E., KESSLER F., BARBE J.-P. & TORT M. 2006. *Atlas de La Flore d'Auvergne*. Conservatoire botanique national du Massif central.
- BERGES L., AVON C., ARNAUDET L., ARCHAUX F., CHAUCHARD S. & DUPOUEY J.L. 2016. Past Landscape Explains Forest Periphery-to-core Gradient of Understorey Plant Communities in a Reforestation Context. *Diversity and Distributions* 22 (1): 3–16. doi:10.1111/ddi.12384.
- BURGER K. 2007. *Impact Des Anciennes Formes D'utilisation Sur Les Sols Forestiers Dans Les Vosges et En Forêt Noire*. DUPOUEY J.-L., DAMBRINE E., DARDIGNAC C. & GEORGES-LEROY M., 175–180.
- CAVAIGNAC S. 2009. *Les Sylvoécorégions (SER) de France Métropolitaine. Étude de Définition*. IGN.
- CRAWFORD, C. 2009. Ancient Woodland Indicator Plants in Scotland. *Scottish Forestry* 63 (1): 6–19.
- DAMBRINE E., DUPOUEY J.-L., LAÛT L., HUMBERT L., THINON M., BEAUFILS T. & RICHARD H. 2007. Present forest biodiversity patterns in France related to former Roman agriculture. *Ecology* 88, 1430–1439.
- DE FRENNE P., BAETEN L., GRAAE B. J., BRUNET J., WULF M., ORCZEWSKA A., KOLB A., JANSEN I., JAMONEAU A., JACQUEMYN H., HERMY M., DIEKMANN M., DE SCHRIJVER A., DE SANCTIS M., DECOCQ G. & COUSINS S.A.O., VERHEYEN K. 2010. Interregional Variation in the Floristic Recovery of Post-Agricultural Forests. *Journal of Ecology*, December, no-no. doi:10.1111/j.1365-2745.2010.01768.x.
- DITTRICH S., HAUCK M., SCHWEIGATZ D., DÖRFLER I., HÜHNE R., BADE C., JACOB M. & CHRISTOPH LEUSCHNER. 2013. Separating Forest Continuity from Tree Age Effects on Plant Diversity in the Ground and Epiphyte Vegetation of a Central European Mountain Spruce Forest. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 208 (4): 238–46. doi:10.1016/j.flora.2013.03.006.
- DUPOUEY J.-L., SCIAMA D., KOERNER W., DAMBRINE E. & RAMEAU J.-C. 2002. La Végétation Des Forêts Anciennes. *Revue Forestière Française* 54 (6): 521–32.
- FAVRE C., GREL A., GRANIER E., COSSERAT-MANGEOT R., BACHACOU J. & DUPOUEY J.-L. 2013. *Digitalisation Des Cartes Anciennes - Manuel Pour La Vectorisation de L'usage Des Sols et Le Géoréférencement Des Minutes 1:40 000 de La Carte d'Etat Major*. INRA.
- FEBVRE V. 2010. *Les Forêts Anciennes Du Parc National Des Cévennes*. Rapport de stage. Parc national des Cévennes.

- FLINN K. M. & VELLEND M. 2005. Recovery of Forest Plant Communities in Post-Agricultural Landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3 (5): 243–250.
- FREY W. & LÖSCH R. 2010. Pflanze Und Vegetation in Raum Und Zeit Autoren: Frey. 3. Auflage. *Geobotanik*.
- GLAVES P., HANDLEY C., ROTHERHAM I., BIRBECK J. & WRIGHT B. 2009. *Field Surveys for Ancient Woodlands: Issues and Approaches*. <http://nrl.northumbria.ac.uk/1822/>.
- GOßNER M., ENGEL K. & JESSEL B. 2008. Plant and Arthropod Communities in Young Oak Stands: Are They Determined by Site History? *Biodiversity and Conservation* 17 (13): 3165–80. doi:10.1007/s10531-008-9418-0.
- GRAAE B. J. 2000. The Effect of Landscape Fragmentation and Forest Continuity on Forest Floor Species in Two Regions of Denmark. *Journal of Vegetation Science* 11 (6): 881–92. doi:10.2307/3236558.
- GRAAE B. J., HANSEN T. & P. B. SUNDE. 2004. The Importance of Recruitment Limitation in Forest Plant Species Colonization: A Seed Sowing Experiment. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 199 (3): 263–70. doi:10.1078/0367-2530-00154.
- GRAAE B. J. & SUNDE P. B. 2000. The Impact of Forest Continuity and Management on Forest Floor Vegetation Evaluated by Species Traits. *Ecography* 23 (6): 720–73.
- HERMY M., HONNAY O., FIRBANK L., GRASHOF-BOKDAM C. & LAWESSON J. E. 1999. An Ecological Comparison between Ancient and Other Forest Plant Species of Europe, and the Implications for Forest Conservation. *Biological Conservation* 91 (1): 9–22.
- HERMY M. & VERHEYEN K. 2007. Legacies of the Past in the Present-Day Forest Biodiversity: A Review of Past Land-Use Effects on Forest Plant Species Composition and Diversity. *Ecological Research* 22 (3): 361–71. doi:10.1007/s11284-007-0354-3.
- HONNAY O., DEGROOTE B. & HERMY M. 1998. *Ancient-Forest Plant Species in Western Belgium: A Species List and Possible Ecological Mechanisms*. Belgian Journal of Botany 130 (2): 139–54.
- ITO N. S. R. & BUCKLEY G. P. 2004. Effects of Previous Land-Use on Plant Species Diversity in Semi-Natural and Plantation Forests in a Warm-Temperate Region in Southeastern Kyushu, Japan. *Forest Ecology and Management* 196 (2–3): 213–25. doi:10.1016/j.foreco.2004.02.050.
- KELEMEN K., KRIVAN A. & STANDOVAR T. 2014. Effects of Land-Use History and Current Management on Ancient Woodland Herbs in Western Hungary. Edited by Beverly Collins. *Journal of Vegetation Science* 25 (1): 172–83. doi:10.1111/jvs.12046.
- KREMER A., PETIT R.-J. & DUCOUSSO A. 2002. Biologie Évolutive et Diversité Génétique Des Chênes Sessile et Pédonculé. *Rev. For. Fr.*, LIV (2): 111–30.
- LATHUILLIERE L. 2012. Petite histoire botanique de quelques essences forestières de l'Auvergne au travers des flores et atlas de 1800 à 2010. In *Actes Des Premières Rencontres Végétales Du Massif Central – Le Puy-en-Velay, 2010*, 105–111.
- LATHUILLIÈRE L., LE COQUEN M. & RENAUX B. 2015. Le Pin Sylvestre En Auvergne : Approche Phytoécologique et Historique. In *Actes Des Secondes Rencontres Végétales Du Massif Central - Limoges, 2012*, 123–134.
- MALZIEU L. 2015. *Établissement D'une Liste D'espèces Végétales Indicatrices Des Forêts Anciennes Du Massif Central*. Rapport de stage. CBNMC.
- NAMAN S. 2013. *Les Plantes et L'ancienneté de L'état Boisé*. CNPF.
- PAILLET Y., BERGÈS L., HJÄLTÉN L., ÓDOR P., AVON C., BERNHARDT-RÖMERMANN M., BIJLSMA R.-J., DE BRUYN L., FUHR M., GRANDIN U., KANKA R., LUNDIN L., LUQUE S., MAGURA T., MATESANZ S., MÉSZÁROS I., SEBASTIÁ M.-T., SCHMIDT W., STANDOVÁR T., TÓTHMÉRÉSZ B., UOTILA A., VALLADARES F., VELLAK K. & VIRTANEN R. 2010. Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe. *Conservation Biology* 24 (1): 101–12. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01399.x.
- PERRIN P. M. & DALY O. H. 2010. *A Provisional Inventory of Ancient and Long-Established Woodland in Ireland*. Irish Wildlife Manuals, No. 46. National Parks and Wildlife Service, Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland.
- RAMEAU J.-C., MANSION D. & DUMÉ G. 1989. *Flore Forestière Française, Guide Écologique Forestier*. Vol. tome 1, plaines et collines. IDF.

- RAMEAU J.-C., GAUBERVILLE CH. & DRAPIER N. 2000. *Gestion Forestiere et Diversite Biologique Tome 2 : France, Domaine Continental*.
- RENAUX B. 2013. *Compléments D'inventaire et de Cartographie Des Habitats Naturels Forestiers Sur Le Site Natura 2000 FR 8301081 « Gorges de La Loire et Affluents, Partie Sud »*. Conservatoire Botanique National Du Massif Central \ Conseil Général de Haute-Loire.
- RENAUX B., LE HÉNAFF P.-M. & CHOISNET G. 2015. Contribution À La Déclinaison de Nouvelles Associations Forestières Du Massif Central. *Bull Soc bot Centre-Ouest*, no. 45: 386–437.
- RENAUX B. & VILLEMÉY A. 2016. *Cartographie Des Forêts Prémées Anciennes Du Département de l'Allier D'après Les Cartes de l'État-Major*. Conservatoire botanique national du Massif central, Département de l'Allier.
- ROSE F. 1999. Indicators of Ancient Woodland The Use of Vascular Plants in Evaluating Ancient Woods for Nature Conservation. *British Wildlife*, 241–51.
- SAVOIE J.-M., BARTOLI M., BRIN A., BRUSTEL H., CELLE J., CORRIOL G., COSTE C., HANNOIRE C., HARREL M., LARRIEU L., SARTHOU V. & VALLADARES L. 2011. *Forêts Pyrénéennes Anciennes de Midi-Pyrénées. Rapport d'Etude de Projet FEDER 2008-2011*.
- SCHMIDT M., MÖLDER A., SCHÖNFELDER E., ENGEL F., SCHMIEDEL I. & CULMSEE H. 2014. Determining Ancient Woodland Indicator Plants for Practical Use: A New Approach Developed in Northwest Germany. *Forest Ecology and Management* 330 (October): 228–39. doi:10.1016/j.foreco.2014.06.043.
- SCIAMA D., AUGUSTO L., DUPOUEY J.-L., GONZALEZ M. & MOARES DOMÍNGUEZ C. 2009. Floristic and Ecological Differences between Recent and Ancient Forests Growing on Non-Acidic Soils. *Forest Ecology and Management* 258 (5): 600–608. doi:10.1016/j.foreco.2009.04.027.
- UJHÁZY K., KRIŽOVÁ E., VANČO M., FREŇÁKOVÁ E. & ONDRUŠ M. 2005. *Herb Layer Dynamics of Primeval Fir-Beech Forests in Central Slovakia*. Natural Forests in the Temperate Zone of Europe—values and Utilisation. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf & Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv, 193–202.
- VALLAURI D., LORBER D., PETERS P. & PIMENTA R. 2009. *Les Forêts Anciennes de Méditerranée*. WWF. http://www.foretsanciennes.fr/wp-content/uploads/Vallauri-et-al_2009_BD.pdf.
- VELLEND M. 2004. Parallel Effects of Land-Use History on Species Diversity and Genetic Diversity of Forest Herbs. *Ecology* 85 (11): 3043–55. doi:10.1890/04-0435.
- VERHEYEN K., BOSSUYT B., HONNAY O. & HERMY M. 2003. Herbaceous Plant Community Structure of Ancient and Recent Forests in Two Contrasting Forest Types. *Basic and Applied Ecology* 4 (6): 537–546.
- VERHEYEN K., HONNAY O., MOTZKIN G., HERMY M. & FOSTER D. R. 2003. Response of Forest Plant Species to Land-Use Change: A Life-History Trait-Based Approach. *Journal of Ecology* 91 (4): 563–577.

Annexe 1 : Regroupement des sylvoécorégions du Massif central (loi montagne) en trois zones biogéographiques.



Zone sous influence **atlantique**, tout ou partie de :

