



*INVENTAIRE FORESTIER
NATIONAL*

Les sylvoécorégions (SER) de France métropolitaine

Étude de définition



Convention DGFAR/IFN n°E 12/06

Chef de projet : Sébastien CAVAINAC
Juillet 2009

Table des matières

1 Introduction	7
1.1 Contexte	7
1.2 Objectifs	8
1.3 Méthodologie générale	8
1.4 Organisation du document	10
2 Identification des facteurs déterminant la production ligneuse et la répartition des habitats forestiers	11
2.1 Descripteurs topographiques	12
2.2 Facteurs et descripteurs édaphiques	13
2.2.1 Le sol dans sa fonction de support	13
2.2.2 Le sol dans sa fonction alimentaire	15
2.3 Facteurs et descripteurs climatiques	18
2.4 Données floristiques	19
3 Définition des zones d'étude	20
4 Élaboration d'un canevas des SER	24
4.1 Démarche de partition	24
4.1.1 Principe	24
4.1.2 Données abiotiques	24
4.1.3 Données floristiques	25
4.1.4 Résultat de la démarche de regroupement	26
4.2 Démarche de regroupement	26
4.2.1 Principe	26
4.2.2 Données abiotiques	26
4.2.3 Données floristiques	27
4.2.4 Résultat de la démarche de regroupement	27
4.3 Vers un canevas de sylvoécocoregions	27
5 Consultations régionales	28
5.1 Nécessité et enjeux	28
5.2 Une consultation interactive	28
5.3 Déroulement des réunions	29
5.4 Conclusions	30

6 Dernières évolutions et bilan	35
6.1 Levée des indéterminations subsistant après les consultations régionales	35
6.1.1 La Woèvre	35
6.1.2 La Plaine occidentale corse	35
6.1.3 La Plaine d'Alsace	35
6.1.4 Le Camarès	36
6.1.5 Les Plateaux granitiques du Massif central	36
6.2 Définition de nouvelles limites	37
6.2.1 Flandres et Plaine picarde	39
6.2.2 Adour atlantique et Collines de l'Adour	39
6.2.3 Zones de vallées	40
6.3 Bilan	41
7 Zonages complémentaires	44
7.1 Grandes régions écologiques (GRECO)	45
7.2 Infra-Sylvoécorégions	45
7.2.1 Corse orientale	45
7.2.2 Plaine d'Alsace	46
7.2.3 Massif vosgien central	46
7.2.4 Collines périvosgiennes et Warndt	46
7.2.5 Plaines et dépressions argileuses du Nord-Est	47
7.2.6 Plateaux calcaires du Nord-Est	47
7.2.7 Côtes et plateaux de la Manche	48
7.2.8 Plateaux granitiques du centre du Massif central	48
7.2.9 Ségala et Châtaigneraie auvergnate	48
7.2.10 Cévennes	49
7.2.11 Haute chaîne pyrénéenne	49
7.3 Autres perspectives	49
8 Conclusion	50
Bibliographie	51

Table des annexes

Annexe A : Annexe technique de la convention SER	54
Annexe B : Détails techniques	59
B.1 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Alpes et Jura	60
B.1.1 Démarche de partition	60
B.1.2 Démarche de regroupement	63
B.1.3 Synthèse	64
B.2 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Grand Ouest océanique	65
B.2.1 Démarche de partition	65
B.2.2 Démarche de regroupement	68
B.2.3 Synthèse	69
B.3 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Grand Est semi-continentale	70
B.3.1 Démarche de partition	70
B.3.2 Démarche de regroupement	73
B.3.3 Synthèse	74
B.4 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Massif central	75
B.4.1 Démarche de partition	75
B.4.2 Démarche de regroupement	78
B.4.3 Synthèse	79
B.5 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Méditerranée et Corse	80
B.5.1 Démarche de partition	80
B.5.2 Démarche de regroupement	83
B.5.3 Synthèse	84
B.6 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Pyrénées	85
B.6.1 Démarche de partition	85
B.6.2 Démarche de regroupement	88
B.6.3 Synthèse	89
B.7 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Sud-Ouest océanique	90
B.7.1 Démarche de partition	90
B.7.2 Démarche de regroupement	93
B.7.3 Synthèse	94
B.8 Définition de pré-SER dans la zone d'étude Centre Nord semi-océanique	95
B.8.1 Démarche de partition	95
B.8.2 Démarche de regroupement	98
B.8.3 Synthèse	99

Annexe C : Comptes rendus des consultations régionales	100
C.1 Régions Centre et Île-de-France	101
C.2 Régions Basse-Normandie, Bretagne et Pays-de-la-Loire	104
C.3 Régions Corse, Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur	106
C.4 Régions Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées	110
C.5 Régions Auvergne et Limousin	113
C.6 Régions Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais et Picardie	118
C.7 Régions Alsace et Lorraine	120
C.8 Régions Bourgogne, Champagne-Ardenne et Franche-Comté	122
C.9 Régions Aquitaine et Poitou-Charentes	125
C.10 Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes	128
 Annexe D : Comptes rendus des comités de pilotage	 131
D.1 Compte rendu du premier comité de pilotage du programme Sylvoécorégions (SER) - Paris, 20 septembre 2007	132
D.1.1 Rappel de la commande et précisions sur l'historique et le contexte du projet	132
D.1.2 Attentes des partenaires vis-a-vis du projet	133
D.1.3 Méthodologie	133
D.1.4 Diffusion du projet	136
D.1.5 Produits dérivés	136
D.1.6 Perspectives	136
D.2 Compte rendu du deuxième comité de pilotage du programme Sylvoécorégions (SER) - Paris, 09 septembre 2008	137
D.2.1 Introduction	137
D.2.2 Contexte et objectifs	137
D.2.3 Méthodologie	138
D.2.4 Avancement	139
D.2.5 Points de blocage et questions au comité	140
D.3 Compte rendu provisoire du troisième comité de pilotage du programme Sylvoécorégions - Paris, 05 mai 2009	142
D.3.1 Ordre du jour	142
D.3.2 Introduction	142
D.3.3 Avancement depuis le deuxième comité	142
D.3.4 Questions au comité et dernières évolutions	142
D.3.5 Fin du projet	145
D.3.6 Perspectives	145
D.3.7 Questions diverses	145
 Annexe E : Tableaux de correspondance entre SER et régions forestières nationales	 146
Correspondances GRECO → SER → REGN	
Correspondances REGN (classées par code départemental) → SER	
Correspondances REGN (classées par ordre alphabétique) → SER	

1 Introduction

1.1 Contexte

Élaborées peu après la création de l’Inventaire forestier national (IFN) il y a maintenant une cinquantaine d’années, les régions forestières de l’IFN correspondent à une division territoriale où règnent des conditions similaires du point de vue de la production forestière [1]. D’un usage généralisé, ces régions (Figure 1.1) sont devenues une référence que ce soit dans le domaine public (Directives et Schémas régionaux d’aménagement de l’Office national des forêts), ou privé (Schémas régionaux de gestion sylvicole des Centres régionaux de la propriété forestière). Particulièrement bien adaptées à une gestion locale de la forêt, elles ont également été utilisées comme cadre des catalogues de stations puis de guides de reconnaissance des stations et de choix des essences (Figure 1.2). Pour autant, l’état des lieux rapporté en figure 1.2 montre que de tels documents n’existent pas sur l’ensemble du territoire métropolitain. Et il serait probablement très long et coûteux de tenter d’atteindre cet objectif.

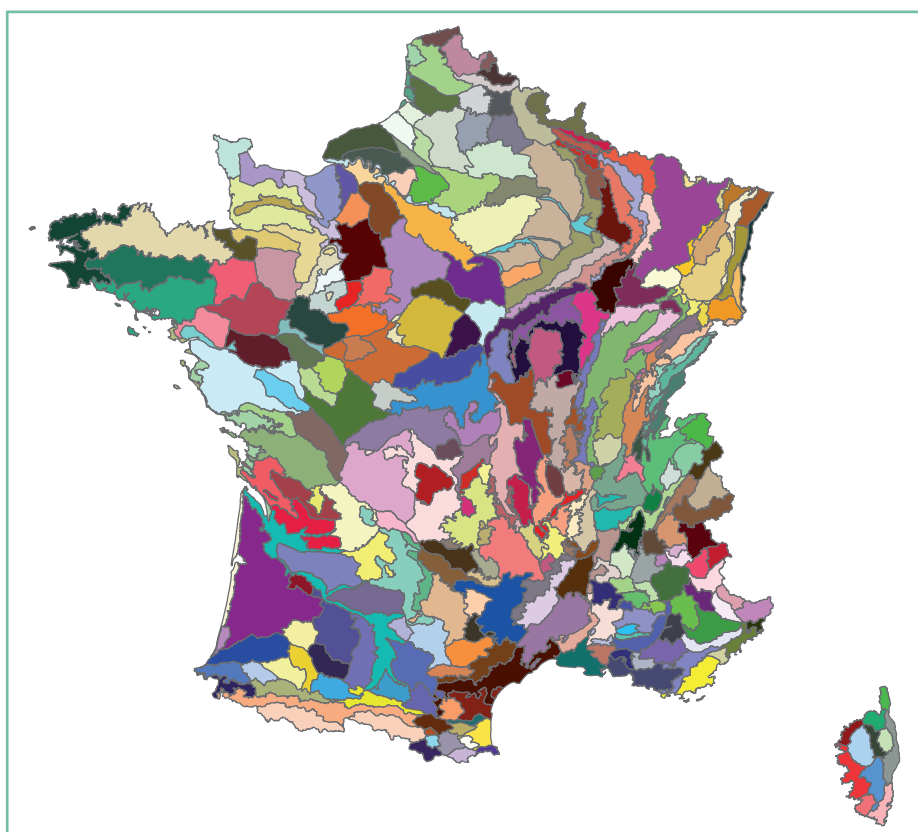


Figure 1.1 : Les 309 régions forestières nationales IFN

Ainsi, dès 2002, dans son programme de relance de la typologie des stations forestière, la Direction de l’espace rural et de la forêt encourageait les approches et synthèses à des échelles régionales, voire interrégionales [2]. La pertinence de cette échelle a d’ailleurs été confirmée lors d’un stage de fin d’études [3] sur l’extension du guide du Pays d’Othe à deux régions forestières IFN voisines, le Gâtinais oriental et la Puisaye des plateaux. Cette conclusion a été reprise dans le *Guide des outils d’aide à la reconnaissance des stations forestières et au choix des essences, ou Guide-âne* [4].

De plus, le nombre et la variété des délimitations écologiques effectuées dans le domaine de la typologie des stations forestières constitue un handicap pour les utilisateurs de catalogues qui sont déroutés par les changements dans la hiérarchie des critères à observer chaque fois qu’ils ont franchi une limite, par ailleurs souvent difficilement observable sur le terrain. L’homogénéisation des conseils pour une zone aux caractéristiques similaires, y compris lorsqu’elle se trouve à cheval sur plusieurs divisions administratives, constitue donc un levier pour une meilleure utilisation des documents de gestion et d’aide à la sylviculture. Le besoin de la profession d’un découpage en zones homogènes en relation avec les facteurs de répartition

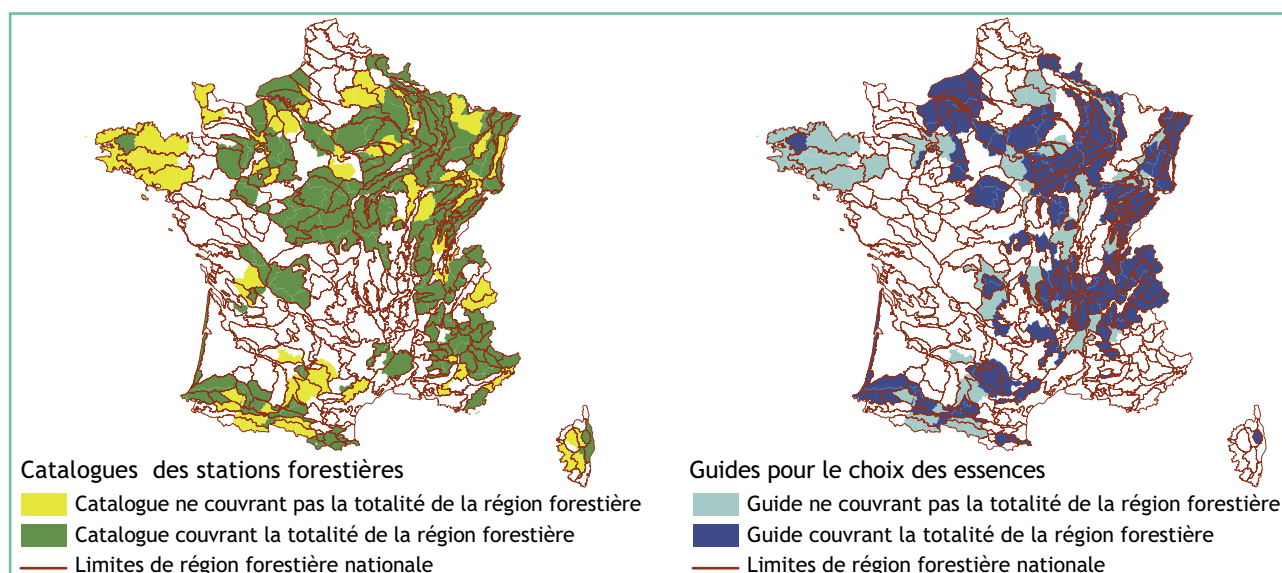


Figure 1.2 : Documents d'aide à la sylviculture. État des lieux en mai 2009

et de production des écosystèmes forestiers est donc important. C'est pourquoi le concept de « **sylvoécorégion** » s'est fait jour pour répondre tant aux pratiques professionnelles qu'au changement d'échelle préconisé. Une sylvoécorégion se définit comme l'aire *correspondant à la plus vaste zone géographique à l'intérieur de laquelle la combinaison des valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale, c'est-à-dire différente de celle caractérisant les SER adjacentes* [5].

Avec le changement de méthode d'inventaire des forêts françaises [6], le ministère en charge des forêts, tutelle de l'IFN, demande désormais que la publication des résultats statistiques soit ventilée par région administrative. Un zonage de même niveau, mais sous-tendu par un double fondement écologique et forestier s'est donc avéré nécessaire.

Enfin le contrat d'objectif État-IFN précise que les données collectées par l'Établissement devront permettre de suivre l'évolution du changement climatique au sein des sylvoécorégions [7]. Le même contrat précise que l'évaluation des taux de prélèvement pourra être décliné par sylvoécorégion afin de tenir compte des stations et plus généralement de la productivité forestière.

1.2 Objectifs

Forte de ce constat, la Direction Générale de la Forêt et des Affaires Rurales (DGFAR) du ministère de l'Agriculture et de la Pêche a confié en 2006 à l'IFN la tâche de définir un cadre forestier de référence - les sylvoécorégions (SER) de France métropolitaine - dont les objectifs sont les suivants :

- constituer une division géographique du territoire à fondement écologique qui puisse servir de référence nationale aux documents cadres de la gestion forestière et permettre la publication de résultats fiables de l'inventaire forestier à partir d'un sondage systématique ;
- fournir un cadre bioclimatique et écologique de référence permettant de suivre avec plus d'efficacité l'impact du changement climatique sur les forêts métropolitaines ;
- établir une échelle optimisée pour la réalisation des guides pour le choix des essences.