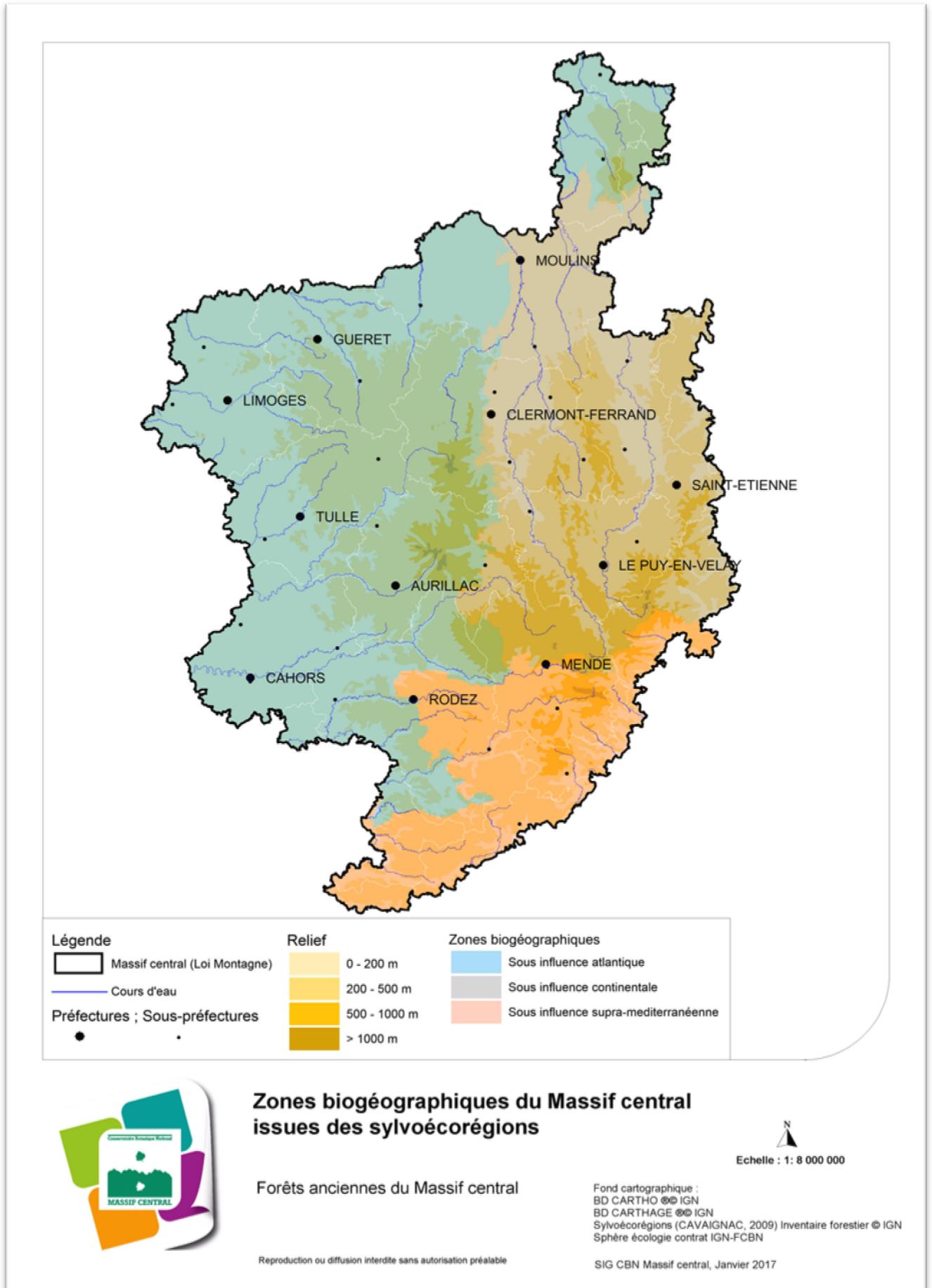
- G23 : Morvan et Autunois
- C30 : Plaines et dépressions argileuses du Nord-Est
- B53 : Pays-Fort, Nivernais et plaines prémorvandelles
- G30 (partie ouest) : Massif central volcanique
- G12 : Marches du Massif central
- G13 : Plateaux limousins
- G21 : Plateaux granitiques ouest du Massif central
- G11 : Châtaigneraie du Centre et de l'Ouest
- B91 : Boischaut et Champagne berrichonne
- F15 : Périgord
- F40 : Causses du Sud-Ouest
- G50 : Ségala et Châtaigneraie auvergnate

Zone sous influence **continentale**, tout ou partie de :

- B92 : Bourbonnais et Charolais
- G90 : Plaines alluviales et piémonts du Massif central
- G22 : Plateaux granitiques du centre du Massif central
- G30 (partie est) : Massif central volcanique
- G41 : Bordure nord-est du Massif central
- G42 : Monts du Vivarais et du Pilat

Zone sous influence **supra méditerranéenne**, tout ou partie de :

- G60 : Grands Causses
- G70 : Cévennes
- G80 : Haut-Languedoc et Lézou
- J10 : Garrigues
- J22 : Plaines et collines rhodaniennes et languedociennes



Annexe 2 : Confrontation des listes d'espèces indicatrices entre études similaires.

Etude	Dupouey et al. 2002	Wulf 2003 Nord-est	Verheyen et al. 2003 Belgique Nord	Dambrière et al. 2007 France forêt de Tronçais	Febvre 2010 France Cévennes	Bergès et al. 2016 France Moitié Nord	Kelemen et al. 2013 Hongrie Est	Synthèse des 7 études	Présente étude		
									France Massif central sous influence	France Massif central sous influence	France Massif central sous influence
Zone d'étude	France Jura	Allemagne Nord-est	Belgique Nord	France forêt de Tronçais	France Cévennes	France Moitié Nord	Hongrie Est		France Massif central sous influence	France Massif central sous influence	France Massif central sous influence
Méthode	Aquisition de données	Aquisition de données	Aquisition de données	Aquisition de données	Valorisation de données déjà récoltées et	Valorisation de données déjà récoltées	Aquisition de données		Valorisation de données déjà récoltées		
nb								nb			
FA								FR			
<i>Anemone nemorosa</i>	FA	FA	FA		FA	FA		5	0		FA
<i>Lamium galeobdolon</i>	FA	FA	FA	FR		FA	FA	5	1		FA
<i>Galium odoratum</i>	FA	FA			FA		FR	4	1		FA
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	FA			FR		FA	FA	3	1	FA	
<i>Lathyrus vernus</i>	FA				FA		FA	3	0		
<i>Lonicera periclymenum</i>		FA	FA	FA		FA		4	0	FA	FA
<i>Luzula pilosa</i>	FA	FA		FR		FA		3	1		FA
<i>Moianthemum bifolium</i>		FA	FA		FA			3	0		FA
<i>Mercurialis perennis</i>		FA				FA	FA	3	0		
<i>Millium effusum</i>	FA	FA		FR		FA		3	1		FA
<i>Phyteuma spicatum</i>	FA	FA			FA			3	0		
<i>Polygonatum multiflorum</i>		FA	FA			FA		3	0		
<i>Populus tremula</i>	FA	FA				FA		3	0		
<i>Primula elatior</i>	FA		FA	FR		FA		3	1		
<i>Pteridium aquilinum</i>		FA	FA		FR	FA		3	1		
<i>Acer platanoides</i>		FA			FA			2	0		
<i>Carex pilulifera</i>		FA				FA		2	0	FA	FA
<i>Convallaria majalis</i>	FA	FA		FA				3	0		
<i>Fagus sylvatica</i>		FA		FA		FA		3	0	FA	FA
<i>Festuca heterophylla</i>	FA				FA			2	0		
<i>Luzula sylvatica</i>					FA	FA		2	0	FA	FA
<i>Paris quadrifolia</i>		FA	FA					2	0		
<i>Quercus petraea</i>	FA					FA		2	0	FA	FA
<i>Vaccinium myrtillus</i>		FA				FA		2	0		FA
<i>Carpinus betulus</i>		FA		FR		FA		2	1	FA	FA
<i>Melica uniflora</i>		FA		FR		FA		2	1	FA	
<i>Stellaria holostea</i>		FA		FR		FA		2	1		
<i>Vicia sepium</i>	FA			FR		FA		2	1		
<i>Carex sylvatica</i>	FA	FA		FR		FA	FR	3	2	FA	
<i>Viola reichenbachiana</i>	FA	FA		FR		FA		3	2		FR
<i>Acer pseudoplatanus</i>	FA	FA				FR		2	1		FR
<i>Athyrium filix-femina</i>		FA				FA	FR	2	1		FA
<i>Avenella flexuosa</i>		FA			FR	FA		2	1		
<i>Deschampsia cespitosa</i>			FA			FA	FR	2	1	FA	FA
<i>Oxalis acetosella</i>		FA				FA	FR	2	1		FA
<i>Veronica officinalis</i>		FA				FA	FR	2	1		
<i>Acer campestre</i>				FR		FA		1	1		
<i>Anemone ranunculoides</i>							FA	1	0		
<i>Arum maculatum</i>			FA					1	0		
<i>Asarum europaeum</i>						FA		1	0		
<i>Betula pubescens</i>		FA						1	0		
<i>Brachypodium gr. pinnatum</i>						FA		1	0	FR	FR
<i>Cardamine bulbifera</i>							FA	1	0		
<i>Cardamine enneaphyllis</i>							FA	1	0		
<i>Cardamine pentaphyllis</i>					FA			1	0		
<i>Carex brizoides</i>						FA		1	0		
<i>Carex digitata</i>						FA		1	0		
<i>Carex remota</i>						FA		1	0		
<i>Carex umbrosa</i>						FA		1	0		
<i>Conopodium majus</i>					FA			1	0		
<i>Corydalis cava</i>							FA	1	0		
<i>Corydalis intermedia</i>							FA	1	0		
<i>Crataegus laevigata</i>						FA		1	0		
<i>Drymochloa sylvatica</i>						FA		1	0		
<i>Dryopteris dilatata</i>			FA					1	0		FA
<i>Equisetum sylvaticum</i>		FA						1	0		
<i>Euphorbia dulcis</i>	FA							1	0		
<i>Fragula alnus</i>		FA						1	0		
<i>Gagea spathacea</i>		FA						1	0		
<i>Hedera helix</i>		FA		FR				1	1		
<i>Hieracium lachenalii</i>		FA						1	0		
<i>Holcus mollis</i>			FA					1	0		
<i>Hyacinthoides non-scripta</i>						FA		1	0		
<i>Hypericum hirsutum</i>						FA		1	0		
<i>Hypericum pulchrum</i>						FA		1	0	FA	
<i>Isopyrum thalictroides</i>							FA	1	0		
<i>Juncus conglomeratus</i>						FA		1	0	FA	FA
<i>Lathyrus linifolius var. montanus</i>					FA			1	0		
<i>Lilium martagon</i>	FA							1	0		
<i>Luzula campestris</i>						FA		1	0		
<i>Luzula luzuloides</i>						FA		1	0		
<i>Luzula nivea</i>					FA			1	0		FA
<i>Melampyrum pratense</i>		FA						1	0		
<i>Molinia caerulea</i>				FA		FA		2	0	FR	FA
<i>Myosotis gr. sylvatica</i>					FA			1	0		
<i>Narcissus pseudonarcissus</i>					FA			1	0		
<i>Parietaria officinalis</i>							FA	1	0		
<i>Poa chaixii</i>						FA		1	0		
<i>Prenanthes purpurea</i>					FA			1	0		
<i>Prunus serotina</i>		FA						1	0		
<i>Pseudotsuga menziesii</i>						FA		1	0		
<i>Ranunculus auricomus</i>		FA						1	0		
<i>Ranunculus tuberosus</i>					FA			1	0		
<i>Rubus idaeus</i>		FA						1	0		
<i>Sorbus torminalis</i>						FA		1	0	FA	FA
<i>Stellaria nemorum</i>					FA			1	0		FA
<i>Thuidium tamariscinum</i>						FA		1	0		
<i>Tilia cordata</i>				FR				1	1		
<i>Tilia platyphyllos</i>		FA				FA		1	0		
<i>Ulmus laevis</i>		FA						1	0		
<i>Veronica chamaedrys</i>				FR	FA			1	1		FR
<i>Vinca minor</i>						FA		1	0		
<i>Viola riviniana</i>		FA						1	0		
<i>Viola mirabilis</i>						FA		1	0		

Etude	Dupouey et al. 2002	Wulf 2003	Verheyen et al. 2003	Dambrine et al. 2007	Febvre 2010	Bergès et al. 2016	Kelemen et al. 2013	Présente étude				
								France Massif central sous influence	France Massif central sous influence	France Massif central sous influence		
Zone d'étude	France Jura	Allemagne Nord-est	Belgique Nord	France forêt de Tronçais	France Cévennes	France Moitié Nord	Hongrie Est	Synthèse des 7 études				
Methode	Aquisition de données	Aquisition de données	Aquisition de données	Aquisition de données	Valorisation de données déjà récoltées et	Valorisation de données déjà récoltées	Aquisition de données			Valorisation de données déjà récoltées		
Espèce								nb FA	nb FR			
<i>Crataegus monogyna</i>	FR			FR	FR	FR		0	4	FR	FR	
<i>Urtica dioica</i>		FR		FR		FR	FR	0	4	FR	FR	
<i>Alnus glutinosa</i>		FR				FR		0	2			
<i>Cornus sanguinea</i>	FR					FR		0	2			
<i>Dryopteris filix-mas</i>				FR	FR		FR	0	3	FR	FR	
<i>Fragaria vesca</i>						FR	FR	0	2		FR	
<i>Ligustrum vulgare</i>	FR					FR		0	2			
<i>Lonicera xylosteum</i>	FR					FR		0	2	FR		
<i>Prunus spinosa</i>	FR			FR		FR		0	3	FR	FR	
<i>Ranunculus repens</i>		FR					FR	0	2		FA	
<i>Rosa canina</i>					FR	FR		0	2	FR	FR	
<i>Galeopsis tetrahit</i>			FR				FR	0	2	FR		
<i>Scrophularia nodosa</i>			FR	FR			FR	0	3			
<i>Stellaria media</i>		FR					FR	0	2			
<i>Viburnum lantana</i>	FR					FR		0	2			
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		FA		FR		FR	FR	1	3			
<i>Euonymus europaeus</i>	FR	FA		FR		FR		1	3			
<i>Agrostis capillaris</i>					FR			0	1		FR	
<i>Alchemilla gr. alpina</i>					FR			0	1			
<i>Calamagrostis epigejos</i>							FR	0	1			
<i>Caltha palustris</i>		FR						0	1			
<i>Campanula rotundifolia</i>					FR			0	1			
<i>Carex acutiformis</i>		FR						0	1			
<i>Circaea lutetiana</i>				FR			FR	0	2			
<i>Cirsium arvense</i>							FR	0	1			
<i>Clinopodium vulgare</i>							FR	0	1			
<i>Cytisus oromediterraneus</i>					FR			0	1		FR	
<i>Daphne laureola</i>	FR							0	1			
<i>Dioscorea communis</i>	FR							0	1			
<i>Erica cinerea</i>						FR		0	1			FA
<i>Erigeron annuus</i>							FR	0	1			
<i>Fallopia dumetorum</i>		FR						0	1			
<i>Festuca filiformis</i>					FR			0	1			
<i>Ficaria verna</i>							FR	0	1			
<i>Filipendula ulmaria</i>						FR		0	1			
<i>Genista pillosa</i>					FR			0	1			FA
<i>Geum urbanum</i>						FR		0	1			
<i>Goodyera repens</i>					FR			0	1			
<i>Helleborus foetidus</i>	FR							0	1			
<i>Heracleum sphondylium</i>		FR						0	1			
<i>Impatiens noli-tangere</i>							FR	0	1			
<i>Juncus effusus</i>							FR	0	1	FR	FA	
<i>Juniperus communis</i>					FR			0	1	FR	FR	
<i>Knautia drymeia</i>							FR	0	1			
<i>Lapsana communis</i>							FR	0	1			
<i>Lycopus europaeus</i>		FR						0	1			
<i>Lysimachia nummularia</i>							FR	0	1			
<i>Lysimachia vulgaris</i>		FR						0	1			
<i>Mentha aquatica</i>		FR						0	1			
<i>Myosotis scorpioides</i>		FR						0	1			
<i>Neottia ovata</i>						FR		0	1			
<i>Picea abies</i>						FR		0	1	FR	FR	
<i>Pinus nigra</i>						FR		0	1			
<i>Pulmonaria officinalis</i>							FR	0	1			
<i>Pyrus communis</i>						FR		0	1			
<i>Ribes uva-crispa</i>						FR		0	1			
<i>Robinia pseudoacacia</i>						FR		0	1			
<i>Salix caprea</i>						FR		0	1	FR		
<i>Sambucus nigra</i>						FR		0	1	FR		
<i>Sambucus racemosa</i>					FR			0	1		FA	
<i>Schedonorus giganteus</i>							FR	0	1			
<i>Solidago gigantea</i>							FR	0	1			
<i>Taraxacum sect. Taraxacum</i>							FR	0	1			
<i>Teucrium scorodonia</i>					FR			0	1		FR	
<i>Ulmus minor</i>						FR		0	1			
<i>Viola canina</i>					FR			0	1			
<i>Viola odorata</i>							FR	0	1			

²² Nous avons sélectionné les études qui comparaient la fréquence des espèces entre forêt anciennes et récentes. Nous avons écarté les listes d'espèces établies à dire d'expert et nous avons veuilles à éviter les doublons (deux publications basées sur le même jeu de données). La liste des études n'a pas vocation à être exhaustive.

Etude	Dupouey et al. 2002	Wulf 2003	Verheyen et al. 2003	Dambrine et al. 2007	Febvre 2010	Bergès et al. 2016	Kelemen et al. 2013	Présente étude				
								Synthèse des 7 études	France Massif central sous influence	France Massif central sous influence	France Massif central sous influence	
Zone d'étude	France Jura	Allemagne Nord-est	Belgique Nord	France forêt de Tronçais	France Cévennes	France Moitié Nord	Hongrie Est					
Methode	Aquisition de données	Aquisition de données	Aquisition de données	Aquisition de données	Valorisation de données déjà récoltées et	Valorisation de données déjà récoltées	Aquisition de données			Valorisation de données déjà récoltées		
Espèce								nb FA	nb FR			
<i>Ajuga reptans</i>	FA			FR			FR	1	2		FA	
<i>Calluna vulgaris</i>					FR		FA	1	1	FR	FR	FA
<i>Cardamine pratensis</i>		FR					FA	1	1			
<i>Carex pilosa</i>						FR		1	1			
<i>Corylus avellana</i>		FA					FR	1	1	FR	FR	
<i>Dryopteris carthusiana</i>		FA		FR				1	2		FA	
<i>Epipactis helleborine</i>	FR	FA						1	1			
<i>Fraxinus excelsior</i>		FA					FR	1	1	FR	FR	
<i>Galium aparine</i>		FR					FR	1	2		FR	
<i>Geranium robertianum</i>				FR			FR	1	2			
<i>Hypericum perforatum</i>							FA	1	1		FR	
<i>Impatiens parviflora</i>		FA						1	1			
<i>Moehringia trinervia</i>		FA						1	1		FR	
<i>Lactuca muralis</i>		FA						1	1		FR	
<i>Pinus sylvestris</i>		FA					FR	1	1	FR	FR	
<i>Poa nemoralis</i>		FA						1	1			
<i>Potentilla erecta</i>					FR		FA	1	1	FR	FR	
<i>Prunus avium</i>	FA			FR			FR	1	2	FR	FR	
<i>Quercus robur</i>	FR	FA						1	1	FR		
<i>Ribes rubrum</i>		FA	FR				FR	1	2			
<i>Rubus caesius</i>		FA					FR	1	1			
<i>Rubus sect. Rubus</i>					FR		FA	1	1	FA		
<i>Sanicula europaea</i>		FA						1	1			FR
<i>Sorbus aucuparia</i>		FA	FR					1	1		FA	
<i>Stachys sylvatica</i>		FA						1	1			
<i>Abies alba</i>								0	0		FA	
<i>Achillea millefolium</i>								0	0		FR	
<i>Adenostyles alliariae</i>								0	0		FA	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>								0	0		FR	
<i>Avenella flexuosa</i>								0	0		FA	
<i>Blechnum spicant</i>								0	0		FA	
<i>Castanea sativa</i>								0	0	FR		FA
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>								0	0		FA	
<i>Circaea alpina</i>								0	0		FA	
<i>Cirsium palustre</i>								0	0	FR		
<i>Cistus pouzolzii</i>								0	0			FR
<i>Cytisus scoparius</i>								0	0	FR	FR	
<i>Digitalis purpurea</i>								0	0		FA	
<i>Doronicum austriacum</i>								0	0		FA	
<i>Epilobium angustifolium</i>								0	0		FR	
<i>Erica tetralix</i>								0	0	FR		
<i>Festuca gr. ovina</i>								0	0		FR	
<i>Frangula alnus</i>								0	0	FR	FA	
<i>Galium gr. mollugo</i>								0	0		FR	
<i>Geranium nodosum</i>								0	0		FA	
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>								0	0		FA	
<i>Ilex aquifolium</i>								0	0	FA		
<i>Juncus acutiflorus</i>								0	0	FR		
<i>Lonicera nigra</i>								0	0		FA	
<i>Pilosella officinarum</i>								0	0		FR	
<i>Prenanthes purpurea</i>								0	0		FA	
<i>Quercus ilex</i>								0	0			FA
<i>Ranunculus aconitifolius</i>								0	0		FA	
<i>Ribes alpinum</i>								0	0	FR		
<i>Rumex acetosella</i>								0	0		FR	
<i>Rumex arifolius</i>								0	0		FA	
<i>Ruscus aculeatus</i>				FR				0	1	FA		
<i>Saxifraga rotundifolia</i>								0	0		FA	
<i>Sorbus aria</i>								0	0		FR	
<i>Viola palustris</i>								0	0		FA	
<i>Potentilla sterilis</i>				FR				0	1			
<i>Poa trivialis</i>				FR				0	1			
<i>Luzula forsteri</i>				FR				0	1			
<i>Veronica montana</i>				FR				0	1			
<i>Valeriana officinalis</i>				FR				0	1			
<i>Rosa arvensis</i>				FR				0	1			
<i>Carex muricata</i>				FR				0	1			
<i>Campanula trachelium</i>				FR				0	1			
<i>Galium palustre</i>				FR				0	1			

Les espèces sont classées selon le nombre de fois où elles sont citées indicatrices de forêts anciennes / récentes, puis viennent les espèces dont la valeur indicatrice est incertaine et enfin les espèces indicatrices mise en évidence uniquement par notre étude. FA : espèce indicatrice de forêts anciennes, FR : espèce indicatrice de forêts récentes.

Annexe 3 : Listes des espèces ne répondant pas à l'ancienneté des forêts ou n'ayant pas pu faire l'objet d'analyse (nombre d'occurrences inférieur à 30)

Jeu de données continentale

Taxons insensibles à l'ancienneté :

Abies grandis, *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Bistorta officinalis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Caltha palustris*, *Castanea sativa*, *Cirsium palustre*, *Convallaria majalis*, *Cornus sanguinea*, *Dactylis glomerata*, *Epilobium montanum*, *Festuca heterophylla*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium rotundifolium*, *Galium saxatile*, *Genista pilosa*, *Geranium gr. robertianum*, *Hedera helix*, *Hieracium sect Hieracium*, *Holcus lanatus*, *Holcus mollis*, *Hypericum pulchrum*, *Ilex aquifolium*, *Linaria repens*, *Luzula forsteri*, *Lycopodium clavatum*, *Malus sylvestris*, *Melampyrum pratense*, *Poa chaixii*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum verticillatum*, *Polypodium gr. vulgare*, *Populus tremula*, *Potentilla sterilis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pteridium aquilinum*, *Quercus pubescens*, *Quercus robur*, *Ribes alpinum*, *Rosa arvensis*, *Rubus idaeus*, *Rubus sect Rubus*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Senecio ovatus*, *Silene dioica*, *Solidago virgaurea*, *Stellaria holostea*, *Veronica officinalis*, *Viola gr. riviniana*.

Taxons pour lesquels le nombre d'occurrence étaient trop faible pour conclure :