1.3 Méthodologie générale

Le programme SER a tout d'abord fait l'objet d'une préétude menée en 2005-2006 sur les régions pilotes Champagne-Ardenne et Rhône-Alpes [5]. La méthode mise en œuvre repose sur deux démarches convergentes, l'une de partitionnement d'un territoire selon les principales variables conditionnant le développement végétal (climat, sol...), l'autre d'agrégation des régions forestières nationales (Figure 1.3).

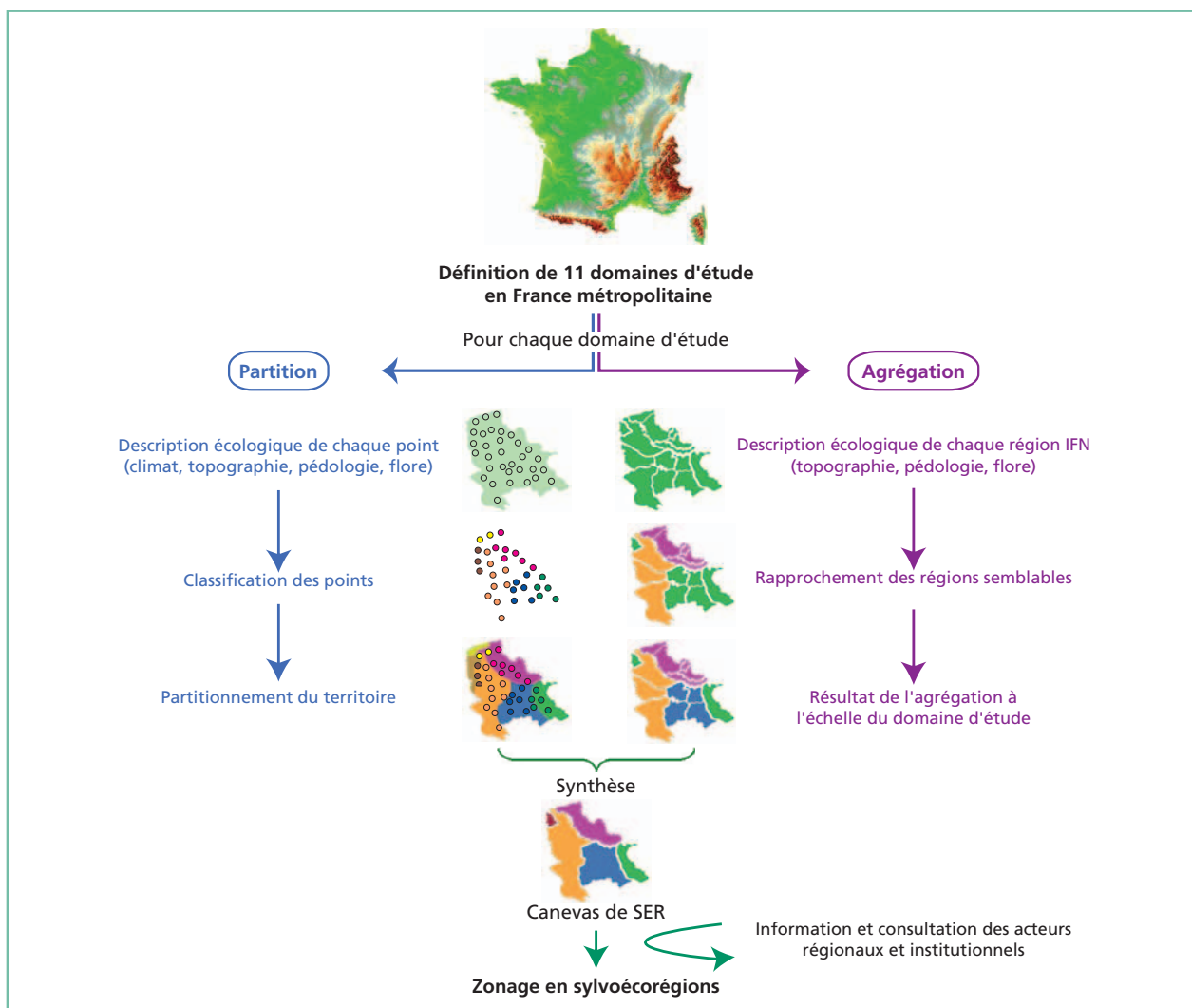


Figure 1.3 : Démarche d'élaboration des sylvoécorégions

Cette préétude souligne qu'il n'existe pas de définition unique d'une écorégion mais que le concept émerge, de façon similaire, dans de nombreux pays (par exemple [8 à 14]) ou qu'il est appliqué à d'autres objets d'étude [15 à 17]. Dans chaque cas, les définitions proposées sont voisines : il s'agit d'aires présentant des conditions homogènes au regard des facteurs influençant le sujet étudié.

La première étape a consisté à partager le territoire français en grands domaines d'étude dans le but de mieux prendre en considération les variations intrarégionales, d'avoir une hiérarchisation différente des facteurs en fonction du contexte pédoclimatique et enfin de permettre le traitement de données à un niveau local.

Pour cela, ont été étudiées les différentes cartes en relation avec la définition des SER :

les régions climatiques de Météo France, la carte géologique du BRGM [18], les régions phytoécologiques de l'IDF [19 et 20], les hydro-écorégions du Cemagref de Lyon [17], les phytoécorégions du CNRS de Toulouse [21]... Il est possible d'identifier à partir de ces cartes un premier découpage en onze grandes régions macroclimatiques de la France : océanique ouest, océanique sud-ouest, semi-océanique nord, continentale est, montagnarde (pouvant être subdivisée en Vosges, Jura, Alpes, Massif central et Pyrénées), région méditerranéenne continentale et Corse. L'appartenance des régions forestières IFN à ces différentes zones a été testée pour aboutir à une carte de secteurs homogènes à petite échelle (Figure 1.4).

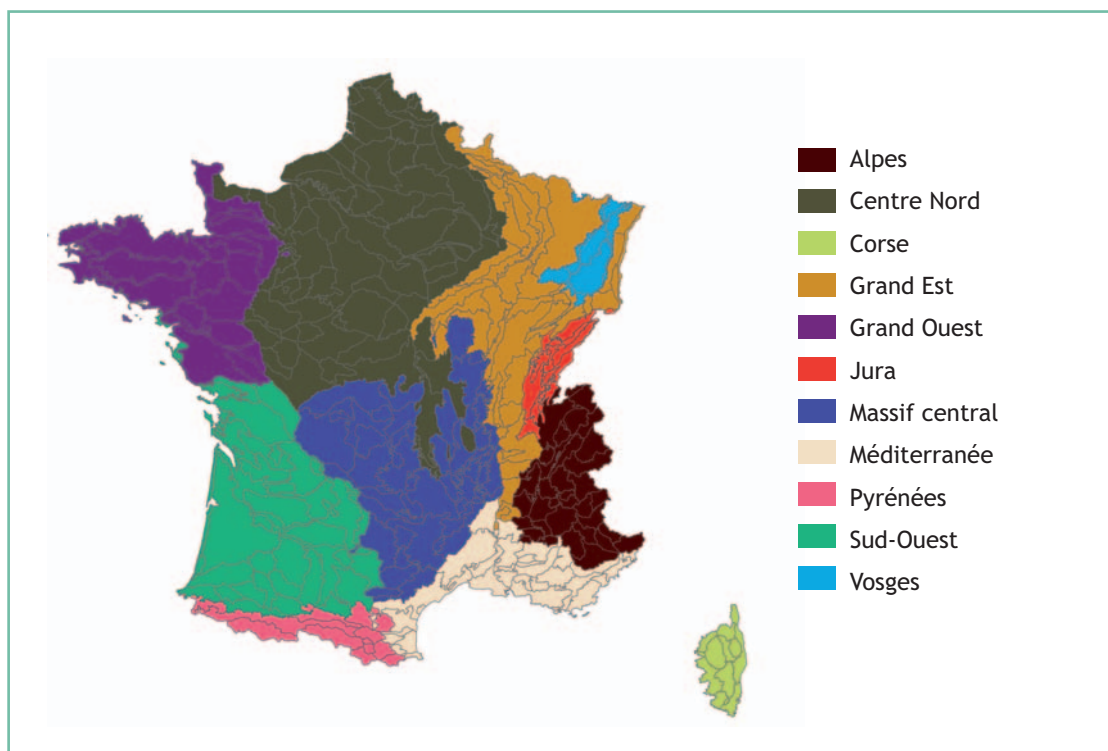


Figure 1.4 : Grandes régions macroclimatiques de la France, base du travail de définition des SER.
Fond de carte : régions forestières nationales IFN

Sur chacun de ces secteurs, deux démarches complémentaires sont appliquées en parallèle :

- La première est une **partition** : à partir d'un grand territoire, elle scinde la variabilité écologique, afin d'y définir de grands secteurs homogènes. L'ensemble des données disponibles pour le programme (données climatiques du modèle Aurelhy de Météo France, données pédologiques et topographiques issues des relevés de terrains IFN, données géologiques issues de documents bibliographiques, relevés écofloristiques de l'IFN) ont été ramenées au niveau ponctuel. À l'aide d'outils de classification, ces points ont été regroupés en ensembles homogènes vis-à-vis des facteurs de production (conditions climatiques, topographiques et pédologiques). Une classification des mêmes points à partir des données écofloristiques (relevés IFN) permet de valider ce premier zonage.
- La seconde démarche est un **regroupement** : il s'agit, après avoir précisé les caractéristiques d'une région forestière, de chercher si d'autres régions en sont écologiquement proches et peuvent y être associées ou non. L'ensemble des informations est ramené à l'échelle de la région forestière nationale IFN pour créer des profils écologiques de ces dernières. Ces profils sont ensuite classés afin de déterminer les possibilités de regroupements.

La synthèse des différents zonages obtenus permet d'établir un premier canevas des SER autour des points de convergence des deux démarches.

1.4 Organisation du document

Comme indiqué dans la section précédente, une écorégion est définie comme une zone homogène au regard des facteurs influençant le thème étudié. La première partie de ce document est donc consacrée à l'identification des facteurs déterminant la production ou la répartition des habitats forestiers et du choix des variables permettant de les prendre en compte. La suite du document reprend les principales étapes de la démarche : la définition des domaines d'étude, l'élaboration du canevas des SER à partir des démarches de partition et de regroupement, puis l'amélioration et la validation de ce zonage grâce à la consultation d'experts et de professionnels en région. Les deux dernières parties présentent les évolutions ultimes pour aboutir au découpage en SER et les zonages complémentaires qu'il est possible de réaliser à partir de ce maillage.

2 Identification des facteurs déterminant la production ligneuse et la répartition des habitats forestiers

Quels que soient sa taille, son origine ou son stade de développement, un arbre est soumis en permanence à l'action de nombreux éléments contextuels que l'on nomme « facteurs » et qui conditionnent sa survie et son développement [22]. On définit la station forestière comme étant l'étendue de terrain, plus ou moins vaste, où les différents facteurs physiques et biologiques s'expriment de manière homogène [22]. Ainsi les nombreuses études réalisées lors de l'élaboration des guides de reconnaissance des stations et du choix des essences (Figure 2.1) permettent d'identifier les facteurs déterminant l'adaptation d'une essence à un milieu et donc à ses conditions de production.

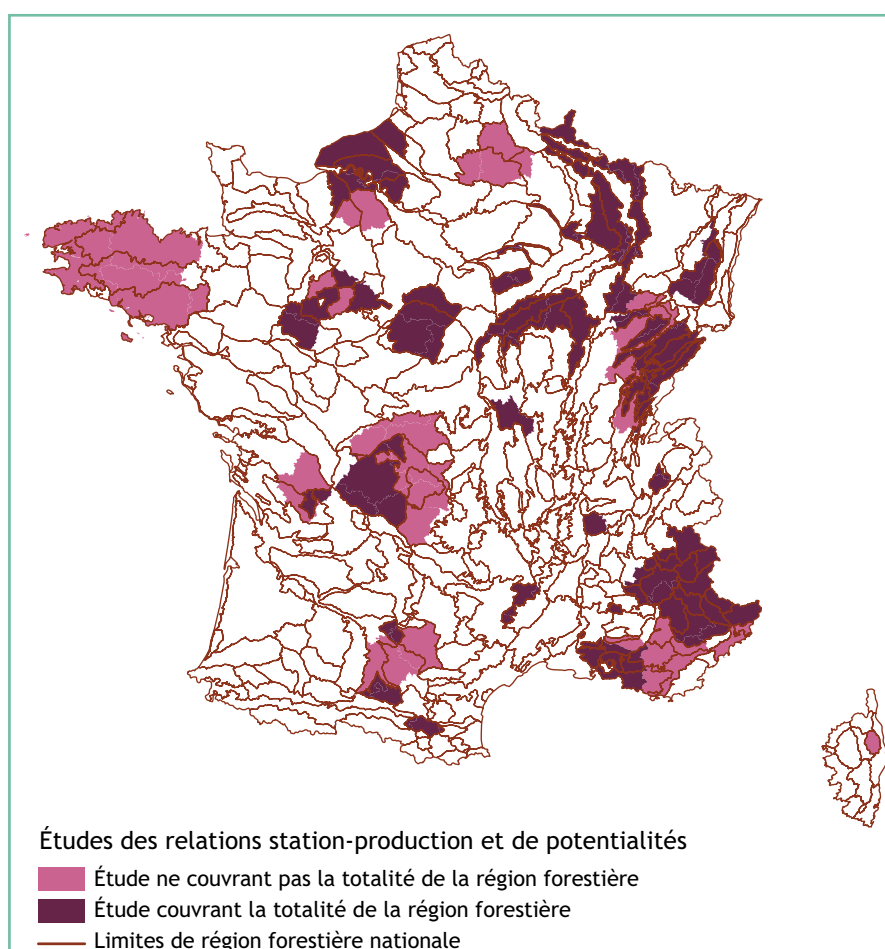


Figure 2.1 : Études des relations station-production et de potentialités forestières.
Fond de carte : régions forestières nationales IFN.

Lors des études sur l'évaluation des conséquences des changements climatiques [23 et 24], de nombreux chercheurs (par exemple [25 à 27]) se sont également penchés sur les facteurs déterminant la répartition des espèces forestières afin d'en modéliser l'évolution. Ces études permettent donc d'identifier les éléments liés à notre problématique, en distinguant classiquement les facteurs écologiques (qui ont une influence physiologique directe sur le développement et la croissance des arbres) des simples descripteurs écologiques, sans effet physiologique direct sur eux.