Abies nordmanniana, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Aconitum lycoctonum subsp. neapolitanum*, *Aconitum napellus*, *Actaea spicata*, *Adoxa moschatellina*, *Aegopodium podagraria*, *Agrimonia eupatoria*, *Agrimonia procera*, *Agrostis canina*, *Agrostis gr. stolonifera*, *Agrostis marysae tortiae*, *Agrostis stolonifera*, *Aira caryophylla*, *Ajuga chamaepitys*, *Ajuga genevensis*, *Alchemilla alpicena*, *Alchemilla convivens*, *Alchemilla gr. vulgaris*, *Alchemilla pallens*, *Alchemilla saxatilis*, *Alchemilla sect Alpinae*, *Alchemilla transiens*, *Alchemilla xanthochlora*, *Alliaria petiolata*, *Allium oleraceum*, *Allium schoenoprasum*, *Allium sphaerocephalon*, *Allium ursinum*, *Allium victorialis*, *Allium vineale*, *Alnus glutinosa*, *Alopecurus aequalis*, *Alopecurus geniculatus*, *Alopecurus pratensis*, *Alyssum alyssoides*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Amelanchier ovalis*, *Anacamptis coriophora subsp. coriophora*, *Anarrhinum bellidifolium*, *Andromeda polifolia*, *Anemone ranunculoides*, *Angelica sylvestris*, *Anisantha sterilis*, *Antennaria dioica*, *Anthericum lilago*, *Anthriscus sylvestris*, *Aquilegia vulgaris*, *Arabidopsis cebenensis*, *Arabidopsis thaliana*, *Arabis hirsuta*, *Arenaria serpyllifolia*, *Armeria arenaria*, *Arrica montana*, *Armoseris minima*, *Arrhenatherum elatius*, *Arrhenatherum elatius subsp. elatius*, *Artemisia campestris*, *Arum maculatum*, *Asarina procumbens*, *Asperula cynanchica*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Asplenium foreziense*, *Asplenium scolopendrium*, *Asplenium septentrionale*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium trichomanes subsp. trichomanes*, *Asplenium x alternifolium*, *Athyrium distentifolium*, *Atocion rupestre*, *Atriplex patula*, *Avenula pubescens*, *Barbarea vulgaris*, *Bellis perennis*, *Berteroa incana*, *Betonica officinalis*, *Betula nana*, *Betula pubescens*, *Bidens frondosa*, *Blitum bonus henricus*, *Brachypodium rupestre*, *Briza media*, *Bromopsis erecta*, *Bromopsis ramosa*, *Bromus commutatus*, *Bryonia cretica subsp. dioica*, *Buxus sempervirens*, *Calamagrostis arundinacea*, *Campanula cervicaria*, *Campanula bellidifolia*, *Campanula persicifolia*, *Campanula rotundifolia*, *Campanula scheuchzeri subsp. lanceolata*, *Campanula trachelium*, *Cardamine amara*, *Cardamine flexuosa*, *Cardamine heptaphylla*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine impatiens*, *Cardamine pentaphylla*, *Cardamine pratensis*, *Cardamine resedifolia*, *Carex canescens*, *Carex caryophylla*, *Carex demissa*, *Carex divulsa*, *Carex echinata*, *Carex elongata*, *Carex flacca*, *Carex gr. spicata*, *Carex hirta*, *Carex laevigata*, *Carex leporina*, *Carex limosa*, *Carex montana*, *Carex nigra*, *Carex otrubae*, *Carex pairae*, *Carex pallidescens*, *Carex panicea*, *Carex pauciflora*, *Carex pendula*, *Carex remota*, *Carex rostrata*, *Carex strigosa*, *Carex sylvatica*, *Carex umbrosa*, *Carex vesicaria*, *Carlinia acanthifolia subsp. acanthifolia*, *Carlinia vulgaris*, *Cedrus atlantica*, *Centaurea jacea*, *Centaurea nigra*, *Centaurea pectinata*, *Cephalanthera damasonium*, *Cephalanthera rubra*, *Cerastium arvense*, *Cerastium fontanum*, *Cerastium fontanum subsp. vulgare*, *Ceratocarpus claviculata*, *Cervaria rivini*, *Chaerophyllum aureum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Chenopodium album*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Circaea lutetiana*, *Circaea x intermedia*, *Cirsium arvense*, *Cirsium ephorium*, *Cirsium eristhales*, *Cirsium rivulare*, *Clematis vitalba*, *Clinopodium acinos*, *Clinopodium gr. nepeta subsp. sylvaticum*, *Clinopodium grandiflorum*, *Clinopodium vulgare*, *Coincya monensis subsp. cheiranthos*, *Colchicum autumnale*, *Comarum palustre*, *Conopodium majus*, *Convolvulus cantabrica*, *Convolvulus sepium*, *Corallorhiza trifida*, *Corydalis solida*, *Cota tinctoria*, *Crataegus germanica*, *Crataegus laevigata*, *Crepis mollis*, *Crepis paludosa*, *Cruciata laevipes*, *Cryptogramma crispata*, *Cynosuavis cristatus*, *Cystopteris fragilis*, *Cystopteris gr. fragilis*, *Cytisus scoparius subsp. scoparius*, *Dactylorhiza maculata*, *Dactylorhiza maculata subsp. maculata*, *Danthonia decumbens*, *Daphne laureola*, *Daphne laureola subsp. laureola*, *Daphne mezereum*, *Daucus carota*, *Dianthus armeria*, *Dianthus carthusianorum*, *Dianthus deltoides*, *Dianthus seguieri subsp. pseudocollinus*, *Dianthus superbus*, *Dichoropetalum carvifolia*, *Digitalis grandiflora*, *Digitalis lutea*, *Dioscorea communis*, *Doronicum pardalanchae*, *Draba verna*, *Drosera rotundifolia*, *Drymocalis rupestris*, *Drymochloa sylvatica*, *Dryopteris affinis*, *Dryopteris affinis subsp. affinis*, *Dryopteris affinis subsp. borrieri*, *Dryopteris expansa*, *Echium vulgare*, *Elymus caninus*, *Elytrigia campestris*, *Elytrigia intermedia subsp. intermedia*, *Epikeros pyrenaicus*, *Epilobium alpestre*, *Epilobium collinum*, *Epilobium duriaei*, *Epilobium hirsutum*, *Epilobium lanceolatum*, *Epilobium obscurum*, *Epilobium palustre*, *Epilobium tetragonum*, *Epilobium tetragonum subsp. lamyi*, *Epipactis helleborine*, *Epipactis helleborine subsp. minor*, *Epipactis phyllifolia*, *Epipactis purpurata*, *Epipogon aphyllum*, *Equisetum arvense*, *Equisetum fluviatile*, *Equisetum sylvaticum*, *Erica cinerea*, *Erigeron schleicheri*, *Eriphorum angustifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Erodium cicutarium*, *Ervillea hirsuta*, *Eryngium campestre*, *Euonymus europaeus*, *Eupatorium europaeus*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Euphorbia cyparissias*, *Euphorbia dulcis*, *Euphorbia dulcis subsp. incompta*, *Euphorbia lathyris*, *Euphorbia stricta*, *Falcaria vulgaris*, *Festuca arvensis*, *Festuca gr. rubra*, *Festuca lemanii*, *Festuca nigrescens*, *Festuca ovina subsp. guestfalica*, *Festuca rivularis*, *Festuca rubra*, *Festuca rubra subsp. rubra*, *Ficaria verna*, *Filago arvensis*, *Filago pyramidalis*, *Filipendula ulmaria*, *Gagea lutea*, *Galeopsis gr. tetrahit*, *Galeopsis segetum*, *Galium album*, *Galium aparine subsp. aparine*, *Galium gr. palustre*, *Galium mollugo*, *Galium parisiense*, *Galium uliginosum*, *Galium verum*, *Gasparrinia peucedanoides*, *Genista anglica*, *Genista sagittalis*, *Gentiana lutea*, *Gentiana pneumonanthe*, *Geranium dissectum*, *Geranium lucidum*, *Geranium molle*, *Geranium robertianum*, *Geranium rotundifolium*, *Geranium sanguineum*, *Geranium sylvaticum*, *Geum rivale*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Glyceria fluitans*, *Glyceria gr. fluitans*, *Gnaphalium sylvaticum*, *Goodyera repens*, *Helianthemum apenninum*, *Helianthemum nummularium*, *Helichrysum stoechas*, *Helleborus foetidus*, *Heracleum sphondylium*, *Herniaria glabra*, *Hieracium amplexicaule*, *Hieracium gr. lachenalii*, *Hieracium gr. laevigatum*, *Hieracium gr. virgultorum*, *Hieracium laevigatum*, *Hieracium murorum*, *Hieracium sect Vulgata*, *Hieracium stelligerum*, *Hippocrepis comosa*, *Hordelymus europaeus*, *Humulus lupulus*, *Hyperzia selago*, *Hylotelephium gr. telephium*, *Hylotelephium maximum*, *Hypericum androsaemum*, *Hypericum hirsutum*, *Hypericum humifusum*, *Hypericum maculatum*, *Hypericum montanum*, *Hypericum maculatum*, *Hypochoeris radicata*, *Illecebrum verticillatum*, *Impatiens balfourii*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens noli tangere*, *Impatiens parviflora*, *Imperatoria ostruthium*, *Inula conyza*, *Iris pseudacorus*, *Jacobaea adonidifolia*, *Jacobaea vulgaris*, *Jasione laevis*, *Jasione montana*, *Juglans nigra*, *Juglans regia*, *Juncus acutiflorus*, *Juncus alpinoarticulatus*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus filiformis*, *Juncus squarrosus*, *Juncus tenuis*, *Juniperus communis subsp. communis*, *Juniperus communis subsp. nana*, *Juniperus oxycedrus*, *Knaulia arvensis*, *Knaulia gr. dipsacifolia*, *Koeleria gr. pyramidalis*, *Koeleria macrantha*, *Koeleria vallesiana*, *Lactuca alpina*, *Lactuca perennis*, *Lactuca plumieri*, *Lactuca viminea*, *Lactuca viminea subsp. chondriflora*, *Lamium album*, *Lamium maculatum*, *Lapsana communis*, *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, *Larix x marschlinii*, *Lathraea clandestina*, *Lathyrus cirrhosus*, *Lathyrus linifolius*, *Lathyrus linifolius var. montanus*, *Lathyrus niger*, *Lathyrus nissolia*, *Lathyrus pratensis*, *Lathyrus venosus*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum gr. vulgare*, *Leucanthemum montanum*, *Leucanthemum montanum*, *Leucanthemum vulgare*, *Ligustrum vulgare*, *Lilium martagon*, *Logfia minima*, *Lonicera alpicena*, *Lonicera xylosteum*, *Lotus corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Luzula campestris*, *Luzula congesta*, *Luzula forsteri subsp. forsteri*, *Luzula luzulina*, *Luzula multiflora*, *Luzula sudetica*, *Lychnis flos cuculi*, *Lycopodiella inundata*, *Lycopodium alpinum*, *Lycopodium annotinum*, *Lycopodium tristachyum*, *Lycopodium europaeus*, *Lysimachia nemorum*, *Lysimachia nummularia*, *Lysimachia tenella*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Malva moschata*, *Marsilea quadrifolia*, *Medicago lupulina*, *Medicago minima*, *Melampyrum catalanum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Melica ciliata*, *Melica uniflora*, *Melissa officinalis*, *Melittis melissophyllum*, *Mentha aquatica*, *Mentha arvensis*, *Menyanthes trifoliata*, *Mercurialis perennis*, *Meum athamanticum*, *Micranthes stellaris*, *Microphyrum tenellum*, *Microthlaspi perfoliatum*, *Minuartia rostrata*, *Moehringia muscosa*, *Molinia caerulea subsp. arundinacea*, *Moneses uniflora*, *Monotropa hypopitys*, *Montia fontana*, *Muscari comosum*, *Myosotis arvensis*, *Myosotis balbisiana*, *Myosotis gr. sylvatica*, *Myosotis gr. scorpioides*, *Myosotis martinii*, *Myosotis ramosissima*, *Myosotis scorpioides*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Nardus stricta*, *Nasturtium officinale*, *Neottia cordata*, *Neottia nidus avis*, *Odontites vernus*, *Oenothera biennis*, *Onobrychis vicifolia*, *Ononis spinosa*, *Ophrys insectifera*, *Orchis mascula*, *Oreopteris limbosperma*, *Oreoselinum nigrum*, *Orlaya grandiflora*, *Ornithopus perpusillus*, *Orbanche rapum genistae*, *Orthilia secunda*, *Oxalis dillenii*, *Papaver cambicum*, *Paris quadrifolia*, *Parnassia palustris*, *Patzkea paniculata*, *Patzkea paniculata subsp. paniculata*, *Pedicularis sylvatica*, *Persicaria amphibia*, *Persicaria hydropiper*, *Persicaria maculosa*, *Petasites albus*, *Petasites hybridus*, *Petrorhagia prolifera*, *Peucedanum gallicum*, *Phalaris arundinacea*, *Phegopteris connectilis*, *Phleum nodosum*, *Phleum phleoides*, *Phragmites australis*, *Phyteuma ovatum*, *Phyteuma spicatum*, *Picea sitchensis*, *Picris hieracioides*, *Pilosella aurantiaca*, *Pilosella lactucella*, *Pilosella peleteriana subsp. liggerica*, *Pilosella ziziana*, *Pimpinella saxifraga*, *Pinus mugo*, *Pinus mugo subsp. uncinata*, *Pinus nigra subsp. laricio*, *Pinus nigra subsp. nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus strobus*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Platanthera bifolia*, *Platanthera chlorantha*, *Poa annua*, *Poa bulbosa*, *Poa bulbosa subsp. bulbosa var. vivipara*, *Poa nemoralis subsp. nemoralis var. agrostoides*, *Poa nemoralis subsp. nemoralis var. nemoralis*, *Poa palustris*, *Poa pratensis*, *Poa pratensis subsp. angustifolia*, *Poa trivialis*, *Polygala serpyllifolia*, *Polygala vulgaris*, *Polygonatum multiflorum*, *Polygonatum odoratum*, *Polygonum aviculare*, *Polygonatum interjectum*, *Polygonatum vulgare*, *Polystichum aculeatum*, *Populus nigra*, *Potentilla aurea*, *Potentilla micrantha*, *Potentilla neglecta*, *Potentilla reptans*, *Potentilla verna*, *Poterium sanguisorba*, *Poterium sanguisorba subsp. sanguisorba*, *Primula elatior*, *Primula veris*, *Primula vulgaris*, *Prospero autumnale*, *Prunella vulgaris*, *Prunus mahaleb*, *Prunus padus*, *Pulmonaria affinis*, *Pulmonaria gr. longifolia*, *Pyrola minor*, *Pyrus communis subsp. pyrastrer*, *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, *Quercus palustris*, *Quercus rubra*, *Quercus x rosacea*, *Quercus x streimeri*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus auricomus*, *Ranunculus bulbosus*, *Ranunculus flammula*, *Ranunculus hederaceus*, *Ranunculus montanellus*, *Ranunculus montanellus*, *Ranunculus platanifolius*, *Ranunculus sardous*, *Reseda lutea*, *Reynoutria gr. japonica*, *Reynoutria x bohemica*, *Rhamnus cathartica*, *Rhinanthus minor*, *Rhus coriaria*, *Ribes rubrum*, *Ribes rubrum*, *Ribes uva crista*, *Robinia pseudoacacia*, *Rorippa amphibia*, *Rorippa sylvestris*, *Rosa gr. canina*, *Rosa pendulina*, *Rosa subsect Rubiginosa*, *Rubus caesius*, *Rubus ser. Discolors*, *Rubus ser. Glandulosi*, *Rubus ulmifolius*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella subsp. pyrenaicus*, *Rumex conglomeratus*, *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolius*, *Rumex patientia*, *Rumex sanguineus*, *Ruscus aculeatus*, *Sagina procumbens*, *Sagina subulata*, *Salix atrocinerea*, *Salix aurita*, *Salix cinerea*, *Salix lapponum*, *Salix repens*, *Salix x obtusifolia*, *Sanguisorba officinalis*, *Sanicula europaea*, *Saponaria ocymoides*, *Saponaria officinalis*, *Saxifraga fragosoides*, *Saxifraga granulata*, *Saxifraga paniculata*, *Saxifraga prostrata*, *Scabiosa columbaria*, *Schedonorus giganteus*, *Schedonorus pratensis*, *Scheuchzeria palustris*, *Scilla biflora*, *Scirpus sylvaticus*, *Scleranthus perennis*, *Scleranthus uncinatus*, *Scorzonera humilis*, *Scorzoneroideis autumnalis*, *Scorzoneroideis pyrenaica*, *Scorzoneroideis pyrenaica var. helvetica*, *Scrophularia nodosa*, *Scutellaria minor*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum hirsutum*, *Sedum rubens*, *Sedum rupestre*, *Sedum sexangulare*, *Sempervivum tectorum*, *Senecio callaester*, *Senecio ovatus subsp. alpestris*, *Senecio sylvaticus*, *Senecio viscosus*, *Serratula tinctoria subsp. monticola*, *Silene nutans*, *Silene otites*, *Silene saxifraga*, *Silene vulgaris*, *Silene x hampeana*, *Sorbus domestica*, *Sorbus mougeotii*, *Sorbus x thuringiaca*, *Sparganium erectum subsp. neglectum*, *Spergularia morisonii*, *Spergularia rubra*, *Spirodela polytricha*, *Stachys recta*, *Stachys sylvatica*, *Stellaria alpine*, *Stellaria graminea*, *Stellaria media*, *Stellaria nemorum subsp. montana*, *Streptopus amplexifolius*, *Succisa pratensis*, *Symphytichum lanceolatum*, *Symphytichum x salignum*, *Tanacetum parthenium*, *Taraxacum sect Taraxacum*, *Taxus baccata*, *Teesdalia nudicaulis*, *Tephrosia helenitis*, *Teucrium chamaedrys*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Thesium alpinum*, *Thesium humifusum subsp. humifusum*, *Thymus drucei*, *Thymus gr. polytrichus*, *Thymus polytrichus*, *Thymus pulegioides*, *Thymus sect polytrichus*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Tortilis japonica*.

Boîte à oxalis « Forêts anciennes du Massif central » : la flore vasculaire (A. VILLEMEY et B. RENAUX), v 26-01-17

Retrouvez l'ensemble des contributions sur http://cbnmc.fr/forets_anciennes

Tractema lilio hyacinthus, *Tragopogon pratensis*, *Trifolium arvense*, *Trifolium campestre*, *Trifolium dubium*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Trifolium rubens*, *Trifolium spadicum*, *Trifolium striatum*, *Tripleurospermum inodorum*, *Trisetum flavescens*, *Trocaris verticillatum*, *Troliis europaeus*, *Tuberaria guttata*, *Tulipa sylvestris* subsp. *australis*, *Turritis glabra*, *Tussilago farfara*, *Ulex europaeus*, *Ulex minor*, *Ulmus glabra*, *Ulmus gr. minor*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Umbilicus rupestris*, *Vaccinium gr. oxycoccus*, *Vaccinium microcarpum*, *Vaccinium oxycoccus*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium vitis idaea*, *Valeriana dioica*, *Valeriana officinalis*, *Valeriana officinalis* subsp. *repens*, *Valeriana officinalis* subsp. *tenuifolia*, *Valeriana tripteris*, *Valerianella locusta*, *Vandemboschia speciosa*, *Veratrum album*, *Verbascum lynchitis*, *Verbascum nigrum*, *Veronica arvensis*, *Veronica beccabunga*, *Veronica dillenii*, *Veronica gr. hederifolia*, *Veronica montana*, *Veronica serpyllifolia*, *Viburnum lantana*, *Viburnum opulus*, *Vicia angustifolia*, *Vicia cracca*, *Vicia gr. cracca*, *Vicia gr. sativa*, *Vicia lathyroides*, *Vicia orobus*, *Vicia sepium*, *Vinca minor*, *Vincetoxicum hirsutinaria*, *Viola arvensis*, *Viola canina*, *Viola lutea*, *Viola lutea* subsp. *lutea*, *Viola odorata*, *Viola reichenbachiana*, *Viola riviniana*, *Viola tricolor*, *Viscum album*, *Vitis vinifera*, *Vulpia bromoides*, *Wahlenbergia hederacea*, *Wolffia arrhiza*,

Jeu de données atlantique

Taxons insensibles à l'ancienneté :

Abies alba, *Acer campestre*, *Agrostis canina*, *Agrostis capillaris*, *Anemone nemorosa*, *Angelica sylvestris*, *Athyrium filix femina*, *Avenella flexuosa*, *Betula pendula*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex flacca*, *Dactylis glomerata*, *Digitalis purpurea*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris dilatata*, *Epilobium montanum*, *Erica cinerea*, *Festuca heterophylla*, *Fragaria vesca*, *Galium aparine*, *Galium odoratum*, *Galium saxatile*, *Genista pilosa*, *Geranium gr. robertianum*, *Hedera helix*, *Hieracium sect Hieracium*, *Holcus lanatus*, *Holcus mollis*, *Hypericum perforatum*, *Lactuca muralis*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula luzulina*, *Moehringia trinervia*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Poa chaxii*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum multiflorum*, *Polypodium gr. vulgare*, *Populus tremula*, *Prenanthes purpurea*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pteridium aquilinum*, *Pulmonaria affinis*, *Rubus idaeus*, *Sambucus racemosa*, *Senecio ovatus*, *Solidago virgaurea*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia*, *Stellaria holostea*, *Teucrium scorodonia*, *Ulex minor*, *Vaccinium myrtillus*, *Veronica officinalis*, *Viola riviniana*.

Taxons pour lesquels le nombre d'occurrence étaient trop faible pour conclure :

Abies grandis, *Abies nordmanniana*, *Acer monspessulanum*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Achillea millefolium*, *Aconitum lycoctonum*, *Aconitum napellus*, *Actaea spicata*, *Adenostyles alliariae*, *Adoxa moschatellina*, *Aegopodium podagraria*, *Aesculus hippocastanum*, *Agrimonia eupatoria*, *Agrostis gr. stolonifera*, *Agrostis stolonifera*, *Agrostis vinealis*, *Aira caryophylla*, *Aira praecox*, *Ajuga pyramidalis*, *Ajuga reptans*, *Alchemilla coriacea*, *Alchemilla gr. vulgaris*, *Alisma plantago aquatica*, *Alliaria petiolata*, *Allium sphaerocephalum*, *Allium ursinum*, *Allium victorialis*, *Alnus glutinosa*, *Alopecurus pratensis*, *Amelanchier ovalis*, *Anacamptis pyramidalis*, *Anarrhinum bellidifolium*, *Andromeda polifolia*, *Andryala integrifolia*, *Anemone ranunculoides*, *Anthericum liliago*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anthriscus sylvestris*, *Anthyllis vulneraria*, *Apera interrupta*, *Aphanes australis*, *Aquilegia vulgaris*, *Arabicopsis cebennensis*, *Arnica montana*, *Arrhenatherum elatius*, *Artemisia alba*, *Artemisia campestris*, *Artemisia vulgaris*, *Arum maculatum*, *Asarina procumbens*, *Asperula cynanchica*, *Asperula cynanchica* subsp. *cynanchica*, *Asphodelus albus*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Asplenium foreziense*, *Asplenium obovatum* subsp. *billotii*, *Asplenium ruta muraria*, *Asplenium scolopendrium*, *Asplenium septentrionale*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium trichomanes* subsp. *quadrialeans*, *Asplenium trichomanes* subsp. *trichomanes*, *Asplenium viride*, *Athyrium distentifolium*, *Atocion armeria*, *Atropa belladonna*, *Avenula pubescens*, *Betonica officinalis*, *Betula pubescens*, *Betula pubescens* var. *pubescens*, *Biscutella arvensis*, *Biscutella gr. lima*, *Biscutella lamottei*, *Bistorta officinalis*, *Blechnum spicant*, *Bothriochloa ischaemum*, *Brachypodium rupestre*, *Briza media*, *Bromopsis erecta*, *Bromopsis ramosa*, *Buxus sempervirens*, *Calamagrostis arundinacea*, *Calamagrostis epigejos*, *Calamagrostis phragmitoides*, *Callitriche hamulata*, *Caltha palustris*, *Campanula erinus*, *Campanula latifolia*, *Campanula patula*, *Campanula rotundifolia*, *Campanula trachelium*, *Cardamine flexuosa*, *Cardamine flexuosa*, *Cardamine heptaphylla*, *Cardamine hirsuta*, *Cardamine impatiens*, *Cardamine pentaphylla*, *Cardamine pratensis*, *Carduus personata*, *Carex flacca* subsp. *flacca*, *Carex brizoides*, *Carex canescens*, *Carex caryophylla*, *Carex demissa*, *Carex depauperata*, *Carex digitata*, *Carex echinata*, *Carex elata*, *Carex elongata*, *Carex halleriana*, *Carex hirta*, *Carex laevigata*, *Carex leporina*, *Carex nigra*, *Carex pairae*, *Carex pallidissima*, *Carex panicea*, *Carex paniculata*, *Carex pauciflora*, *Carex pendula*, *Carex pilosa*, *Carex pseudocyperus*, *Carex remota*, *Carex rostrata*, *Carex umbrosa*, *Carex vesicaria*, *Carex viridula*, *Catabrosa aquatica*, *Centaurea decipiens* subsp. *nemoralis*, *Centaurea jacea*, *Centaurea nigra*, *Centaurea subgen Jacea*, *Cephalanthera*, *Cephalanthera longifolia*, *Cephalanthera rubra*, *Cephalaria leucantha*, *Cerastium arvense*, *Cerastium glomeratum*, *Ceratocarpus claviculata*, *Cervar. ia rivini*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Chamaemelum nobile*, *Chelidonium majus*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Circaea alpina*, *Circaea laticaulis*, *Circaea x intermedia*, *Cirsium arvense*, *Cirsium dissectum*, *Cirsium eriophorum*, *Cirsium vulgare*, *Cirsium vitialis*, *Clinopodium gr. nepeta* subsp. *sylvaticum*, *Clinopodium grandiflorum*, *Clinopodium vulgare*, *Cochlearia pyrenaica*, *Comarum palustre*, *Conopodium majus*, *Convallaria majalis*, *Convolvulus cantabrica*, *Corallorhiza trifida*, *Cornus sanguinea*, *Coronilla minima* subsp. *minima*, *Corydalis solida*, *Crataegus germanica*, *Crataegus laevigata*, *Crepis mollis*, *Crepis paludosa*, *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia*, *Cruciata laevipes*, *Cuscuta epithymum*, *Cyanus montanus*, *Cystopteris fragilis*, *Cystopteris gr. fragilis*, *Cytisus oromediteraneus*, *Dactylorhiza maculata*, *Dactylorhiza majalis*, *Danthonia decumbens*, *Daphne mezereum*, *Daucus carota*, *Dianthus armeria*, *Dianthus carthusianorum*, *Dianthus gallicus*, *Dianthus hyssopifolius*, *Dianthus seguieri* subsp. *pseudocollinus*, *Dioscorea communis*, *Doronicum austriacum*, *Doronicum pardalianches*, *Drosera intermedia*, *Drosera rotundifolia*, *Drymochloa sylvatica*, *Dryopteris affinis*, *Dryopteris affinis* subsp. *borneri*, *Dryopteris expansa*, *Dryopteris oreades*, *Dryopteris remota*, *Echium vulgare*, *Eleocharis multicaulis*, *Eleocharis palustris*, *Elymus caninus*, *Epikeos pyrenaicus*, *Epilobium angustifolium*, *Epilobium collinum*, *Epilobium gr. obscurum*, *Epilobium hirsutum*, *Epilobium obscurum*, *Epilobium palustre*, *Epilobium tetragonum*, *Epipactis helleborine*, *Epipactis purpurata*, *Epipogon aphyllum*, *Equisetum arvense*, *Equisetum fluviatile*, *Equisetum hyemale*, *Equisetum palustre*, *Equisetum sylvaticum*, *Erica scoparia*, *Erigeron canadensis*, *Erigeron matrensis*, *Eriophorum angustifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Ervilia hirsuta*, *Ervum gracile*, *Ervum tetraspermum*, *Eryngium campestre*, *Erythronium dens canis*, *Euonymus europaeus*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphorbia angulata*, *Euphorbia cyparissias*, *Euphorbia dulcis*, *Euphorbia dulcis* subsp. *incompta*, *Euphorbia duvalii*, *Euphorbia hyberna*, *Euphorbia ilirica*, *Euphrasia officinalis* subsp. *rostkoviana*, *Euthamia graminifolia*, *Fallopia dumetorum*, *Festuca aquarum*, *Festuca filiformis*, *Festuca gr. ovina*, *Festuca gr. rubra*, *Festuca lemanii*, *Festuca marginata* subsp. *marginata*, *Festuca nigrescens*, *Festuca rivularis*, *Festuca rubra*, *Ficaria verna*, *Ficaria verna* subsp. *verna*, *Filipendula ulmaria*, *Filipendula vulgaris*, *Fumana procumbens*, *Gagea lutea*, *Galanthus nivalis*, *Galeopsis angustifolia*, *Galeopsis segetum*, *Galium album*, *Galium aparine* subsp. *aparine*, *Galium gr. mollugo*, *Galium gr. palustre*, *Galium mollugo*, *Galium palustre*, *Galium pumilum*, *Galium rotundifolium*, *Galium timeroyi*, *Galium uliginosum*, *Galium verum*, *Gratiolium ventricosum*, *Genista anglica*, *Genista sagittalis*, *Gentiana lutea*, *Gentiana nivalis*, *Geranium robertianum*, *Geranium nodosum*, *Geranium sanguineum*, *Geranium sylvaticum*, *Geum rivale*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Globularia bisnagarica*, *Glyceria fluitans*, *Glyceria notata*, *Gnaphalium sylvaticum*, *Goodyera repens*, *Gymnadeniopsis conopsea*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Gypsophila muralis*, *Helianthemum apenninum*, *Helianthemum nummularium*, *Helictotrocha pratensis*, *Helleborus foetidus*, *Helminthotheca echioides*, *Heracleum sphondylium*, *Herniaria glabra*, *Hieracium glaucinum*, *Hieracium gr. lachenalii*, *Hieracium gr. laevigatum*, *Hieracium murorum*, *Hippocrepis comosa*, *Hippocrepis emerus*, *Hordelymus europaeus*, *Hordeum secalinum*, *Horperzia selago*, *Hyacinthoides non scripta*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Hylotelephium gr. telephium*, *Hylotelephium maximum*, *Hylotelephium telephium*, *Hypericum*, *Hypericum androsaemum*, *Hypericum elodes*, *Hypericum hirsutum*, *Hypericum humifusum*, *Hypericum linifolium*, *Hypericum maculatum*, *Hypericum montanum*, *Hypochaeris glabra*, *Hypochaeris radicata*, *Hypochaeris radicata* subsp. *radicata*, *Hyssopus officinalis*, *Illecebrum verticillatum*, *Impatiens noli tangere*, *Imperatoria ostruthium*, *Inula montana*, *Inula salicina*, *Iris pseudacorus*, *Isoetes echinospora*, *Isolepis fluitans*, *Isolepis setacea*, *Isopyrum thalictroides*, *Jacobaea adonidifolia*, *Jacobaea vulgaris*, *Jasione montana*, *Juglans regia*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus bulbosus*, *Juncus squarrosus*, *Juncus subnodulosus*, *Juncus tenageia*, *Juncus tenuis*, *Knaulia arvensis*, *Knaulia arvensis*, *Knaulia basaltica* var. *foreziensis*, *Knaulia gr. dipascifolia*, *Koeleria pyramidata*, *Koeleria vallesiana*, *Lactuca alpina*, *Lactuca plumieri*, *Lactuca serriola*, *Lamium galeobdolon* subsp. *montanum*, *Lamium maculatum*, *Lamium purpureum*, *Lapsana communis*, *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, *Larix x marschlinii*, *Laserpitium latifolium*, *Lathraea clandestina*, *Lathraea squamaria*, *Lathyrus linifolius*, *Lathyrus linifolius* var. *montanus*, *Lathyrus niger*, *Lathyrus pannonicus* subsp. *asphodeloides*, *Lathyrus pratensis*, *Lathyrus vernus*, *Lemna minor*, *Leontodon saxatilis*, *Leucanthemum gr. vulgare*, *Libanotis pyrenaica*, *Ligustrum vulgare*, *Lilium martagon*, *Linaria repens*, *Linum austriacum* subsp. *collinum*, *Linum catharticum*, *Linum tenuifolium*, *Littorella uniflora*, *Lobelia urens*, *Logfia minima*, *Loncomelos pyrenaicus*, *Lonicera alpigena*, *Lonicera etrusca*, *Lonicera nigra*, *Lotus corniculatus*, *Lotus corniculatus* subsp. *corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Lunaria rediviva*, *Luzula campestris*, *Luzula forsteri*, *Luzula luzuloides*, *Luzula multiflora*, *Luzula nivea*, *Luzula pilosa*, *Lychnis flos cuculi*, *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum portula*, *Lythrum salicaria*, *Maianthemum bifolium*, *Malus sylvestris*, *Medicago sativa* subsp. *falcata*, *Melampyrum arvense*, *Melampyrum pratense*, *Melica ciliata*, *Melica nutans*, *Melittis melissophyllum*, *Mentha aquatica*, *Mentha arvensis*, *Mentha longifolia*, *Menyanthes trifoliata*, *Mercurialis huetii*, *Mercurialis perennis*, *Meum athamanticum*, *Micranthes clusii*, *Micropyrum tenellum*, *Milium effusum*, *Molinia caerulea* subsp. *caerulea*, *Monotropa hypopitys* subsp. *hypopitys*, *Montia fontana*, *Muscari comosum*, *Muscari neglectum*, *Myosotis decumbens*, *Myosotis gr. scorpioides*, *Myosotis gr. sylvatica*, *Myosotis scorpioides*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Narcissus poeticus*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Nardus stricta*, *Narthecium ossifragum*, *Neottia cordata*, *Neottia nidus avis*, *Neottia ovata*, *Odonites vernus*, *Oenanthe lachenalii*, *Ononis pusilla*, *Ononis striata*, *Ophrys apifera*, *Ophrys aranifera*, *Orchis mascula*, *Orchis purpurea*, *Oreopteris limbosperma*, *Oreoselinum nigrum*, *Origanum vulgare*, *Ormithopus perpusillus*, *Orbanche rapum genistae*, *Orthilia secunda*, *Orthilia secunda*, *Papaver cambricum*, *Patzkea paniculata* subsp. *spadicea*, *Pedicularis sylvatica*, *Persicaria hydropiper*, *Petasites albus*, *Petasites hybridus*, *Peucedanum gallicum*, *Phalaris arundinacea*, *Phegopteris connectilis*, *Phyteuma gallicum*, *Phyteuma spicatum*, *Phytolacca americana*, *Picea sitchensis*, *Pilosella officinarum*, *Pimpinella major*, *Pinus mugo* subsp. *uncinata*, *Pinus nigra*, *Pinus nigra* subsp. *laricio*, *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus strobus*, *Pistacia terebinthus*, *Plantago coronopus*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Plantago major* subsp. *major*, *Plantanthera chlorantha*, *Poa annua*, *Poa bulbosa*, *Poa nemoralis* subsp. *nemoralis* var. *glauca*, *Poa pratensis*, *Poa pratensis* subsp. *angustifolia*, *Poa trivialis*, *Polygala calcarea*, *Polygala serpyllifolia*, *Polygala vulgaris*, *Polygonatum odoratum*, *Polygonatum verticillatum*, *Polypodium interjectum*, *Polypodium vulgare*, *Polypodium x mantoniae*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum setiferum*, *Polystichum x bicknellii*, *Populus x canadensis*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton polygonifolius*, *Potentilla neglecta*, *Potentilla neglecta*, *Potentilla verna*, *Mycosotis sanguisorba*, *Primula elatior*, *Primula veris*, *Primula vulgaris*, *Prospero autumnale*, *Prunella laciniata*, *Prunella vulgaris*, *Prunus mahaleb*, *Prunus padus*, *Prunus serotina*, *Pseudotsuga turrita*, *Pulmonaria gr. longifolia*, *Pulmonaria longifolia*, *Pyrola minor*, *Pyrus communis* subsp. *pyraster*, *Pyrus cordata*, *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Quercus rubra*, *Ranunculus acroanthoides*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus bulbosus*, *Ranunculus flammula*, *Ranunculus omiophyllus*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus sardous*, *Ranunculus sceleratus*, *Ranunculus tuberosus*, *Reynoutria gr. japonica*, *Reynoutria japonica*, *Rhamnus cathartica*, *Rhamnus saxatilis*, *Rhaponticum coniferum*, *Rhinanthus minor*, *Rhynchospora alba*, *Ribes nigrum*, *Ribes petraeum*, *Ribes rubrum*, *Ribes uva crispata*, *Robinia pseudoacacia*, *Rosa agrestis*, *Rosa arvensis*, *Rosa gr. canina*, *Rosa micrantha*, *Rosa obtusifolia*, *Rosa pendulina*, *Rubia peregrina*, *Rubia peregrina* subsp. *peregrina*, *Rubus canescens*, *Rubus fruticosus*, *Rubus laciniatus*, *Rubus ser Discolobus*, *Rubus ser Glandulobus*, *Rubus ulmifolius*, *Rumex acetosa*, *Rumex acetosella*, *Rumex alpinus*, *Rumex arifolius*, *Rumex obtusifolius*, *Rumex sanguineus*, *Sagina procumbens*, *Salix atrocinerea*, *Salix aurita*, *Salix bicolor*, *Salix cinerea*, *Salix gr. cinerea*, *Salix x caprea*, *Salix x guinieri*, *Salvia pratensis*, *Sanicula europaea*, *Saxifraga fragosol*, *Saxifraga granulata*, *Saxifraga prostrata*, *Saxifraga rotundifolia*, *Scabiosa columbaria*, *Schedonorus arundinaceus*, *Schedonorus giganteus*, *Scilla bifolia*, *Scirpus sylvaticus*, *Scleranthus perennis*, *Scorzonera hirsuta*, *Scorzonera humilis*, *Scorzonera verna autumnalis*,