Ces éléments peuvent se répartir en deux grandes familles :

- les facteurs et descripteurs biotiques d'une part, liés à l'intervention d'autres êtres vivants comme les actions de l'homme ou du gibier, le parasitisme d'autres êtres vivants;
- les facteurs et descripteurs abiotiques d'autre part, ayant pour origine les éléments naturels comme la température, le sol, l'eau, la lumière. Il s'agit de facteurs importants, pouvant limiter, voire interdire, la présence d'une espèce. Ils sont bien documentés et même cartographiés. Dès lors, il a été décidé qu'ils constitueraient la base de cette étude. Ils se répartissent en trois familles :
 - descripteurs topographiques,
 - facteurs et descripteurs édaphiques,
 - facteurs et descripteurs climatiques.

La suite du chapitre reprend ces facteurs par famille, en détaillant pour chacun d'eux les variables sélectionnées.

2.1 Descripteurs topographiques

Les descripteurs topographiques intervenant sur la répartition et la production des essences végétales sont principalement la topomorphologie de la station, l'exposition et l'altitude.

La topomorphologie correspond à la situation géomorphologique de la station : plateau, pente, bas de pente, vallée... Cette donnée, disponible dans les levés IFN, ne peut être retenue pour ce projet car elle décrit une situation très locale et ces grandeurs sont très variables au sein d'une même région et peu discriminantes d'une région à l'autre. Il en est de même pour l'exposition. Ces variables sont tout de même prises en considération de façon indirecte puisqu'elles entrent dans le calcul d'indices bioclimatiques (voir ci-après).

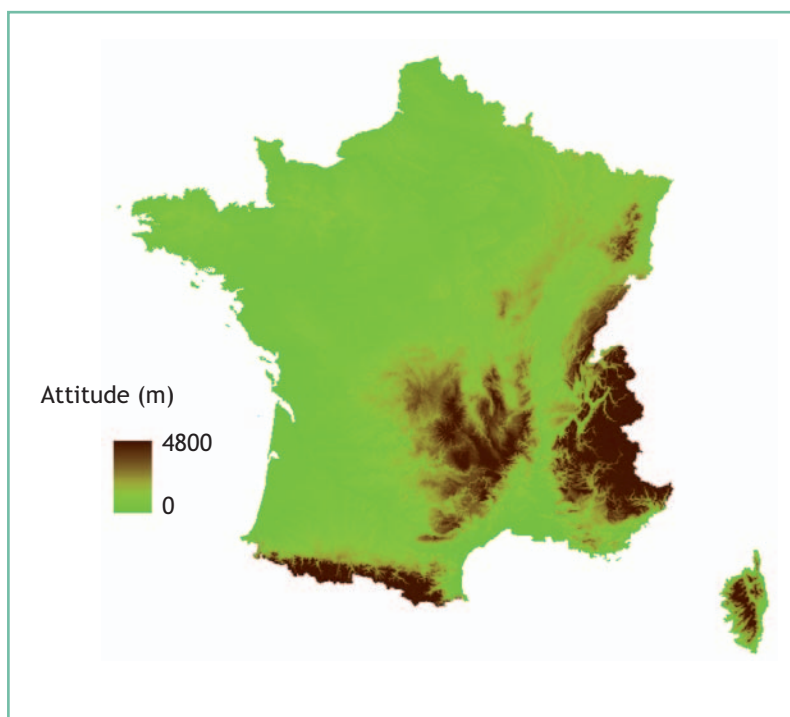


Figure 2.2 : Altitude d'après le modèle numérique de terrain (MNT) au pas de 50 m

L'altitude est un descripteur prépondérant dans la distribution et la production des essences. En effet, à l'image de la répartition des tomes de la Flore forestière française [28 à 30], ce critère permet de discriminer la structuration de la végétation par étage : plaines et collines, montagnes... Il s'agit d'un facteur particulièrement important car il en conditionne de nombreux autres comme la température, le vent, l'hygrométrie, la neige. Ce facteur est pris en considération dans l'étude à partir du modèle numérique de terrain (MNT) BD Alti® au pas de 50 m.

2.2 Facteurs et descripteurs édaphiques

Pour les arbres, le sol revêt deux fonctions : une fonction de support et une fonction de nutrition.

2.2.1 Le sol dans sa fonction de support

Le premier élément caractérisant les possibilités d'enracinement d'un arbre est la profondeur de sol. Cette variable est mesurée sur l'ensemble des points IFN, puis regroupée en six modalités :

- très caillouteux : affleurement rocheux sur la placette supérieur à 80 % ou charge en cailloux dans le sol supérieure à 80 % ;
- caillouteux : affleurement rocheux compris entre 60 et 70 % ou charge en cailloux dans le sol comprise entre 60 et 70 % ;
- superficiel : profondeur de sondage inférieure à 14 cm ;
- peu profond : profondeur de sondage comprise entre 15 et 34 cm ;
- moyennement profond : profondeur de sondage comprise entre 35 et 64 cm ;
- profond : profondeur de sondage supérieure ou égale à 65 cm.

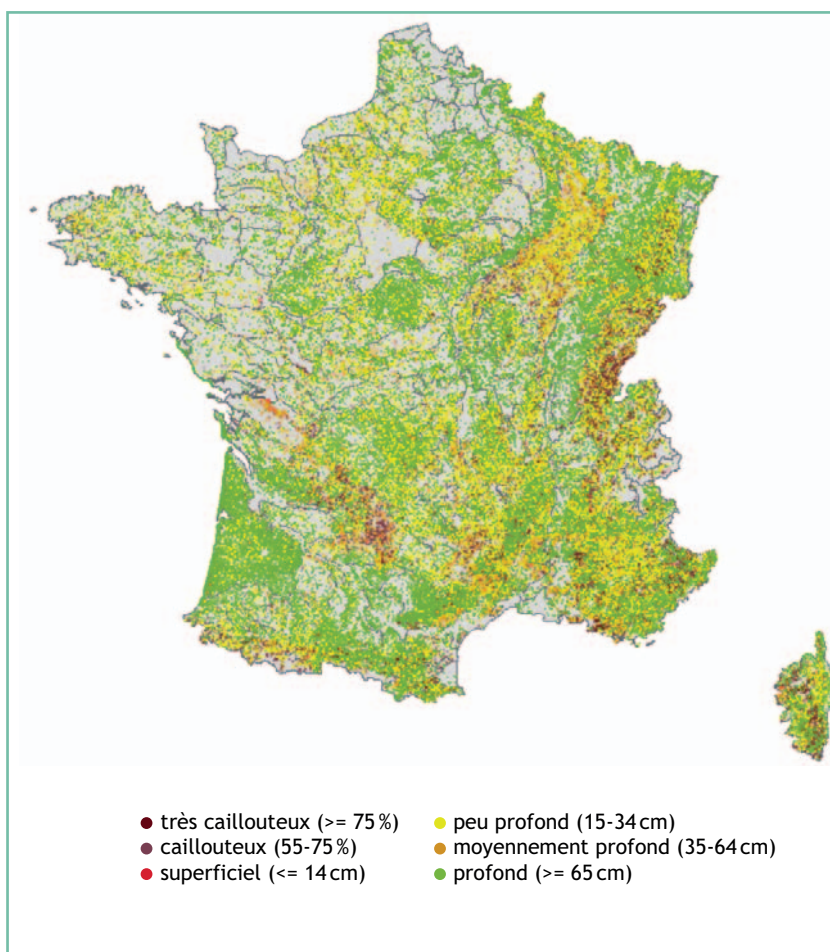


Figure 2.3 : Valeurs regroupées de la variable profondeur du sol notée sur chaque point IFN

Il faut par ailleurs compléter cette description quantitative du support par la nature qualitative du matériau. C'est pourquoi la texture du sol est également prise en considération. Cette variable est appréciée sur le terrain puis regroupée selon les sept modalités suivantes :

- sableuse ;
- limono-sableuse ;
- argilo-sableuse ;
- limoneuse ;
- argilo-limoneuse ;
- texture complexe, horizon limoneux sur sol argileux ;
- argileuse.

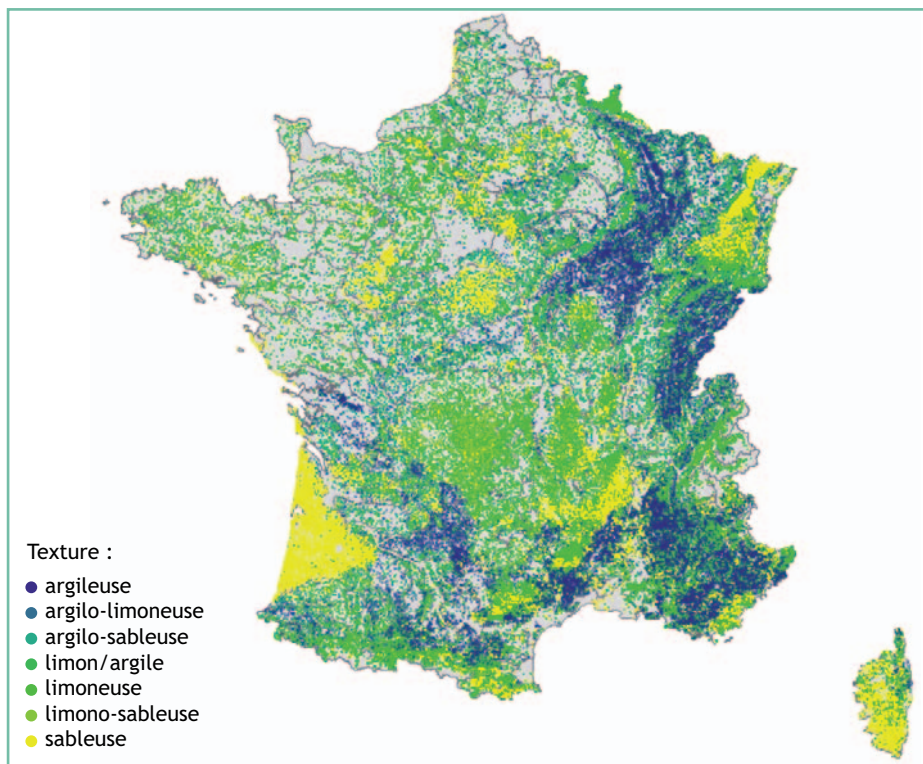


Figure 2.4 : Valeurs regroupées de la variable texture du sol observée sur chaque point IFN

En complément de cette description physique du sol, l'hydromorphie est également prise en considération, suivant les six modalités suivantes :

- très forte dès la surface : sol de type gley, stagnogley, tourbe ou horizon de pseudogley (plus de 25 % de taches rouille et de décoloration) à moins de 15 cm de profondeur ;
- forte à moins de 35 cm : horizon de pseudogley à moins de 35 cm de profondeur ;
- forte entre 35 et 64 cm ou diffuse à moins de 35 cm : horizon de pseudogley entre 35 et 64 cm ou traces d'oxydation diffuses à moins de 35 cm de profondeur ;
- forte à plus de 64 cm ou diffuse entre 35 et 64 cm : horizon de pseudogley à plus de 64 cm ou traces d'oxydation entre 35 et 64 cm de profondeur ;
- diffuse en profondeur : traces d'oxydation diffuses à plus de 65 cm en profondeur ;
- absente : pas de trace d'hydromorphie visible.

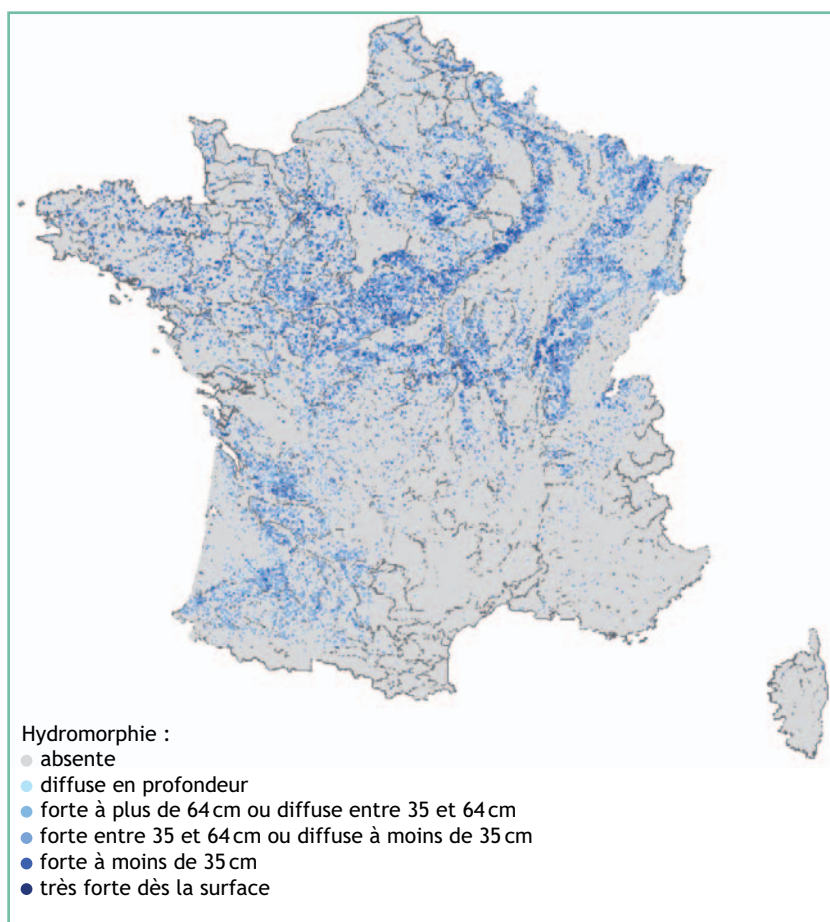


Figure 2.5 : Valeurs regroupées de la variable hydromorphie du sol observée sur chaque point IFN

2.2.2 Le sol dans sa fonction alimentaire

Différents facteurs et descripteurs édaphiques conditionnent l'alimentation en éléments minéraux et en eau des végétaux, en premier lieu la roche mère et le type de matériau d'altération en découlant. La roche mère est identifiée pour chaque point IFN. Cette information est résumée suivant les regroupements ci-après :

- roches plutoniques ;
- roches volcaniques ;
- roches siliceuses consolidées ;
- formations siliceuses meubles ;
- roches calcaires consolidées ;
- formations calcaires ;
- roches dolomitiques ;
- roches marneuses ;
- roches argileuses ;
- roches métamorphiques ;
- sols particuliers.

La caractérisation des matériaux d'altération issus des roches déterminées se fonde sur les travaux menés à l'université de Strasbourg menés par Jean-Paul Party [11].

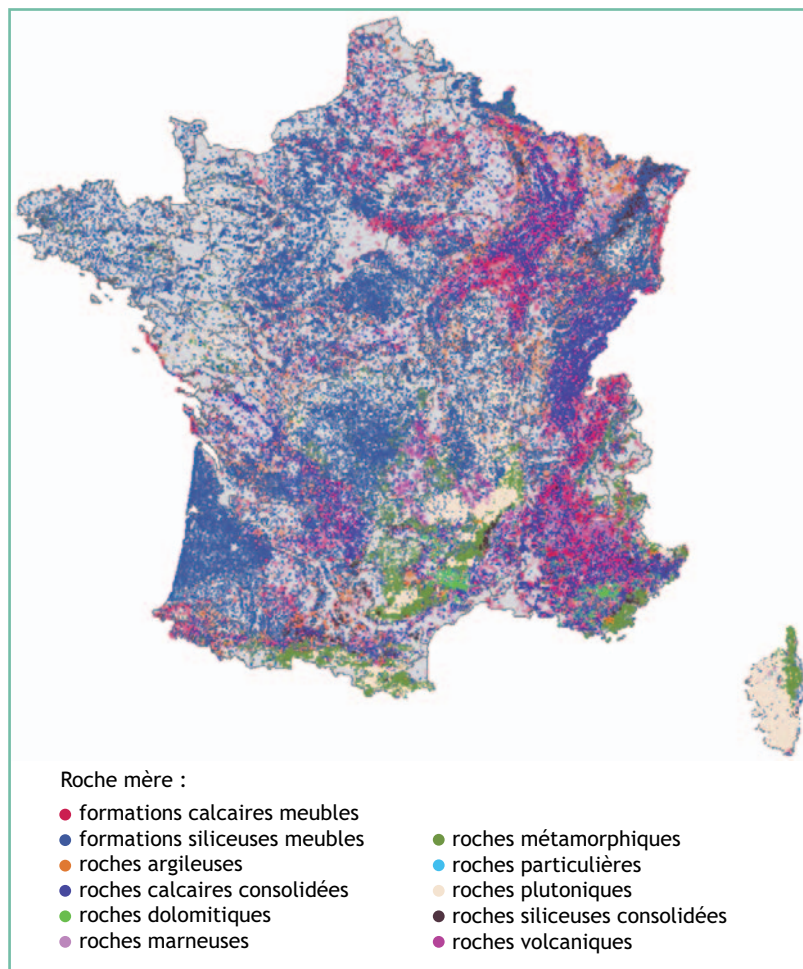


Figure 2.6 : Valeurs regroupées de la variable roche mère prise sur chaque point IFN

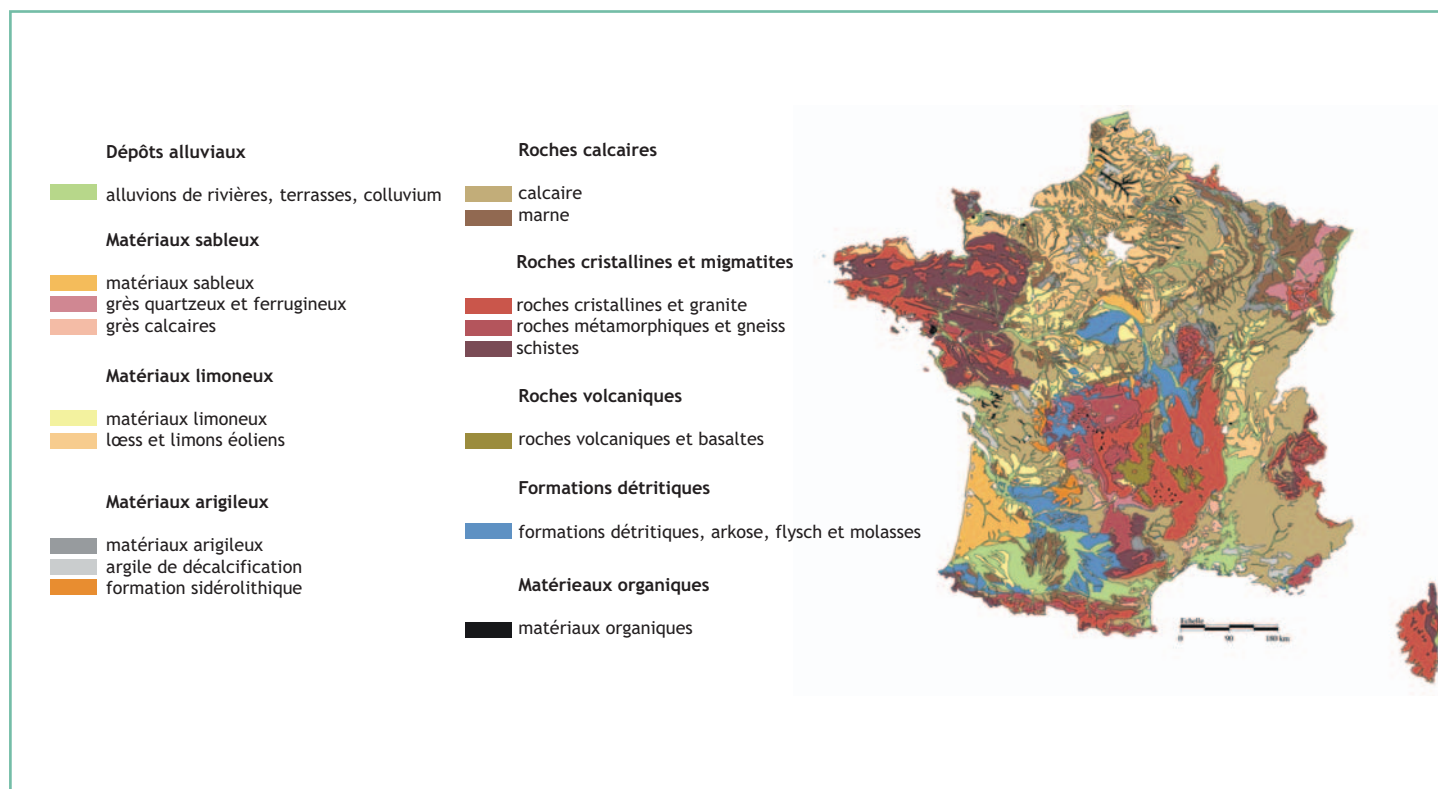


Figure 2.7 : Types de matériau des sols, d'après [11]

Ces informations bibliographiques sont complétées par des informations mesurées sur le terrain, comme le type de sol, déterminé par les équipes de l'IFN lors des levés de terrain. Il a été regroupé selon les huit modalités suivantes :

- sols jeunes ;
- sols carbonatés ;
- sols calciques ;
- sols bruns ;
- sols lessivés ;
- sols podzolisés ;
- sols fersiallitiques ;
- sols hydromorphes.

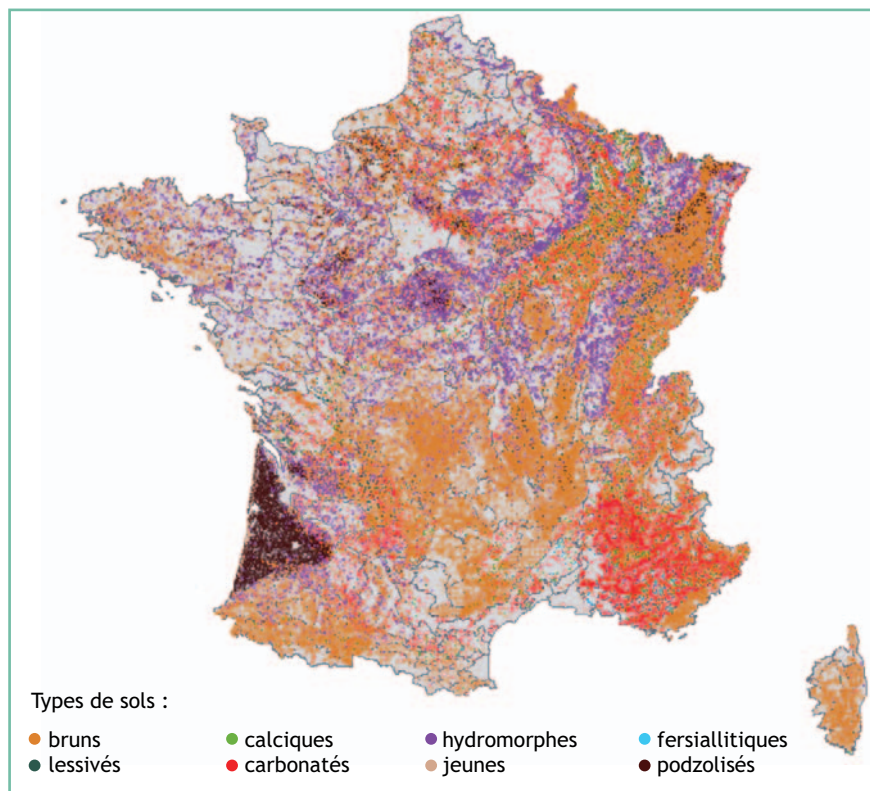


Figure 2.8 : Valeurs regroupées de la variable type de sol observée sur chaque point IFN

Caractérisé sur chaque point d'inventaire, l'humus est également une variable importante dans la description de la station. Il permet en effet de qualifier la vitesse de minéralisation de la matière organique, conditionnant donc la capacité nutritive d'un sol. À partir d'une détermination initiale selon 18 formes d'humus, cette étude n'utilise que six modalités regroupées :

- dysmoder ;
- moder ;
- dysmull ;
- mull ;
- humus carbonatés ;
- humus hydromorphes.

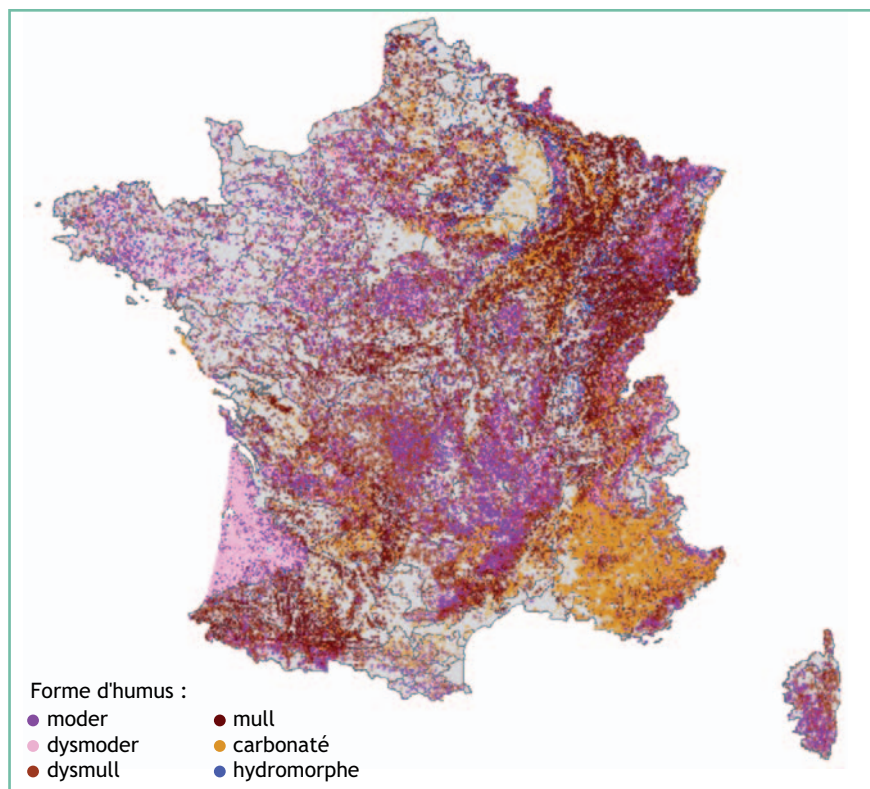


Figure 2.9 : Valeurs regroupées de la variable humus observée sur chaque point IFN

L'observation de la végétation en place permet également de qualifier le niveau trophique et le degré d'humidité d'un sol. À partir des relevés écofloristiques réalisés sur les placettes IFN, il a été possible d'attribuer un niveau trophique et un niveau hydrique moyens à chacune d'entre elles. Sept modalités pour le niveau trophique et cinq modalités pour le niveau hydrique ont été retenues :

- hygrophile ;
- hygrocline ;
- mésophile ;
- xérophile ;
- hyperxérophile.

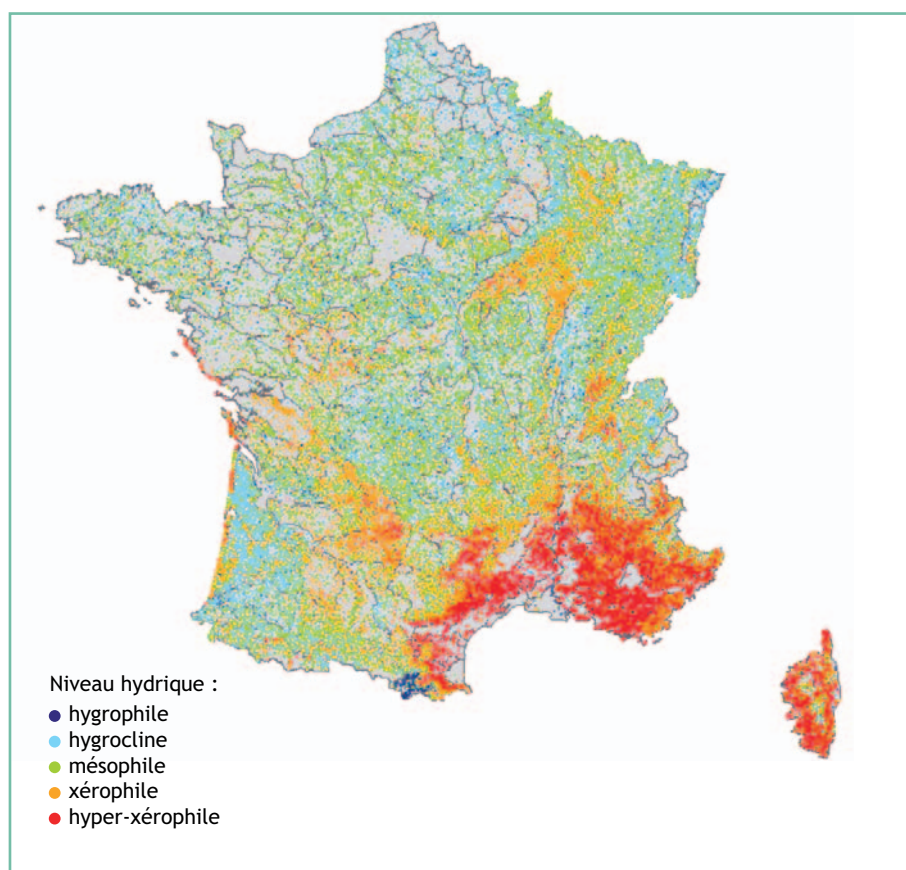


Figure 2.10 : Valeurs regroupées de la variable niveau hydrique calculée sur chaque point IFN

- acidiphile ;
- mésoacidiphile ;
- acidiline ;
- neutrophile ;
- neutrocalcicole ;
- calcicole ;
- calcaricole.