Scorzoneroïdes pyrenaica, Scrophularia alpestris, Scrophularia nodosa, Scutellaria minor, Sedum hirsutum, Sedum ochroleucum, Sedum rupestre, Sedum sediforme, Sedum villosum, Sempervivum arachnoideum, Senecio cacaliaster, Senecio inaequidens, Senecio sylvaticus, Senecio viscosus, Senecio vulgaris, Serratula tinctoria, Seseli montanum, Setaria italica subsp. viridis, Sibthorpia europaea, Silene baccifera, Silene dioica, Silene nutans, Silene vulgaris, Silene vulgaris subsp. glareosa, Simethis mattiazzi, Solanum dulcamara, Sonchus asper subsp. asper, Sorbus domestica, Sorbus x thuringiaca, Sorbus x tomentella, Sparganium emersum, Sparganium erectum, Sparganium angustifolium, Sparganium angustifolium subsp. obovata, Stachys recta, Stachys recta subsp. recta, Stachys sylvatica, Staehelina dubia, Stellaria alsine, Stellaria graminea, Stellaria media, Stellaria nemorum, Stellaria nemorum subsp. montana, Stipa gallica, Streptopus amplexifolius, Succisa pratensis, Symphyotrichum x salignum, Tanacetum corymbosum, Taraxacum, Taraxacum sect Taraxacum, Taxus baccata, Teesdalia nudicaulis, Teucrium chamaedrys, Teucrium montanum, Thelypteris palustris, Thymus drucei, Thymus polytrichus, Thymus pulegioides, Thymus sect polytrichus, Thysselinum palustre, Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Tilia x europaea, Torilis arvensis subsp. arvensis, Torilis japonica, Tractema lilio hyacinthinum, Tragopogon pratensis, Trichophorum cespitosum, Trichophorum cespitosum subsp. germanicum, Trifolium alpinum, Trifolium campestre, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trinia glauca, Trisetum flavescens, Trochardis verticillatum, Tulipa sylvestris subsp. australis, Turritis glabra, Typha angustifolia, Ulex europaeus, Ulmus glabra, Ulmus laevis, Ulmus minor, Umbilicus rupestris, Vaccinium oxycoccos, Vaccinium uliginosum, Valeriana dioica, Valeriana officinalis, Valeriana officinalis subsp. repens, Valeriana officinalis subsp. tenuifolia, Valeriana tripteris, Valerianella locusta, Vandenboschia speciosa, Veratrum album, Verbascum blattaria, Verbascum lincnitis, Verbenaca officinalis, Veronica arvensis, Veronica beccabunga, Veronica chamaedrys, Veronica scutellata, Veronica serpyllifolia, Veronica urticifolia, Viburnum lantana, Viburnum opulus, Vicia cracca, Vicia gr. cracca, Vicia segetalis, Vicia sepium, Vinca minor, Vincetoxicum hirsutinaria, Viola canina, Viola gr. riviniana, Viola hirta, Viola lutea, Viola palustris, Viola reichenbachiana, Viola tricolor, Viscum album, Vulpia myuros, Wahlbergia hederacea.

Jeu de données commun continentale et atlantique

Taxons insensibles à l'ancienneté :

Abies grandis, Acer campestre, Acer platanoides, Agrostis canina, Agrostis stolonifera, Alnus glutinosa, Angelica sylvestris, Arum maculatum, Avenella flexuosa, Betula pendula, Brachypodium sylvaticum, Caltha palustris, Cardamine pratensis, Carex echinata, Carex nigra, Chaerophyllum hirsutum, Conopodium majus, Dactylis glomerata, Epilobium montanum, Erica cinerea, Elyonotus europaeus, Eupatorium cannabinum, Festuca heterophylla, Filipendula ulmaria, Frangula alnus, Galeopsis tetrahit, Galium rotundifolium, Genista pilosa, Gentiana lutea, Geranium gr. robertianum, Geum urbanum, Hedera helix, Hieracium sect Hieracium, Holcus mollis, Hypericum perforatum, Juncus acutiflorus, Juncus effusus, Lathyrus linifolius var. montanus, Liliium martagon, Linaria repens, Lotus pedunculatus, Luzula forsteri, Luzula luzulina, Luzula multiflora, Malus sylvestris, Melampyrum pratense, Mercurialis perennis, Molinia caerulea, Paris quadrifolia, Pinus nigra subsp. laricio, Poa chaixii, Poa nemoralis, Polygonatum multiflorum, Polygonatum verticillatum, Polypodium gr. vulgare, Populus tremula, Potentilla sterilis, Pteridium aquilinum, Pulmonaria affinis, Pyrus communis subsp. pyraster, Rosa arvensis, Rubus idaeus, Rubus sect Rubus, Rumex acetosa, Senecio ovatus, Silene dioica, Solidago virgaurea, Sorbus aucuparia, Ulex minor, Veronica officinalis, Vicia sepium, Viola gr. riviniana, Viola palustris, Viola riviniana.

Taxons pour lesquels le nombre d'occurrence étaient trop faible pour conclure :

Abies nordmanniana, Acer monspessulanum, Acer negundo, Aconitum lycoctonum, Aconitum lycoctonum subsp. neapolitanum, Aconitum napellus, Actaea spicata, Adoxa moschatellina, Aegopodium podagraria, Aesculus hippocastanum, Agrimonia eupatoria, Agrimonia procera, Agrostis gr. stolonifera, Agrostis marysae tortiae, Agrostis vinealis, Aira caryophyllaea, Aira praecox, Ajuga chamaepitys, Ajuga genevensis, Ajuga pyramidalis, Alchemilla alpitena, Alchemilla convivens, Alchemilla coriacea, Alchemilla gr. vulgaris, Alchemilla pallens, Alchemilla saxatilis, Alchemilla sect Alpinae, Alchemilla transiens, Alchemilla xanthochlora, Alisma plantago aquatica, Alliaria petiolata, Allium oleraceum, Allium schoenoprasum, Allium sphaerocephalum, Allium ursinum, Allium victorialis, Allium vineale, Alopecurus aequalis, Alopecurus geniculatus, Alopecurus pratensis, Alyssum alyssoides, Ambrosia artemisiifolia, Amelanchier ovalis, Anacamptis coriophora subsp. coriophora, Anacamptis pyramidalis, Anarrhinum bellidifolium, Andromeda polifolia, Andryala integrifolia, Anemone ranunculoides, Anisantha sterilis, Antennaria dioica, Anthericum liliago, Anthriscus sylvestris, Anthyllis vulneraria, Apera interrupta, Aphanes australis, Aquilegia vulgaris, Arabidopsis cebennensis, Arabidopsis thaliana, Arabis hirsuta, Arenaria serpyllifolia, Armeria arenaria, Arnicia montana, Amoseris minima, Arrhenatherum elatius, Arrhenatherum elatius subsp. elatius, Artemisia alba, Artemisia campestris, Artemisia vulgaris, Asarina procumbens, Asperula cynanchica, Asperula cynanchica subsp. cynanchica, Asphodelus albus, Asplenium foreziense, Asplenium obovatum subsp. billotii, Asplenium ruta muraria, Asplenium scolopendrium, Asplenium septentrionale, Asplenium trichomanes, Asplenium trichomanes subsp. quadrivalens, Asplenium trichomanes subsp. trichomanes, Asplenium viride, Asplenium x alternifolium, Athyrium distentifolium, Atocion armeria, Atocion rupestre, Atriplex patula, Atropa belladonna, Avenula pubescens, Barbarea vulgaris, Bellis perennis, Berteroa incana, Betula nana, Betula pubescens, Betula pubescens var. pubescens, Bidens frondosa, Biscutella arvensis, Biscutella gr. lima, Biscutella lamottei, Bilitum bonus henricus, Bothriochloa ischaemum, Brachypodium rupestre, Briza media, Bromopsis erecta, Bromopsis ramosa, Bromus commutatus, Bryonia cretica subsp. dioica, Buxus sempervirens, Calamagrostis arundinacea, Calamagrostis epigejos, Calamagrostis phragmitoides, Callitriche hamulata, Campanula cervicaria, Campanula erinus, Campanula latifolia, Campanula patula, Campanula persicifolia, Campanula scheuchzeri subsp. lanceolata, Campanula trachelium, Cardamine flexuosa, Cardamine heptaphylla, Cardamine hirsuta, Cardamine impatiens, Cardamine pentaphylla, Cardamine resedifolia, Carduus pernanthus, Carex flacca subsp. flacca, Carex brizoides, Carex canescens, Carex caryophyllaea, Carex demissa, Carex depauperata, Carex digitata, Carex divulsa, Carex elata, Carex elongata, Carex gr. spicata, Carex halleriana, Carex hirta, Carex laevigata, Carex leporella, Carex limosa, Carex montana, Carex otrubae, Carex pairae, Carex pallidissima, Carex panicea, Carex paniculata, Carex pauciflora, Carex pendula, Carex pilosa, Carex pseudocyperus, Carex remota, Carex strigosa, Carex umbrosa, Carex vesicaria, Carex viridula, Carex acanthifolia subsp. acanthifolia, Carex aquatica, Cedrus atlantica, Centaurea decipiens subsp. nemoralis, Centaurea jacea, Centaurea nigra, Centaurea pectinata, Centaurea subgen. Jacea, Cephalanthera, Cephalanthera damasonium, Cephalanthera longifolia, Cephalanthera rubra, Cephalaria leucantha, Cerastium arvense, Cerastium fontanum, Cerastium fontanum subsp. vulgare, Cerastium glomeratum, Ceratocarpus claviculata, Cervaria rivini, Chaerophyllum aureum, Chamaemelum nobile, Chelidonium majus, Chenopodium album, Chrysosplenium alternifolium, Circaea lutetiana, Circaea x intermedia, Cirsium arvense, Cirsium dissectum, Cirsium eriophorum, Cirsium erisithales, Cirsium rivulare, Cirsium vulgare, Clematis vitalba, Clinopodium acinos, Clinopodium gr. nepeta subsp. sylvaticum, Clinopodium vulgare, Cochlearia pyrenaica, Coicya monensis subsp. cheiranthos, Cochium autumnale, Comarum palustre, Convolvulus cantabrica, Convolvulus sepium, Corallorhiza trifida, Coronilla minima subsp. minima, Corydalis solida, Cota tinctoria, Crataegus germanica, Crataegus laevigata, Crepis mollis, Crepis paludosa, Crepis vesicaria subsp. taraxacifolia, Cruciatia laevipes, Cryptogramma crispa, Cuscuta epithymum, Cyanus montanus, Cynosurus cristatus, Cystopteris fragilis, Cystopteris gr. fragilis, Cytisus scoparius subsp. scoparius, Dactylorhiza maculata, Dactylorhiza maculata subsp. maculata, Dactylorhiza majalis, Danthonia decumbens, Daphne laureola, Daphne laureola subsp. laureola, Daphne mezereum, Daucus carota, Dianthus armeria, Dianthus carthusianorum, Dianthus deltoideus, Dianthus gallicus, Dianthus hispidus, Dianthus hyssopifolius, Dianthus seguieri subsp. pseudocollinus, Dianthus superbus, Dichoropetalum carvifolia, Digitalis grandiflora, Digitalis lutea, Dioscorea communis, Doronicum pardalianches, Draba verna, Drosera intermedia, Drosera rotundifolia, Dryomacalis rupestris, Dryomacchia sylvatica, Dryopteris affinis, Dryopteris affinis subsp. affinis, Dryopteris affinis subsp. borrei, Dryopteris expansa, Dryopteris oreades, Dryopteris remota, Echimium vulgare, Eleocharis multicaulis, Eleocharis palustris, Elymus caninus, Elytrigia campestris, Elytrigia intermedia subsp. intermedia, Epikeros pyrenaicus, Epilobium alpestre, Epilobium collinum, Epilobium duriae, Epilobium gr. obscurum, Epilobium hirsutum, Epilobium lanceolatum, Epilobium obscurum, Epilobium palustre, Epilobium tetragonum, Epilobium tetragonum subsp. lamyi, Epipactis helleborine, Epipactis helleborine subsp. minor, Epipactis microphylla, Epipactis purpurata, Epipogon aphyllum, Equisetum arvense, Equisetum fluviatile, Equisetum hyemale, Equisetum palustre, Equisetum sylvaticum, Erica scoparia, Erigeron canadensis, Erigeron schleicheri, Erigeron sumatrensis, Eriophorum vaginatum, Erodium cicutarium, Ervilia hirsuta, Ervum gracile, Ervum tetraspermum, Eryngium campestre, Eryngium dentis canis, Euphorbia angulata, Euphorbia dulcis, Euphorbia dulcis subsp. incompta, Euphorbia duvalii, Euphorbia hybema, Euphorbia illyrica, Euphorbia lathyris, Euphorbia stricta, Euphrasia officinalis subsp. rostkoviana, Euthamia graminifolia, Falcaria vulgaris, Fallopia dumetorum, Festuca arvensis, Festuca auquieri, Festuca filiformis, Festuca gr. rubra, Festuca lemianii, Festuca marginata subsp. marginata, Festuca nigrescens, Festuca ovina subsp. guestfalica, Festuca rivularis, Festuca rubra, Festuca rubra subsp. rubra, Ficaria verna, Ficaria verna subsp. verna, Filago arvensis, Filago pyramidalis, Filipendula vulgaris, Fumana procumbens, Gagea lutea, Galanthus nivalis, Galeopsis angustifolia, Galeopsis gr. tetrahit, Galeopsis segetum, Galium album, Galium aparine subsp. aparine, Galium gr. palustre, Galium mollugo, Galium palustre, Galium parisiense, Galium pumilum, Galium timeroi, Galium uliginosum, Galium verum, Gasparinia peucedanoides, Gastridium ventricosum, Genista anglica, Genista sagittalis, Gentiana pneumonanthe, Geranium dissectum, Geranium lucidum, Geranium molle, Geranium robertianum, Geranium rotundifolium, Geranium sanguineum, Geranium sylvaticum, Geum rivale, Glechoma hederacea, Globularia bisnagarica, Glyceria fluitans, Glyceria gr. fluitans, Glyceria notata, Gnaphalium sylvaticum, Goodyera repens, Gymnadenia conopsea, Gypsophila muralis, Helianthemum apenninum, Helianthemum nummularium, Helichrysum stoechas, Helictichloa pratensis, Helleborus foetidus, Helminthotheca echioides, Heracleum sphondylium, Hemiaria glabra, Hieracium amplexicaule, Hieracium glaucinum, Hieracium gr. lachenalii, Hieracium gr. laevigatum, Hieracium gr. virgultorum, Hieracium laevigatum, Hieracium murorum, Hieracium sect Vulgata, Hieracium stelligerum, Hippocrepis comosa, Hippocrepis emerus, Hordelymus europaeus, Hordeum secalinum, Humulus lupulus, Huperzia selago, Hyacinthoides non scripta, Hydrocotyle vulgaris, Hylotelephium gr. telephium, Hylotelephium maximum, Hylotelephium telephium, Hypericum, Hypericum androsaemum, Hypericum elodes, Hypericum hirsutum, Hypericum humifusum, Hypericum linariifolium, Hypericum maculatum, Hypericum montanum, Hypericum perforatum, Hypochaeris glabra, Hypochaeris radicata, Hypochaeris radicata subsp. radicata, Hypoxypus officinalis, Illecebrum verticillatum, Impatiens balfouii, Impatiens glandulifera, Impatiens parviflora, Imperatoria ostruthium, Inula conyza, Inula montana, Inula salicina, Iris pseudacorus, Isoetes echinospora, Isoplepis fluitans, Isoplepis setacea, Isopyrum thalictroides, Jacobaea adonidifolia, Jacobaea vulgaris, Jasione laevis, Jasione montana, Juglans nigra, Juglans regia, Juncus alpinoarticulatus, Juncus articulatus, Juncus bufonius, Juncus bulbosus, Juncus filiformis, Juncus squarrosus, Juncus subnodulosus, Juncus tenaglie, Juncus tenuis, Juniperus communis subsp. communis, Juniperus communis subsp. nana, Juniperus oxycedrus, Knautia arvensis, Knautia arvensis, Knautia basaltica var. foreziensis, Knautia gr. dipsacifolia, Koeleria gr. pyramidata, Koeleria macrantha, Koeleria pyramidata, Koeleria vallesiana, Lactuca alpina, Lactuca perennis, Lactuca plumieri, Lactuca seriola, Lactuca viminea, Lactuca viminea subsp. chondrilliflora, Lamium album, Lamium galeobdolon subsp. montanum, Lamium maculatum, Lamium purpureum, Lapsana communis, Larix decidua, Larix kaempferi, Larix x marschlinii, Laserpitium latifolium, Lathraea clandestina, Lathraea squamaria, Lathyrus cirrhosus, Lathyrus linifolius, Lathyrus niger, Lathyrus scutellatus, Lathyrus pannonicus subsp. asphodeloides, Lathyrus pratensis, Lathyrus vernus, Lemna minor, Leontodon hispidus, Leontodon saxatilis, Leucanthemum gr. vulgare, Leucanthemum monspeliense, Leucocjum vernum, Libanotis pyrenaica, Ligustrum vulgare, Linum austriacum subsp. collinum, Linum catharticum, Linum tenuifolium, Littorella uniflora, Lobelia urens, Logfia minima, Loncomelos pyrenaicus, Lonicera alpitena, Lonicera etrusca, Lotus comiculatus, Lotus comiculatus subsp. comiculatus, Lunaria rediviva, Luzula campestris, Luzula congesta, Luzula

Boîte à outils « Forêts anciennes du Massif central » : la flore vasculaire (A. VILLEMÉY et B. RENAUX), v 26-01-17