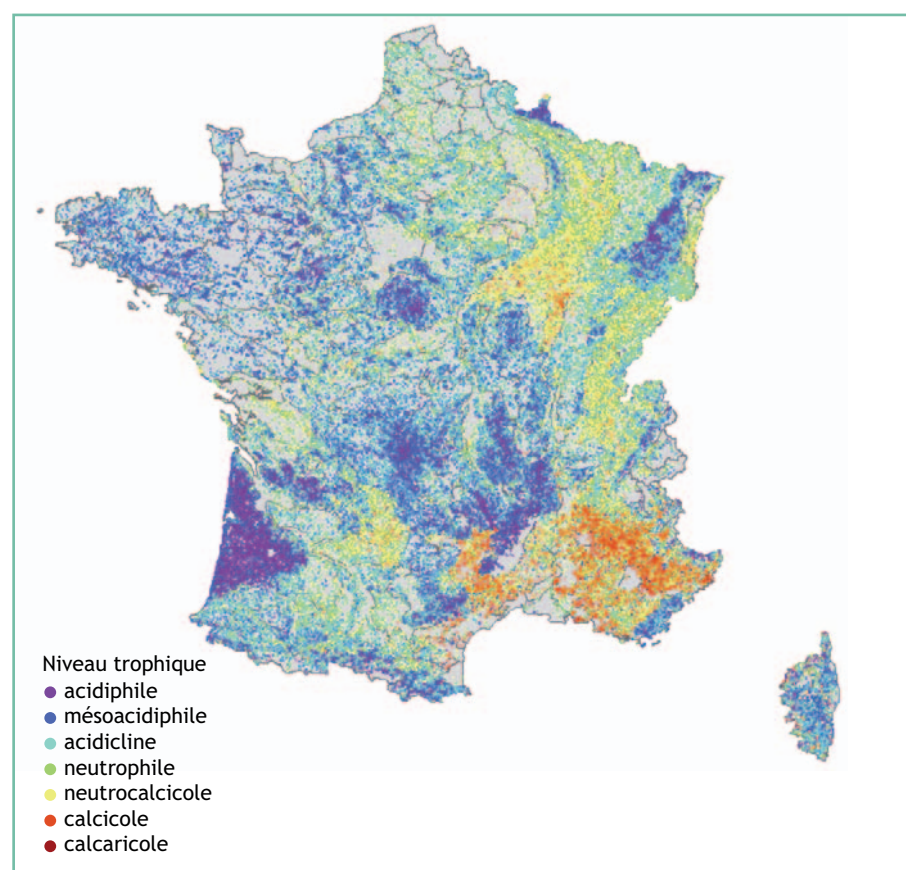


Figure 2.11 : Valeurs regroupées de la variable niveau trophique calculée sur chaque point IFN

Le LERFoB a adapté cette approche à d'autres variables [31 à 34] afin d'obtenir des valeurs du pH, du C/N et de la réserve utile (RU) du sol bioindiquées par la végétation. Ces valeurs ont également été utilisées dans l'étude.

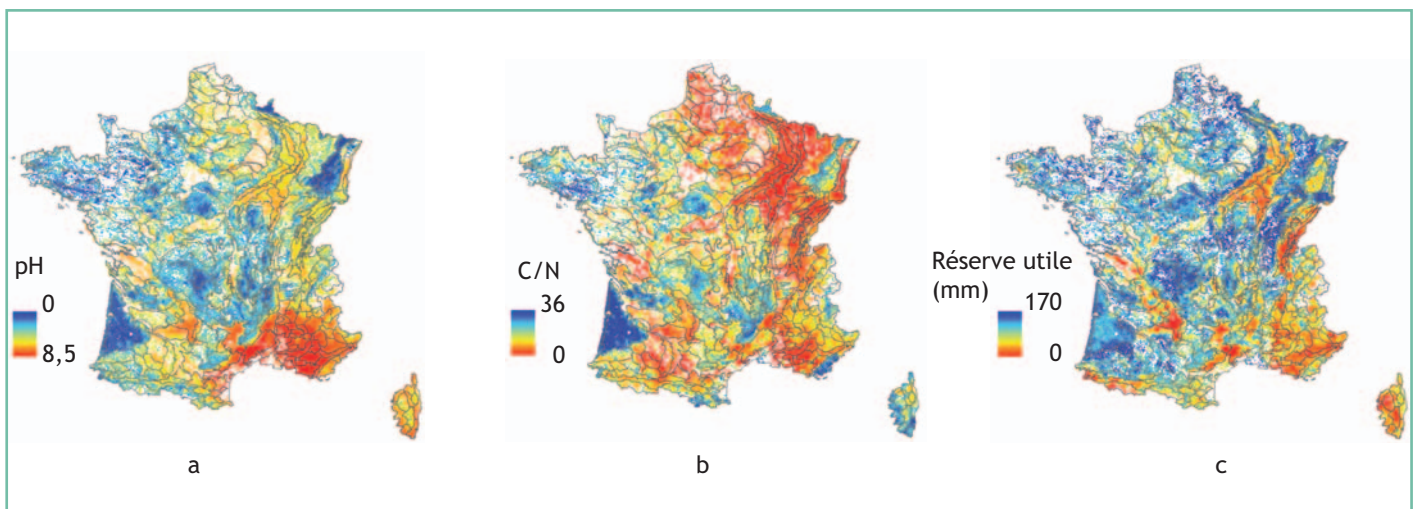


Figure 2.12 : Variables bioindiquées intervenant dans la répartition des habitats forestiers (source LERFoB).

2.3 Facteurs et descripteurs climatiques

Dans le cadre d'une étude sur la modélisation actuelle et future de la distribution des espèces [27], Bastard Bogain et al. ont constaté que les variables climatiques intervenant le plus fréquemment dans la modélisation de la distribution de neuf essences (Hêtre, Sapin, Chêne vert, Chêne sessile, Épicéa, Pin sylvestre, Frêne, Chêne pubescent, Chêne pédonculé) sont d'une part la température, que ce soit sous forme de température moyenne annuelle ou d'extrêmes annuels (températures moyennes de Janvier et de Juillet), d'autre part le déficit hydrique.

Coudun et al. [35] soulignent que les variables climatiques reconnues comme déterminantes pour la croissance et la répartition des essences sont la température, l'évapotranspiration et les précipitations.

Masson [22] souligne la prépondérance dans l'autoécologie des essences des facteurs et descripteurs climatiques, dont trois éléments sont étudiés classiquement : l'eau, la température et la lumière.

En synthèse de ces considérations, l'étude se fonde sur les neuf variables climatiques suivantes, calculées notamment à partir des données Aurelhy de Météo France et du calcul de rayonnement réalisé par le LERFoB [36] :

- Précipitations annuelles ;
- Température minimale moyenne hivernale (moyenne des températures moyennes minimales des mois d'hiver) ;
- Température maximale moyenne estivale (moyenne des températures moyennes maximales des mois d'été) ;
- Température moyenne annuelle ;
- ETP annuelle Turc ;
- ETP annuelle Thornthwaite ;
- ETP Turc du mois de juin ;
- Bilan hydrique du mois de juin ;
- Bilan hydrique annuel.

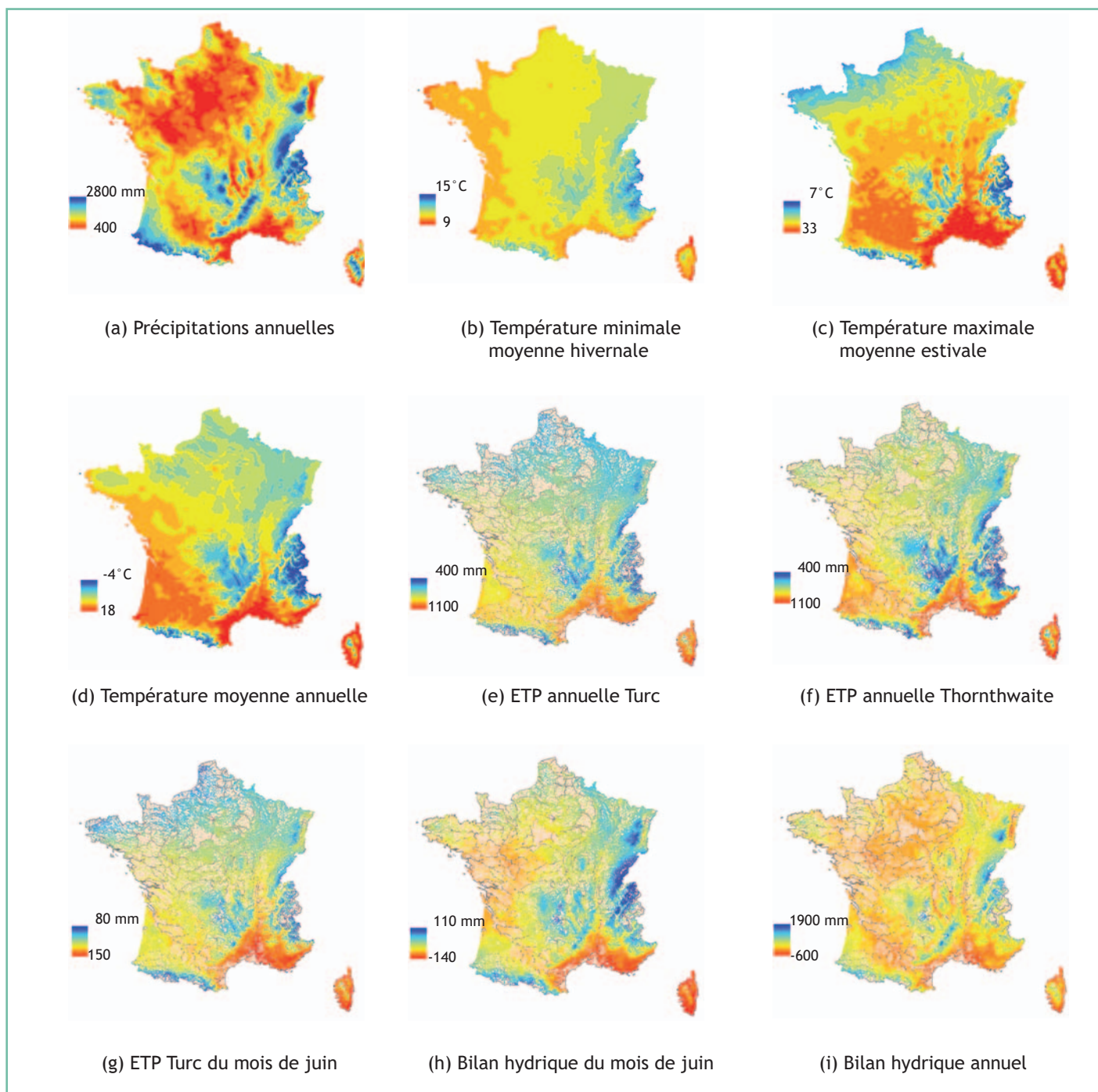


Figure 2.13 : Variables climatiques prises en considération.

2.4 Données floristiques

Sur chaque point d'inventaire, un relevé floristique est réalisé. Ainsi, près de 122 000 relevés sont disponibles. Ces données floristiques présentent un caractère particulier dans la mesure où elles ne constituent pas un facteur de distribution comme ceux cités dans les paragraphes précédents, mais peuvent plutôt être considérées comme une résultante de ces facteurs. Ces données seront donc utilisées comme élément de validation du zonage obtenu avec les données issues du calcul des variables abiotiques.

Les relevés étant effectués durant toute l'année, il existe deux familles de données en fonction de leur date de réalisation : période de végétation et hors période de végétation. Un tri des informations floristiques permet de réaliser deux jeux de données. Le premier est constitué des relevés réalisés entre le premier avril et le 31 octobre; le second comporte l'ensemble des relevés, mais seules les espèces reconnaissables tout au long de l'année sont conservées.

3 Définition des zones d'étude

La première étape du projet a consisté à déterminer de grandes zones d'étude, qualifiées de Grandes Régions ÉCOlogiques (GRECO) après affinement (voir chapitre 7). Leur définition s'est en effet révélée nécessaire pour les raisons suivantes :

- les facteurs pris en considération n'ont pas la même hiérarchisation selon la situation macro-climatique. Ainsi l'altitude ou la réserve utile ne vont pas avoir la même influence suivant que l'on se trouve en plaine ou en montagne, sous climat méditerranéen ou océanique ;
- les gammes de valeurs prises par ces différents facteurs diffèrent fortement d'une grande région écologique à l'autre. De ce fait, les seuils pertinents pour discriminer chaque SER ne sont donc pas à considérer à l'échelle nationale mais bien à l'échelle de sous-ensembles plus homogènes ;
- le fait de travailler sur des unités de plus petite taille que la France entière permet de conserver un choix plus vaste d'outils statistiques, notamment à un niveau ponctuel.

Il existe de nombreuses cartes dans le milieu forestier présentant un découpage de la France métropolitaine en grandes régions écologiques ou en grands domaines phytogéographiques. Le fait de s'appuyer sur ces découpages dans un niveau supérieur des SER permet d'en garantir une certaine compatibilité avec ces documents. Ainsi est-il possible, à partir de ces cartes, de définir des zones similaires, liées à un découpage macroclimatique, géologique et topographique de la France. La topographie distingue les zones de montagnes. La géologie les confirme, mais distingue également la grande pointe ouest de la France. Enfin le climat, tout en corroborant les zonages précédents, permet de distinguer des différences nord/sud ainsi que le gradient de continentalité est/ouest. Les zones ainsi déterminées sont :

- zones de montagne : Vosges, Jura, Alpes, Massif central et Pyrénées ;
- climat océanique Grand Ouest cristallin ;
- climat océanique Sud-Ouest ;
- climat semi-océanique Centre-Nord ;
- climat semi-continental Grand Est ;
- climat méditerranéen.

Des écorégions à petite échelle, analogues aux GRECO, se retrouvent pour tout ou partie sur un ensemble de documents proposant des zonages écologiques ou de cartes des facteurs identifiés comme importants (Figure 3.1).

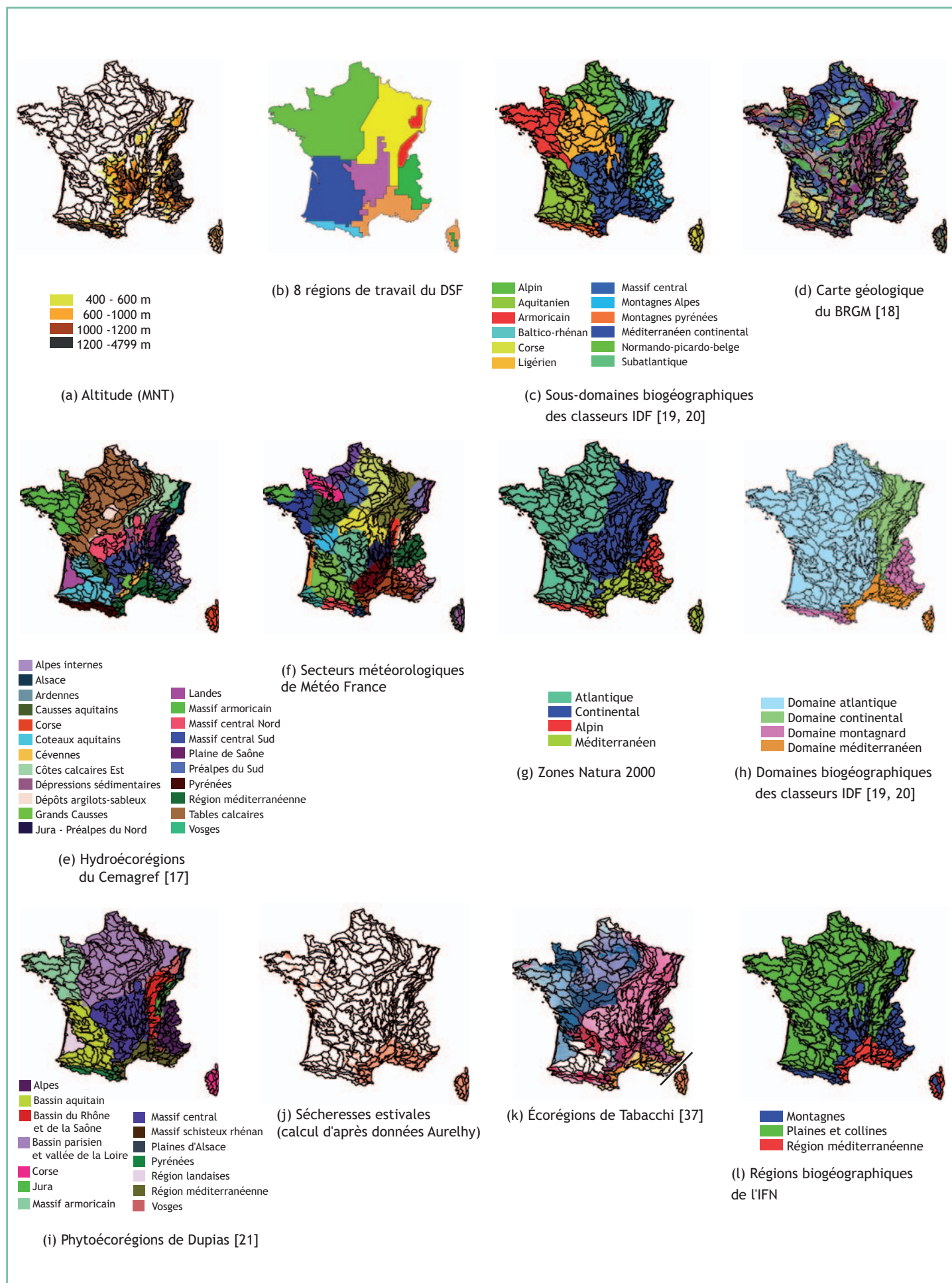


Figure 3.1 : Découpage de la France en régions écologiques suivant différentes variables d'intérêt.

En superposant les 309 régions forestières nationales IFN à ces différentes cartes, il est possible d'identifier les régions qui appartiennent aux différents secteurs des cartes étudiées, que ce soit au sens strict (l'ensemble de la région IFN se trouve systématiquement et entièrement dans la zone d'étude) ou bien au sens large (la région se trouve parfois ou partiellement dans la zone considérée).

Pour les dix secteurs d'intérêt identifiés précédemment, le nombre d'occurrences pour lesquelles les régions IFN se trouvent dans ce secteur au sens large par rapport aux douze cartes de la figure 3.1 a été comptabilisé. Ce travail permet d'aboutir à la définition des zones d'étude représentées figure 3.2.

Il est important de souligner que certaines régions forestières seront traitées dans plusieurs zones d'étude, ce qui permettra de mieux appréhender le cas des zones de transition sans rupture claire.

Les zones d'étude qui seront abordées successivement sont donc au nombre de 8 :

- Alpes et Jura ;
- Grand Ouest océanique ;
- Grand Est semi-continental ;
- Massif central ;
- Méditerranée et Corse ;
- Pyrénées ;
- Sud-Ouest océanique ;
- Centre Nord semi-océanique.

Nombres d'occurrences communes
avec les cartes de la figure 3.1 :

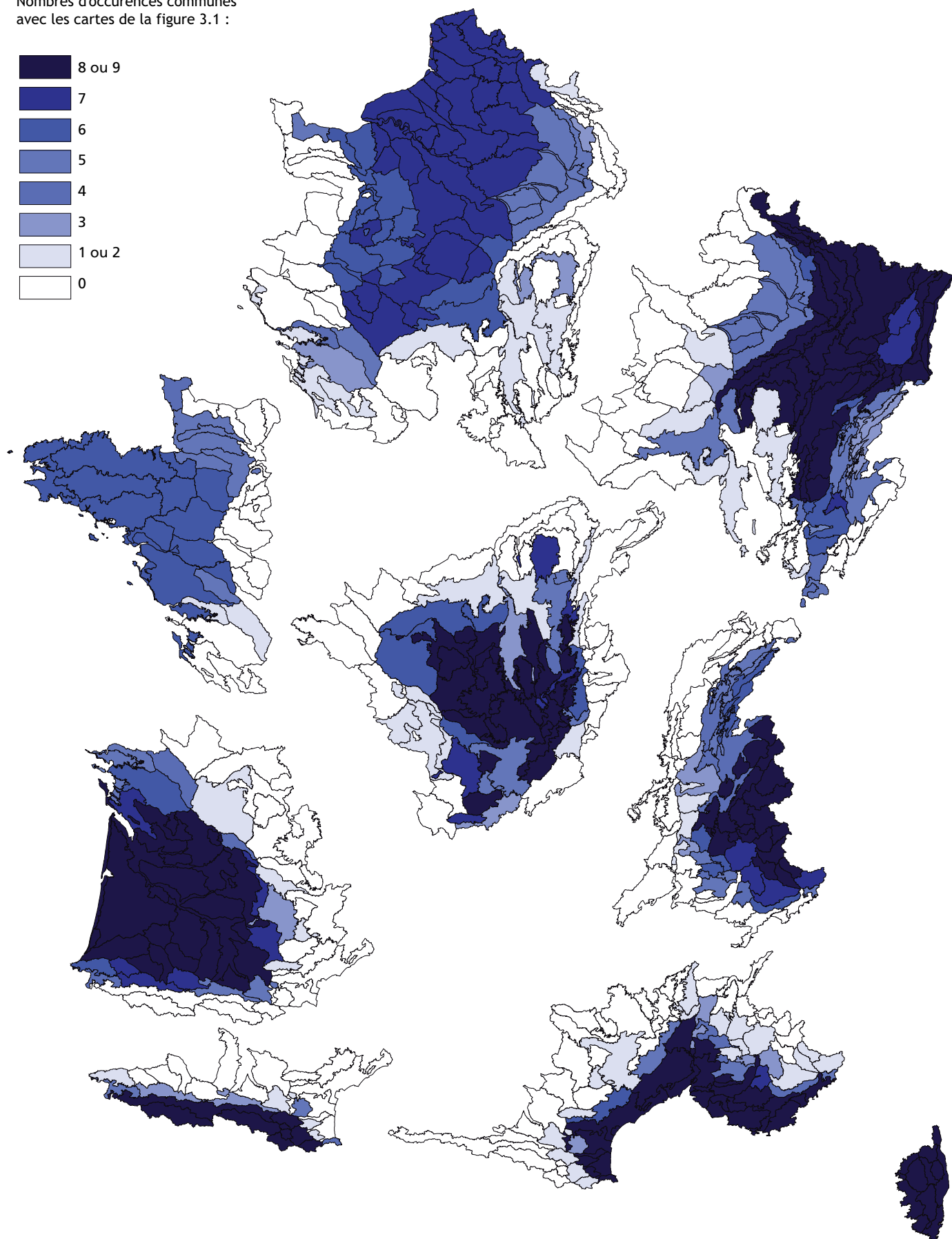
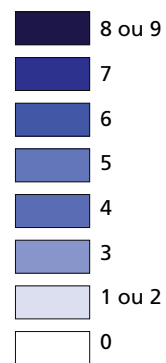


Figure 3.2 : Zones d'étude

4 Élaboration d'un canevas des SER

Comme présenté en introduction, deux démarches parallèles sont mises en œuvre pour définir un canevas des SER : un partitionnement d'un territoire large et, à l'inverse, un regroupement d'unités territoriales. Ces démarches ont été appliquées dans un premier temps aux facteurs abiotiques, puis aux facteurs biotiques.

Seule la méthode de réalisation du canevas des SER est exposée dans ce chapitre. Son application aux différentes zones d'étude est reprise en détail dans l'annexe technique.

4.1 Démarche de partition

4.1.1 Principe

L'objet de cette démarche est de réaliser un découpage du territoire en régions homogènes sans *a priori* sur leurs limites. Il s'agit donc de travailler à partir d'une information géolocalisée la plus proche possible de la réalité du terrain. Par rapport à l'ensemble des facteurs étudiés et des variables choisies pour les prendre en considération, le maillage le plus fin commun à l'ensemble de ces facteurs correspond à celui des 120 000 points IFN. L'ensemble de l'information sera donc ramené au niveau du point IFN. Ainsi les données altitudinales, météorologiques ou encore les informations cartographiques sont rapportées au niveau de chaque point.

La démarche de partitionnement est conduite en deux temps, facteurs biotiques et facteurs abiotiques étant dissociés. Les données abiotiques permettent de prendre en considération les trois grandes familles de facteurs définissant les SER : la topographie, le climat et le sol. Les données biotiques sont constituées des relevés floristiques. Elles sont la résultante des facteurs précédents et permettent ainsi d'en traduire l'effet conjoint.

4.1.2 Données abiotiques

Le calcul des valeurs prises par chacune des variables d'intérêt identifiées dans le deuxième chapitre a été réalisé pour l'ensemble des points IFN. Tous les facteurs et descripteurs étant fortement corrélés, ils ont été pris en considération simultanément à l'aide d'analyses multifactorielles [38 à 41]. Mais l'information est hétérogène puisqu'elle comporte des données quantitatives (altitude, précipitations...), qualitatives ordonnées (classes de profondeur de sol, classes d'hydromorphie...) ou qualitatives (type de sol, type de roche mère...). Afin de pouvoir considérer simultanément l'ensemble des facteurs, toutes les variables ont été transformées en variables qualitatives. Les variables qualitatives se répartissant fréquemment en huit modalités, ce nombre de classes a été conservé pour les variables quantitatives transformées, afin de donner un poids équivalent à chacune d'elles. Les variables étudiées s'établissent comme il suit (cf. tableau 4.1).

Variable	Nombre de modalités
Altitude	8
Précipitations annuelles	8
ETP annuelle Turc	8
ETP annuelle Thornthwaite	8
ETP estivale Turc	8
Température minimale annuelle	8
Température maximale annuelle	8
Température moyenne annuelle	8
Bilan hydrique estival	8
Bilan hydrique annuel	8
pH	8
C/N	8
Réserve utile	8
Type de roche	11
Texture	7
Humus	6
Type de sol	8
Niveau hydrique	5
Niveau trophique	7
Hydromorphie	6
Profondeur	6
Matériau	10

Tableau 4.1 : Variables d'étude et leurs modalités (détaillées au chapitre 2)

Ces données sont traitées par une analyse des correspondances. Les axes retenus pour la suite de l'étude sont sélectionnés selon la représentativité des valeurs propres (généralement 4 ou 5). Les coordonnées des points IFN sur ces nouveaux axes sont utilisées par la suite pour réaliser des ensembles de points homogènes. Comme la taille de la base de données ainsi constituée est importante, il n'est pas possible de réaliser une classification hiérarchique de l'ensemble des points IFN. Une première allocation de points semblables a été réalisée en 225 familles, créées à l'aide de l'algorithme de Kohonen [42 à 45]. Chaque famille y est caractérisée en fonction des valeurs prises sur les différents axes de l'analyse des correspondances. Ces familles sont par la suite regroupées à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique. L'ordre de grandeur du nombre de SER attendu ainsi que la physionomie de l'arbre de classification permettent de déterminer le niveau de coupure le plus adéquat, et donc le nombre de régions créées.

La figure 4.1 résume la démarche appliquée aux données abiotiques.

Les graphiques illustrant chacune de ces étapes sont détaillés en annexe B pour l'ensemble des zones étudiées.

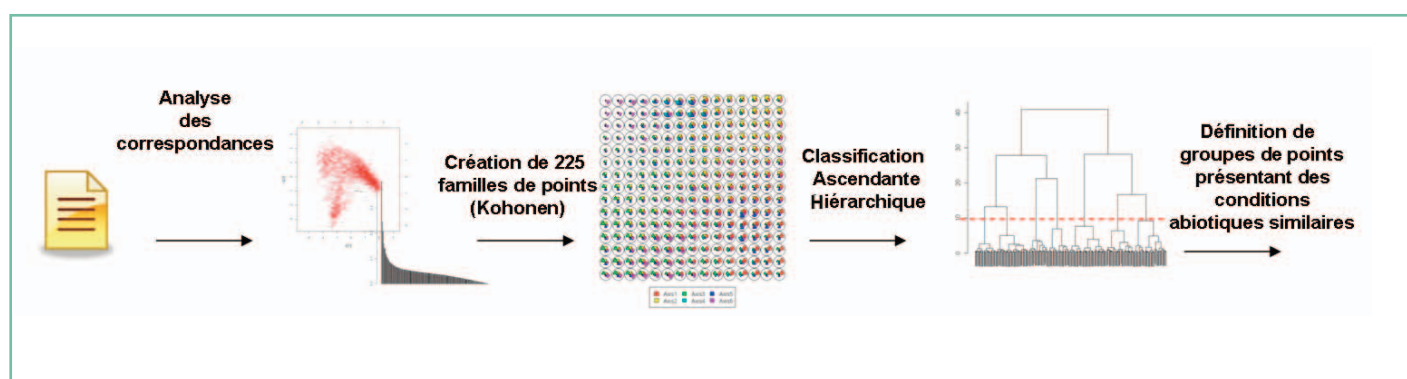


Figure 4.1 : Démarche de partition à partir des données abiotiques

4.1.3 Données floristiques

Comme annoncé précédemment, les relevés floristiques IFN constituent les seules données biotiques retenues. Ils sont scindés en deux ensembles : d'une part, l'ensemble des relevés réalisés en période de végétation, d'autre part ceux où seules les espèces reconnaissables toute l'année ont été conservées.

Pour chacun de ces ensembles, deux filtres sont appliqués successivement. Le premier consiste à sélectionner les espèces suffisamment fréquentes pour qu'elles puissent avoir un rôle discriminant dans la détermination, c'est-à-dire présentes dans au moins 1 % des relevés. Ce filtre amène à considérer généralement environ 300 espèces au cours d'une analyse. Le second filtre consiste à éliminer les points pour lesquels, suite au premier filtrage, le nombre d'espèces est très faible (moins de 5).

Ensuite un tableau D Relevé * Espèces est constitué à partir de la présence (notée « 1 ») ou de l'absence (notée « 0 ») de chaque espèce considérée. Comme préconisé dans [43], la transformation suivante est appliquée au tableau D constitué des entrées d_{ij} avant traitement par l'algorithme de Kohonen. Le tableau corrigé D^c est donc constitué des entrées d_{ij}^c calculées de la manière suivante :

$$d_{ij}^c = \frac{d_{ij}}{\sqrt{d_{i.}} \sqrt{d_{.j}}}$$

Cette démarche est appliquée à la fois aux espèces relevées en période de végétation et à celles reconnaissables toute l'année.