Retrouvez l'ensemble des contributions sur http://cbnmc.fr/forets_anciennes

forsteri subsp. forsteri, Luzula luzuloides, Luzula sudetica, Lychnis flos cuculi, Lycopodiella inundata, Lycopodium alpinum, Lycopodium annotinum, Lycopodium tristachyum, Lycopodium europaeus, Lysimachia arvensis, Lysimachia nummularia, Lysimachia tenella, Lysimachia vulgaris, Lythrum portula, Lythrum salicaria, Malva moschata, Marsilea quadrifida, Medicago lupulina, Medicago minima, Medicago sativa subsp. falcata, Melampyrum arvense, Melampyrum catalaunicum, Melampyrum sylvaticum, Melica ciliata, Melica nutans, Melissa officinalis, Melittis melissophyllum, Mentha aquatica, Mentha arvensis, Mentha longifolia, Menyanthes trifoliata, Mercurialis huetii, Meum athamanticum, Micranthes clusii, Micranthes stellaris, Micropyrum tenellum, Microthlaspi perfoliatum, Minuartia rostrata, Moehringia muscosa, Molinia caerulea subsp. arundinacea, Molinia caerulea subsp. caerulea, Moneses uniflora, Monotropa hypopitys, Monotropa hypopitys subsp. hypopitys, Montia fontana, Muscari comosum, Muscari neglectum, Myosotis arvensis, Myosotis balbisiana, Myosotis decumbens, Myosotis gr. scopioides, Myosotis martinii, Myosotis ramosissima, Myosotis scorpioides, Myriophyllum alterniflorum, Narcissus poeticus, Narcissus pseudonarcissus, Narthecium ossifragum, Nasturtium officinale, Neottia cordata, Neottia nidus avis, Neottia ovata, Odontites vernus, Oenanthe lachenalii, Oenothera biennis, Onobrychis viciifolia, Ononis pusilla, Ononis spinosa, Ononis striata, Ophrys apifera, Ophrys aranifera, Ophrys insectifera, Orchis mascula, Orchis purpurea, Oreopteris limbosperma, Oreoselinum nigrum, Origanum vulgare, Orlygia grandiflora, Ormithopus perpusillus, Orbanche rapum genistae, Orthilia secunda, Osmunda regalis, Oxalis dillenii, Papaver cambricum, Parnassia palustris, Patzkea paniculata, Patzkea paniculata subsp. paniculata, Patzkea paniculata subsp. spadicea, Pedicularis sylvatica, Persicaria amphibia, Persicaria hydropiper, Persicaria maculosa, Petasites albus, Petasites hybridus, Petrorhagia prolifera, Peucedanum gallicum, Phalaris arundinacea, Phegopteris connectilis, Phleum nodosum, Phleum phleoides, Phragmites australis, Phyteuma gallicum, Phyteuma ovatum, Phyteuma spicatum, Phytolacca americana, Picea sitchensis, Picris hieracioides, Pilosella aurantiaca, Pilosella lactucella, Pilosella peleteriana subsp. ligerica, Pilosella ziziana, Pimpinella major, Pimpinella saxifraga, Pinus mugo, Pinus mugo subsp. uncinata, Pinus nigra, Pinus nigra subsp. nigra, Pinus pinaster, Pinus strobus, Pistacia terebinthus, Plantago coronopus, Plantago lanceolata, Plantago major, Plantago major subsp. major, Platanthera bifolia, Platanthera chlorantha, Poa annua, Poa bulbosa, Poa bulbosa subsp. bulbosa var. vivipara, Poa nemoralis subsp. nemoralis var. agrostoides, Poa nemoralis subsp. nemoralis var. glauca, Poa nemoralis subsp. nemoralis var. nemoralis, Poa palustris, Poa pratensis, Poa pratensis subsp. angustifolia, Polygala calcarea, Polygala serpyllifolia, Polygala vulgaris, Polygonatum odoratum, Polygonum aviculare, Polygodium interjectum, Polypodium vulgare, Polypodium x mantoniae, Polystichum aculeatum, Polystichum setiferum, Polystichum x bicknellii, Populus nigra, Populus x canadensis, Potamogeton natans, Potamogeton polygonifolius, Potentilla aurea, Potentilla micrantha, Potentilla neglecta, Potentilla reptans, Potentilla verna, Poterium sanguisorba, Poterium sanguisorba subsp. sanguisorba, Primula elatior, Primula veris, Primula vulgaris, Prospero autumnale, Prunella laciniata, Prunella vulgaris, Prunus mahaleb, Prunus padus, Prunus serotina, Pseudotumitis turrita, Pseudotumitis turrita x bohemica, Rhamnus cathartica, Rhamnus saxatilis, Rhaponticum coniferum, Rhinanthus minor, Rhus coriaria, Rhynchospora alba, Ribes nigrum, Ribes petraeum, Ribes rubrum, Ribes uva crispata, Robinia pseudoacacia, Rorippa amphibia, Rorippa sylvestris, Rosa agrestis, Rosa gr. canina, Rosa micrantha, Rosa obtusifolia, Rosa pendulina, Rosa subsect Rubiginosa, Rubia peregrina, Rubia peregrina subsp. peregrina, Rubus caesius, Rubus caesius, Rubus fruticosus, Rubus laciniatus, Rubus ser. Discolores, Rubus ser. Glandulosi, Rubus ulmifolius, Rumex acetosella subsp. pyrenaicus, Rumex alpinus, Rumex conglomeratus, Rumex crispus, Rumex obtusifolius, Rumex patientia, Rumex sanguineus, Sagina procumbens, Sagina subulata, Salix atrocinnerea, Salix aurita, Salix bicolor, Salix cinerea, Salix gr. cinerea, Salix lapponum, Salix repens, Salix x caprea, Salix x guinieri, Salix x obtusifolia, Salvia pratensis, Sanguisorba officinalis, Sanicula europaea, Saponaria oymoides, Saponaria officinalis, Saxifraga fragosoi, Saxifraga granulata, Saxifraga granulata, Saxifraga prostrata, Scabiosa columbaria, Schedonorus arundinaceus, Schedonorus giganteus, Schedonorus pratensis, Scheuchzeria palustris, Scilla bifolia, Scirpus sylvaticus, Scleranthus perennis, Scleranthus uncinatus, Scorzonera hirsuta, Scorzonera humilis, Scorzoneroideides autumnalis, Scorzoneroideides pyrenaica, Scorzoneroideides pyrenaica var. helvetica, Scrophularia alpestris, Scrophularia nodosa, Scutellaria minor, Sedum acre, Sedum album, Sedum hirsutum, Sedum ochroleucum, Sedum rubens, Sedum rupestre, Sedum sediforme, Sedum sexangulare, Sedum villosum, Sempervivum arachnoideum, Sempervivum tectorum, Senecio cacaliaster, Senecio inaequidens, Senecio ovatus subsp. alpestris, Senecio sylvaticus, Senecio viscosus, Senecio vulgaris, Serratula tinctoria, Serratula tinctoria subsp. monticola, Seseli montanum, Setaria italica subsp. viridis, Sibthorpia europaea, Silene baccifera, Silene nutans, Silene otites, Silene saxifraga, Silene vulgaris, Silene vulgaris subsp. glareosa, Silene x hampeana, Simethis mattiazii, Solanum dulcamara, Sonchus asper subsp. asper, Sorbus domestica, Sorbus mougeotii, Sorbus x thuringiaca, Sorbus x tomentella, Sparganium emersum, Sparganium erectum, Sparganium erectum subsp. neglectum, Sparganium morisonii, Sparganium rubra, Spiraea hypericifolia subsp. obovata, Spirodela polyrrhiza, Stachys recta, Stachys recta subsp. recta, Stachys sylvatica, Staehelina dubia, Stellaria alsina, Stellaria graminea, Stellaria media, Stellaria nemorum subsp. montana, Stipa gallica, Succisa pratensis, Symphyotrichum lanceolatum, Symphyotrichum x salignum, Tanacetum corymbosum, Tanacetum parthenium, Taraxacum, Taraxacum sect Taraxacum, Taxus baccata, Teesdalia nudicaulis, Tephrosia helenitis, Teucrium chamaedrys, Teucrium montanum, Thalictrum aquilegifolium, Thelypteris palustris, Thesium alpinum, Thesium humifusum subsp. humifusum, Thymus drucei, Thymus gr. polytrichus, Thymus polytrichus, Thymus pulegioides, Thymus sect polytrichus, Thysselinum palustre, Tilia x europaea, Torilis arvensis subsp. arvensis, Torilis japonica, Tractema lilio hyacinthus, Tragopogon pratensis, Trichophorum cespitosum, Trichophorum cespitosum subsp. germanicum, Trifolium alpinum, Trifolium arvense, Trifolium campestre, Trifolium dubium, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trifolium rubens, Trifolium spadicum, Trifolium striatum, Trinia glauca, Tripleurospermum inodorum, Trisetum flavescens, Trochardium verticillatum, Trollius europaeus, Tuberaia guttata, Tulipa sylvestris subsp. australis, Turritis glabra, Tussilago farfara, Typha angustifolia, Ulex europaeus, Ulmus glabra, Ulmus gr. minor, Ulmus laevis, Ulmus minor, Umblicus rupestris, Vaccinium gr. oxycoccus, Vaccinium microcarpum, Vaccinium oxycoccus, Vaccinium uliginosum, Vaccinium vitis idaea, Valeriana dioica, Valeriana dioica, Valeriana officinalis, Valeriana officinalis subsp. repens, Valeriana officinalis subsp. tenuifolia, Valeriana tripteris, Valeriana locusta, Vandenboschia speciosa, Veratrum album, Verbascum blattaria, Verbascum blattaria, Verbascum lychnitis, Verbascum nigrum, Verbena officinalis, Veronica arvensis, Veronica beccabunga, Veronica dillenii, Veronica gr. hederifolia, Veronica montana, Veronica scutellata, Veronica serpyllifolia, Veronica urticifolia, Viburnum lantana, Viburnum opulus, Vicia angustifolia, Vicia cracca, Vicia gr. cracca, Vicia gr. sativa, Vicia lathyroides, Vicia orobus, Vicia segetalis, Vinca minor, Vincetoxicum hirundinaria, Viola arvensis, Viola canina, Viola hirta, Viola lutea, Viola lutea subsp. lutea, Viola odorata, Viola reichenbachiana, Viola tricolor, Viscum album, Vitis vinifera, Vulpia bromoides, Vulpia myuros, Wahlenbergia hederacea, Wolffia arrhiza.

Jeu de données supra-méditerranéen

Taxons insensibles à l'ancienneté :

Abies alba, Athyrium filix femina, Avenella flexuosa, Cytisus oromediterraneus, Cytisus scoparius, Dryopteris filix mas, Fagus sylvatica, Festuca gr. ovina, Pinus sylvestris, Poa nemoralis, Pteridium aquilinum, Rubus idaeus, Solidago virgaurea, Sorbus aria, Sorbus aucuparia, Teucrium scorodonia, Vaccinium myrtillus.

Taxons pour lesquels le nombre d'occurrence étaient trop faible pour conclure : Acer campestre

Acer monspessulanum, Acer opalus, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Achillea millefolium, Achnatherum bromoides, Achnatherum calamagrostis, Aconitum lycoctonum subsp. neapolitanum, Aconitum lycoctonum subsp. vulparia, Aconitum napellus subsp. bumati, Actaea spicata, Adenocarpus complicatus, Adenostyles alliariae, Adonis vernalis, Adoxa moschatellina, Aegopodium podagraria, Agrimonia eupatoria, Agrostis canina, Agrostis capillaris, Agrostis castellana, Agrostis stolonifera, Aira caryophyllea, Aira praecox, Ajuga chamaepitys, Ajuga reptans, Alchemilla alpigena, Alchemilla gr. vulgaris, Alchemilla saxatilis, Alliaria petiolata, Allium ericetorum, Allium lusitanicum, Allium oleraceum, Allium sphaerocephalon, Allium ursinum, Allium victorialis, Allosorus tinai, Alnus glutinosa, Alyssum alyssoides, Alyssum montanum, Amelanchier ovalis, Anarrhinum bellidifolium, Andryala integrifolia, Anemone, Anemone hepatica, Anemone nemorosa, Anemone rubra, Angelica sylvestris, Anisantha sterilis, Anogramma leptophylla, Antennaria dioica, Anthericum liliago, Anthericum ramosum, Anthoxanthum odoratum, Anthriscus caucalis, Anthriscus sylvestris, Anthyllis montana, Anthyllis vulneraria subsp. rubriflora, Antirrhinum majus, Aphyllanthes monspeliensis, Aquilegia viscosa, Aquilegia vulgaris, Arabidopsis cebennensis, Arabidopsis thaliana, Arbutus unedo, Arctium minus, Arctostaphylos uva ursi, Arctostaphylos uva ursi var. crassifolius, Arenaria aggregata, Arenaria leptocladus, Arenaria montana, Arenaria serpyllifolia, Argyrolobium zanonii, Aristolochia pistilochia, Armeria arenaria, Armeria girardii, Armeria montana, Arrhenatherum elatius, Artemisia campestris, Artemisia verlotorum, Asarina procumbens, Asparagus acutifolius, Asperula cynanchica, Asperula cynanchica subsp. cynanchica, Asperula tinctoria, Asphodelus cerasiferus, Asplenium adiantum nigrum, Asplenium ceterach, Asplenium foreziense, Asplenium onopteris, Asplenium septentrionale, Asplenium trichomanes, Asplenium trichomanes subsp. pachyrachis, Asplenium trichomanes subsp. quadrivalens, Asplenium trichomanes subsp. trichomanes, Aster alpinus var. cebennensis, Astragalus glycyphyllos, Astragalus monspessulanus, Atocion ammeria, Atropa belladonna, Avenula, Avenula pubescens, Betonica officinalis, Betula pendula, Biscutella gr. lima, Bistorta officinalis, Bituminaria bituminosa, Blackstonia perfoliata, Blechnum spicatum, Blyssum compressum, Botrychium matricarifolium, Brachypodium gr. pinnatum, Brachypodium phoenicoides, Brachypodium retusum, Brachypodium rupestre, Brachypodium sylvaticum, Briza media, Bromopsis erecta, Bromus intermedius, Bupleurum baldense, Bupleurum ranunculoides, Bupleurum rotundifolium, Buxus sempervirens, Calamagrostis arundinacea, Caltha palustris, Campanula glomerata, Campanula patula, Campanula persicifolia, Campanula rapunculoides, Campanula rotundifolia, Campanula speciosa, Campanula trachelium, Cardamine amara, Cardamine flexuosa, Cardamine hirsuta, Cardamine impatiens, Cardamine pentaphylla, Cardamine pratensis, Cardamine raphanifolia, Carduus nigrescens, Carex, Carex alba, Carex canescens, Carex caryophyllea, Carex davalliana, Carex demissa, Carex depauperata, Carex depressa subsp. basilaris, Carex digitata, Carex distachya, Carex distans, Carex echinata, Carex halleriana, Carex hirta, Carex humilis, Carex leersii, Carex lepidocarpa, Carex leporina, Carex mairei, Carex montana, Carex nigra, Carex oedipostyla, Carex ormithopoda subsp. ormithopoda, Carex parea, Carex palleascens, Carex paniculata, Carex pendula, Carex pilulifera, Carex pulicaris, Carex remota, Carex rostrata, Carex sylvatica, Carex umbrosa, Carthamus mitissimus, Catabrosa aquatica, Catananche caerulea, Catapodium rigidum, Cedrus atlantica, Centaurea calcitrapa, Centaurea decipiens subsp. nemoralis, Centaurea jacea, Centaurea pectinata, Centaureum erythraea, Centranthus ruber, Cephalanthera damasonium, Cephalanthera longifolia, Cephalanthera rubra, Cephalaria leucantha, Cerastium arvense, Cerastium brachypetalum, Cerastium pumilum, Cerastium semidecandrum, Ceratocarpus claviculata, Cervaria rivini, Chaenorhizon originifolium, Chaerophyllum hirsutum, Chaerophyllum temulum, Chelidonium majus, Chondrilla juncea, Chrysosplenium alternifolium, Chrysosplenium oppositifolium, Circaea lutetiana, Cirsium arvense, Cirsium eriophorum, Cirsium erisithales, Cirsium palustre, Cistus lasianthus subsp. alyssoides, Cistus laurifolius, Cistus populifolius, Cistus salviifolius, Cistus umbellatus, Clematis flammula, Clematis vitalba, Clinopodium acinos, Clinopodium grandiflorum, Clinopodium nepeta subsp. nepeta, Clinopodium nepeta subsp. sylvaticum, Clinopodium vulgare, Coicya monensis subsp. cheiranthos, Colchicum autumnale, Comarum palustre, Conopodium majus, Convallaria majalis, Convolvulus arvensis, Convolvulus cantabrica, Convolvulus sepium, Corallorhiza trifida, Coriaria myrtifolia, Cornus mas, Cornus sanguinea, Coronilla minima, Coronilla minima subsp. lotoides, Coronilla minima subsp. minima, Coronilla varia, Corylus avellana, Cota altissima, Crataegus monogyna, Crepis alba, Crepis alba subsp. alba, Crepis foetida,

Boîte à outils « Forêts anciennes du Massif central » : la flore vasculaire (A. VILLEMEY et B. RENAUX), v 26-01r-17

Retrouvez l'ensemble des contributions sur http://cbnmc.fr/forets_anciennes