La figure 4.2 résume la démarche appliquée aux données biotiques.

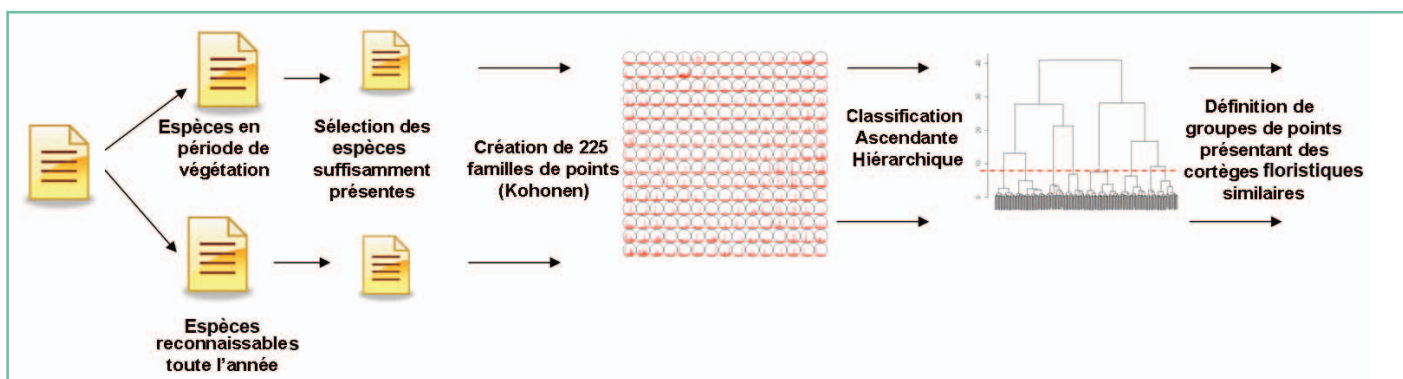


Figure 4.2 : Démarche de partition à partir des données floristiques

4.1.4 Résultat de la démarche de partition

Les résultats des trois analyses précédentes sont intégrés dans un SIG. Un traitement par polygones de Thiessen [46] permet de faciliter la visualisation de cette information ponctuelle en carte continue (par exemple B.2). La démarche de partition est donc constituée de trois cartes :

- partition à partir des données abiotiques;
- partition à partir des espèces en période de végétation;
- partition à partir des espèces reconnaissables toute l'année.

Les régions forestières IFN sont reportées sur ces cartes de synthèse. Il est alors possible d'observer la cohérence des différents maillages obtenus et de distinguer les régions présentant les mêmes regroupements.

4.2 Démarche de regroupement

4.2.1 Principe

La seconde démarche consiste à partir d'un maillage existant dont l'objet est similaire à celui des SER, mais dont les unités élémentaires sont plus petites. Après avoir précisé les caractéristiques de chaque unité, cette démarche vise à regrouper celles qui sont semblables.

Les régions forestières IFN, définies comme *une division territoriale, si possible traditionnellement reconnue, où règnent en moyenne des conditions similaires ou équivalentes du point de vue forestier et qui présente généralement des types de forêts ou des types de paysage comparables* constituent la trame initiale de cette étape.

Comme précédemment, deux démarches parallèles sont conduites sur les données abiotiques et sur les données floristiques.

4.2.2 Données abiotiques

Pour chaque région IFN, la fréquence des variables précédemment définies est donc calculée. Ces données sont analysées par analyse des correspondances. Le nombre d'axes sélectionnés est choisi comme précédemment et les coordonnées des régions IFN sur ces axes sont utilisées dans une classification ascendante hiérarchique.

La figure 4.3 résume cette démarche.

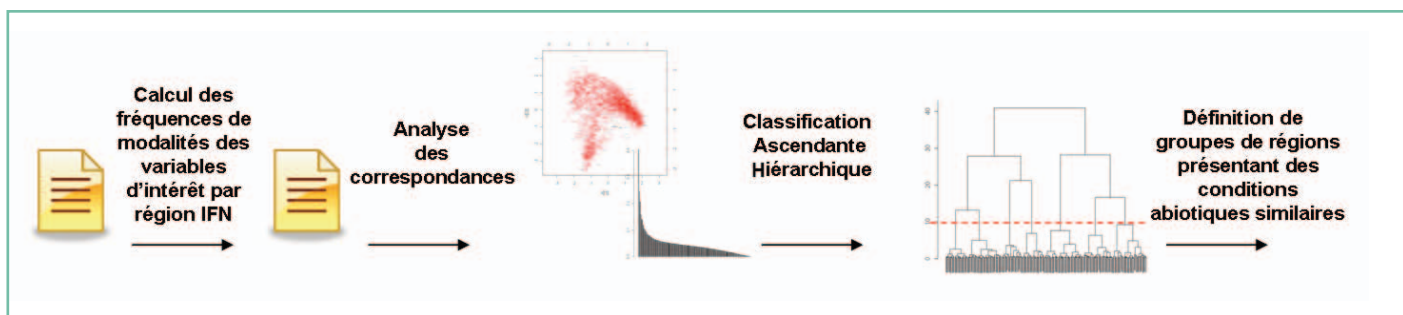


Figure 4.3 : Démarche de regroupement à partir des données abiotiques

4.2.3 Données floristiques

Les données floristiques sont synthétisées sous la forme d'une table de contingence donnant le nombre d'occurrences de chaque espèce dans les régions IFN étudiées. Cette table est analysée par analyse factorielle des correspondances, puis une classification ascendante hiérarchique permet de créer les regroupements de régions.

La figure 4.4 résume cette démarche.

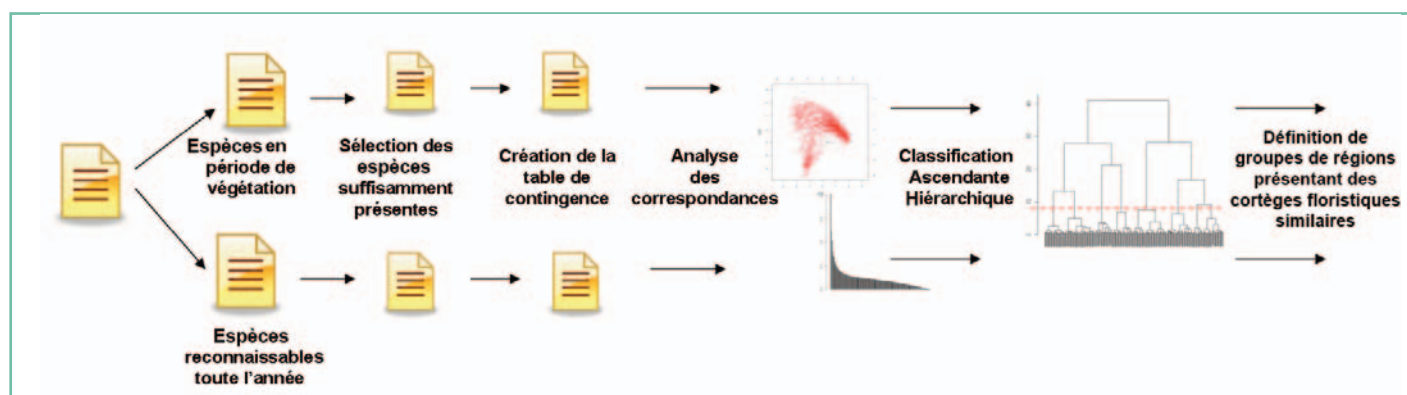


Figure 4.4 : Démarche de regroupement à partir des données floristiques

4.2.4 Résultat de la démarche de regroupement

Pour chacun des trois résultats (données abiotiques, espèces en période de végétation et espèces reconnaissables toute l'année), une carte de synthèse est réalisée.

4.3 Vers un canevas de sylvoécorégions

La synthèse des deux approches est réalisée à partir de la comparaison des six cartes précédemment obtenues. Sur chacune de ces cartes, les régions forestières IFN toujours regroupées au sein d'un même ensemble définissent un « noyau stable »; à identité écologique semblable. Il s'agit ensuite de déterminer l'appartenance des régions IFN non intégrées à un noyau stable. Pour cela, deux démarches sont mises en œuvre.

La première consiste à caractériser chaque noyau et à réaliser une analyse discriminante, puis appliquer ces critères de discrimination aux régions IFN non encore regroupées.

La seconde consiste à étudier pour chaque région les valeurs prises par l'ensemble des variables concernant les facteurs d'intérêt, puis à comparer ces valeurs à celles rencontrées dans les noyaux stables.

Cette deuxième démarche permet également d'identifier les zones pour lesquelles les incertitudes persistent et qui devront faire l'objet d'approfondissements ultérieurs.

Après consultation des échelons interrégionaux de l'IFN, ces résultats permettent de proposer un canevas des SER.

Les différents canevas obtenus pour chaque zone d'étude (cf. figure 3.2) sont reportés en annexe B.

5 Consultations régionales

5.1 Nécessité et enjeux

L'élaboration du canevas des SER a mis en avant un certain nombre d'incertitudes résultant de la démarche employée. En effet il s'est parfois avéré délicat d'affecter précisément une SER à chaque région IFN. Les causes de ces indéterminations peuvent être multiples.

Une première source de difficulté concerne les régions formant une transition entre deux entités écologiques fortes. Il est alors délicat de regrouper de façon indiscutable cette région à une SER plutôt qu'à une autre. L'analyse spécifique des régions se trouvant dans cette situation doit permettre de relever cette indétermination en s'autorisant, en cas de nécessité, un redécoupage de la région IFN permettant d'aboutir à deux SER plus homogènes.

Une deuxième source provient de l'existence possible d'un biais entre les données utilisées et la réalité observée. Ces différences peuvent être tout d'abord liées à l'utilisation de modèles pour estimer certaines variables, comme par exemple le pH ou les variables climatiques. Ensuite les données utilisées peuvent faire ressortir des différences entre certains points alors qu'elles ne sont que peu perceptibles sur le terrain. Celles-ci peuvent notamment être liées à des périodes de relevé non similaires : la flore observée en début, au milieu ou en fin de période de végétation diffère ainsi sensiblement. Il est également possible qu'un effet opérateur puisse légèrement biaiser les données puisque les relevés sont réalisés par des personnes différentes sur une période de quinze années.

Une troisième source d'imprécision est liée aux outils utilisés. Les analyses multifactorielles permettent de résumer l'ensemble des variables en un nombre plus restreint de variables synthétiques. Dès lors, certaines nuances sont locales. Par ailleurs, la transformation quantitative des variables qualitatives peut entraîner des seuils de différenciation qui n'ont pas un sens biologique réel.

Afin de pallier ces inconvénients, il a semblé nécessaire de compléter cette approche quantitative à partir des données les plus pertinentes au moment de l'étude par une approche plus qualitative liée à une connaissance fine de la réalité du terrain. Il a donc été organisé une série de consultations régionales pour recueillir les avis et les précisions des acteurs et professionnels forestiers régionaux.

En plus d'apporter un complément d'information nécessaire au programme, cette série de réunions a également permis de présenter le programme SER aux utilisateurs potentiels de ce nouveau zonage et de recueillir leurs avis et critiques, ainsi pris en compte lors de l'élaboration du zonage final.

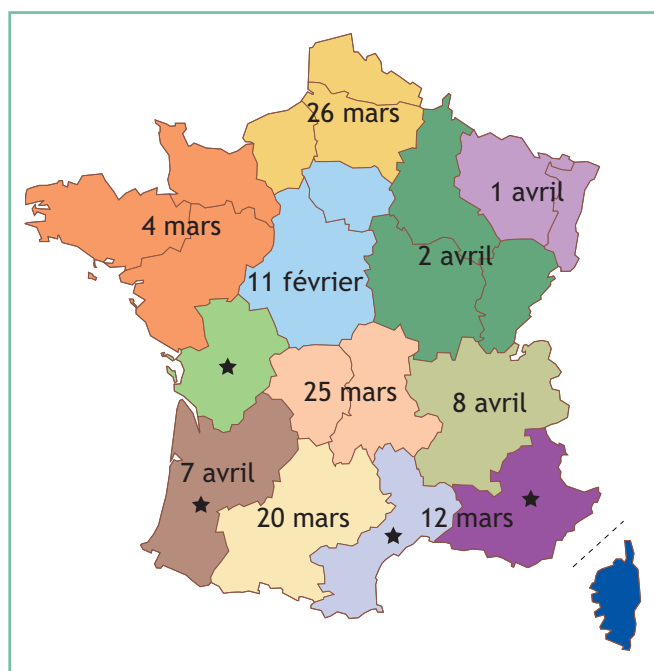
5.2 Une consultation interactive

L'objet de ces consultations étant de recueillir l'avis du plus grand nombre d'acteurs, nous avons conçu une série de documents interactifs permettant à chacun de s'exprimer sur le projet. Chaque document est scindé en trois parties :

- la première partie revient sur le contexte, les objectifs et la méthodologie du programme SER. Son contenu résume les premiers chapitres du présent rapport ;
- la deuxième partie est l'application des notions générales précédemment présentées aux régions en relation avec les acteurs considérés ;
- la dernière partie inventorie l'ensemble des problèmes rencontrés lors des premières phases et des indéterminations non levées à ce stade du processus. Elle est conçue comme un questionnaire et permet à chacun de donner son avis sur ces problèmes comme de réagir à l'ensemble des propositions de zonage. Ce questionnaire est réalisé sous la forme d'un pdf interactif. L'acteur consulté peut ainsi choisir entre un retour papier ou une réponse électronique.

5.3 Déroulement des réunions

Les consultations se sont déroulées du 11 février au 8 avril 2009 selon le calendrier présenté figure 5.1.



Les acteurs invités à chaque réunion étaient :

- le Centre Régional de la Propriété Forestière ;
- la Compagnie Nationale des Ingénieurs et Experts Forestiers et des Experts en Bois ;
- le Conservatoire Botanique National concerné ;
- les coopératives forestières ;
- la Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt ;
- la Direction régionale de l'Environnement ;
- les échelons régionaux de l'IFN ;
- les membres du comité de pilotage ;
- l'Office National des Forêts ;
- la Société Forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations ;
- l'Union Régionale des Communes Forestières ;
- les experts et scientifiques en liaison avec le programme.

Chaque réunion débute par le rappel du contexte, des objectifs et de la méthodologie du programme SER. Les résultats issus de la première phase sont ensuite exposés et débattus. Les différents retours du document interactif reçus avant la réunion permettent d'alimenter les débats. Chaque proposition de SER est discutée : au cours de ces discussions, le zonage proposé peut être validé ou modifié. Les modifications peuvent être la redéfinition de SER, la permutation de régions IFN d'une SER à une autre ou encore le découpage de régions IFN selon de nouvelles limites, en particulier dans le cas de zones de transition. Ces réunions ont également été l'occasion de débattre du nom futur donné à chaque SER. L'ensemble des comptes rendus de ces réunions est repris en annexe C.

5.4 Conclusions

Les cartes suivantes présentent les résultats des discussions régionales. La synthèse de chaque réunion est reprise en détail et la légende permet d'exposer les noms des SER proposés en séance.

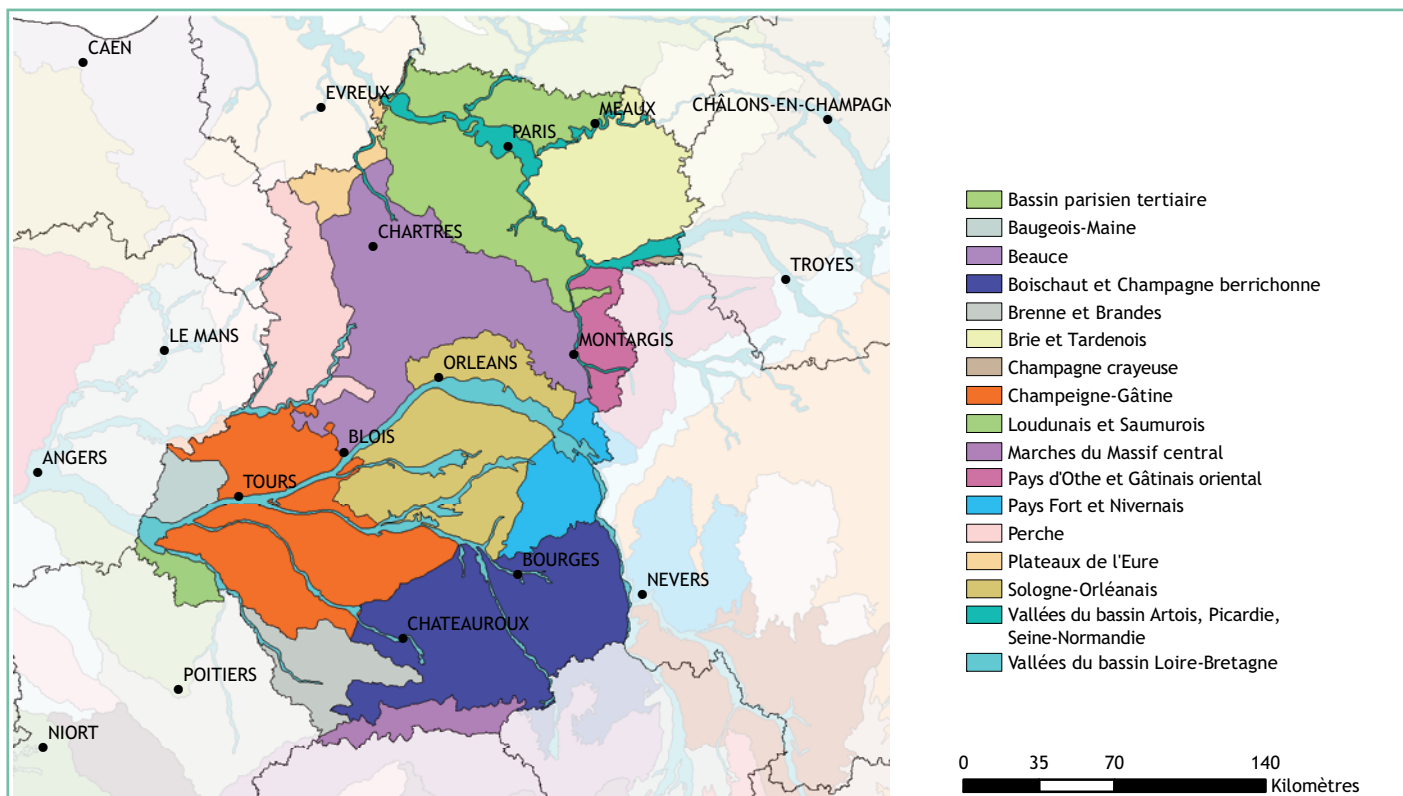


Figure 5.2 : Synthèse des consultations pour les régions Centre et Île-de-France

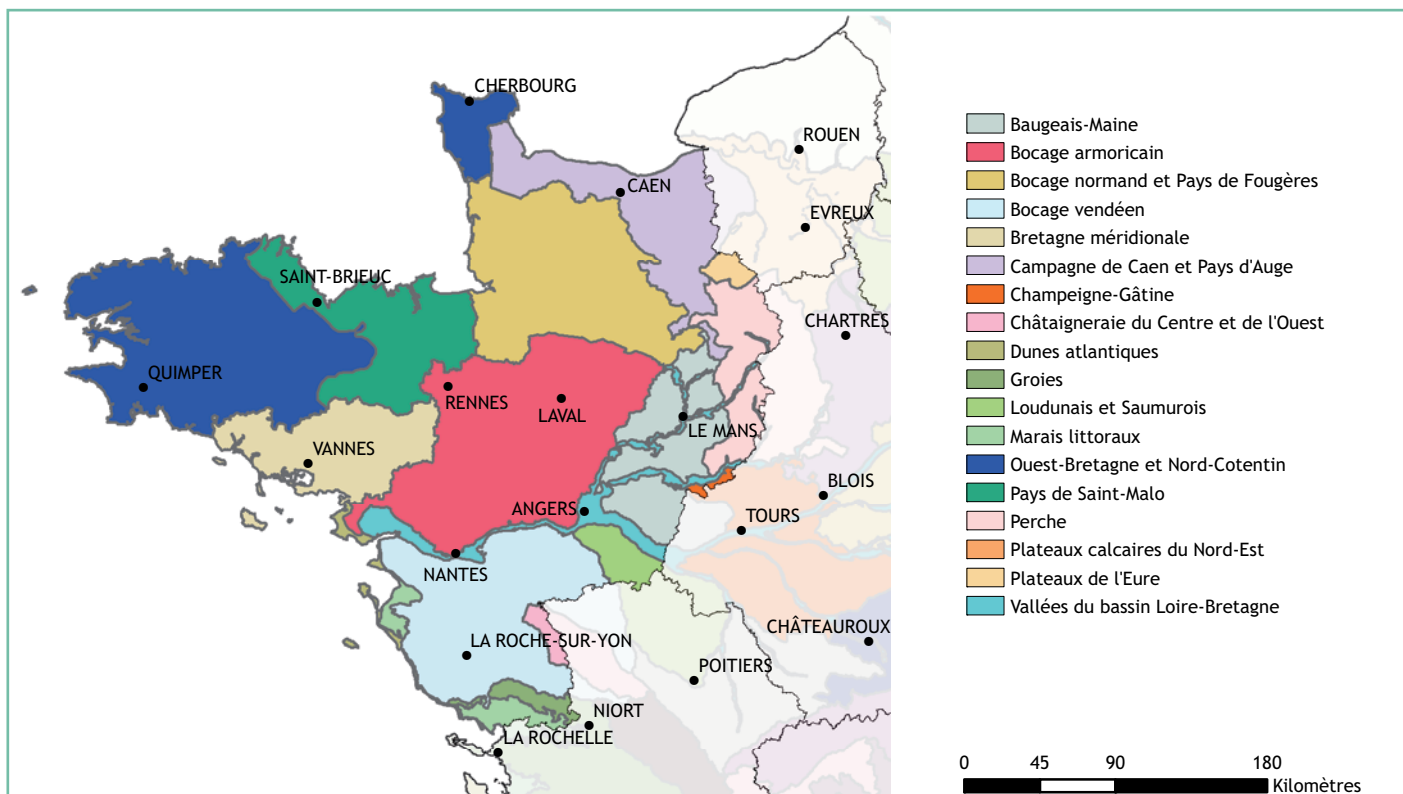


Figure 5.3 : Synthèse des consultations pour les régions Basse-Normandie, Bretagne et Pays-de-la-Loire

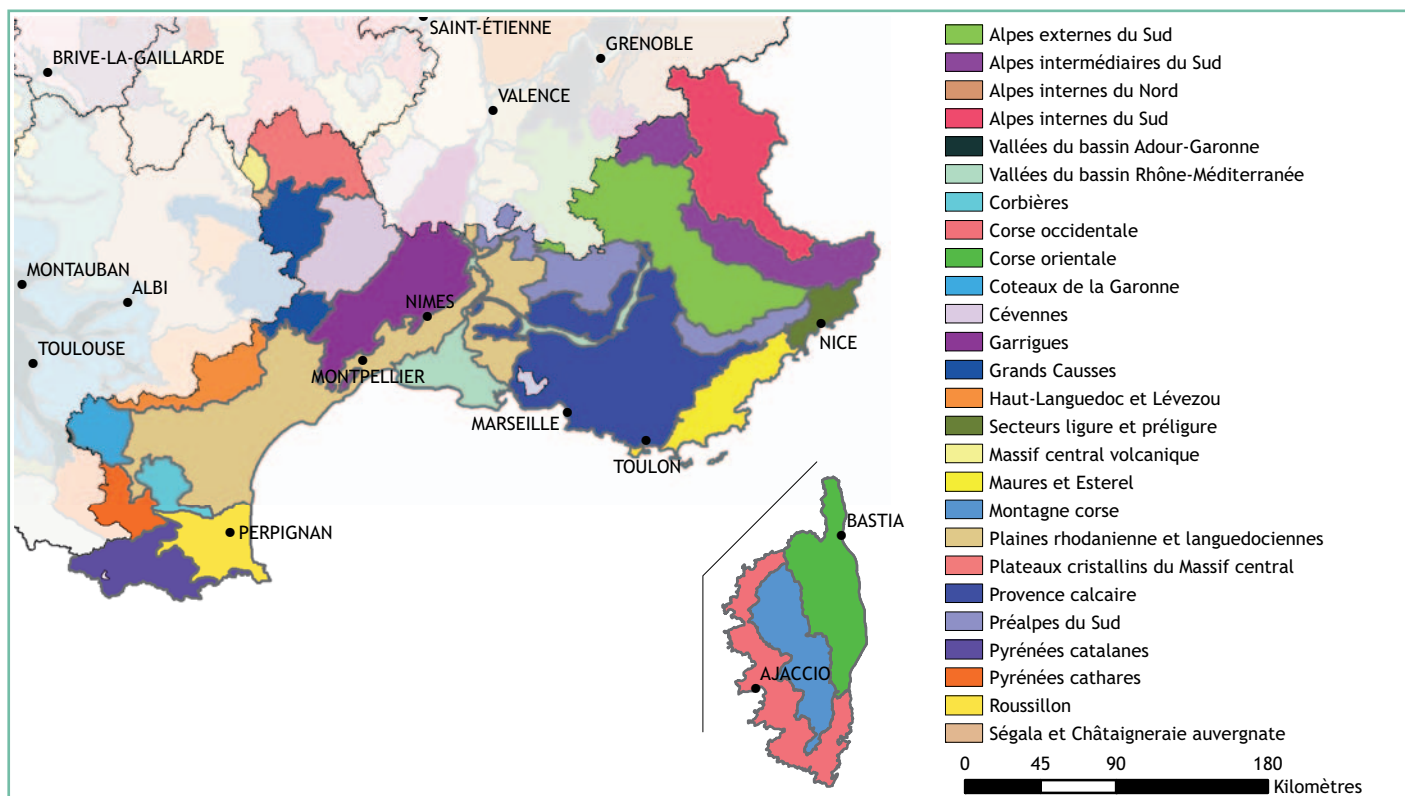


Figure 5.4 : Synthèse des consultations pour les régions Corse, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur

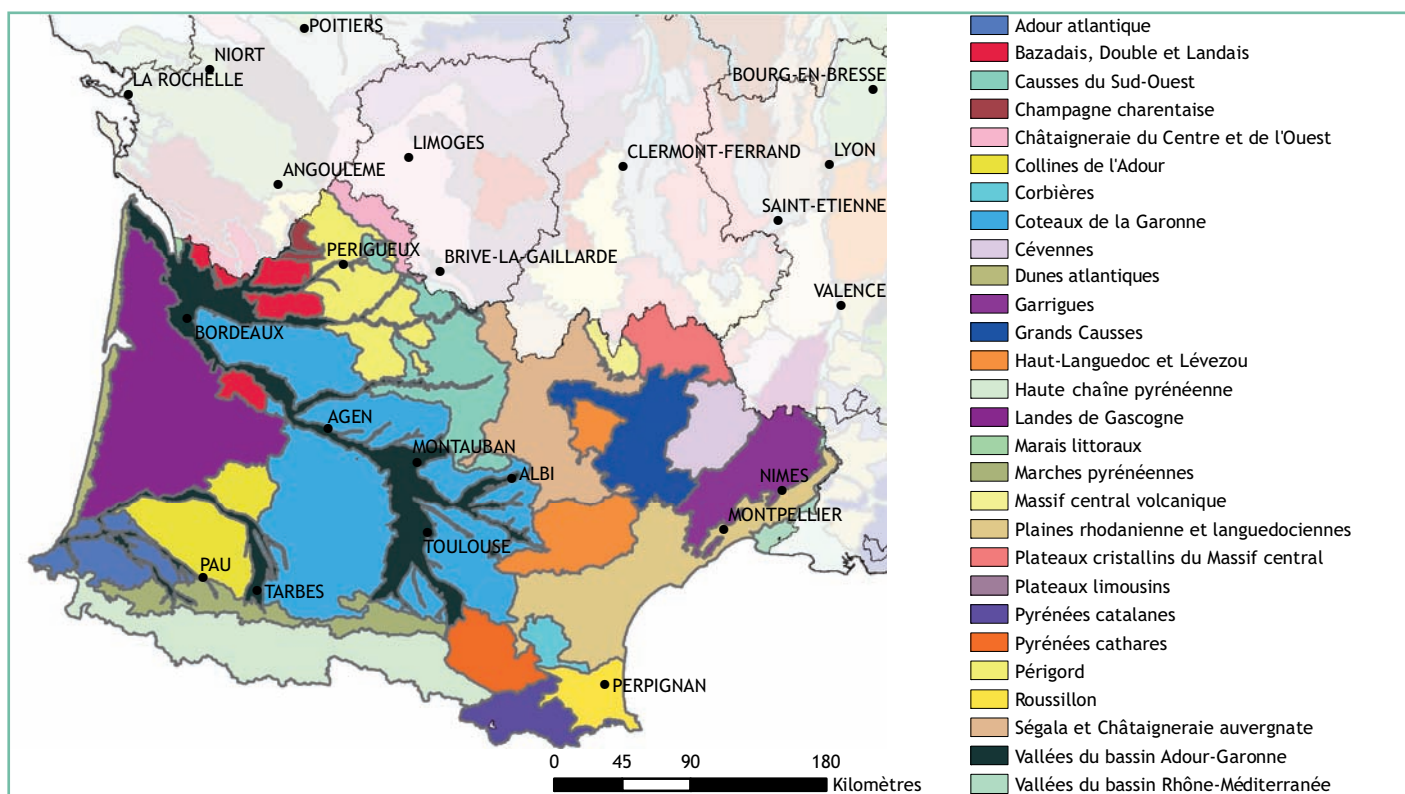


Figure 5.5 : Synthèse des consultations pour les régions Aquitaine, Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées

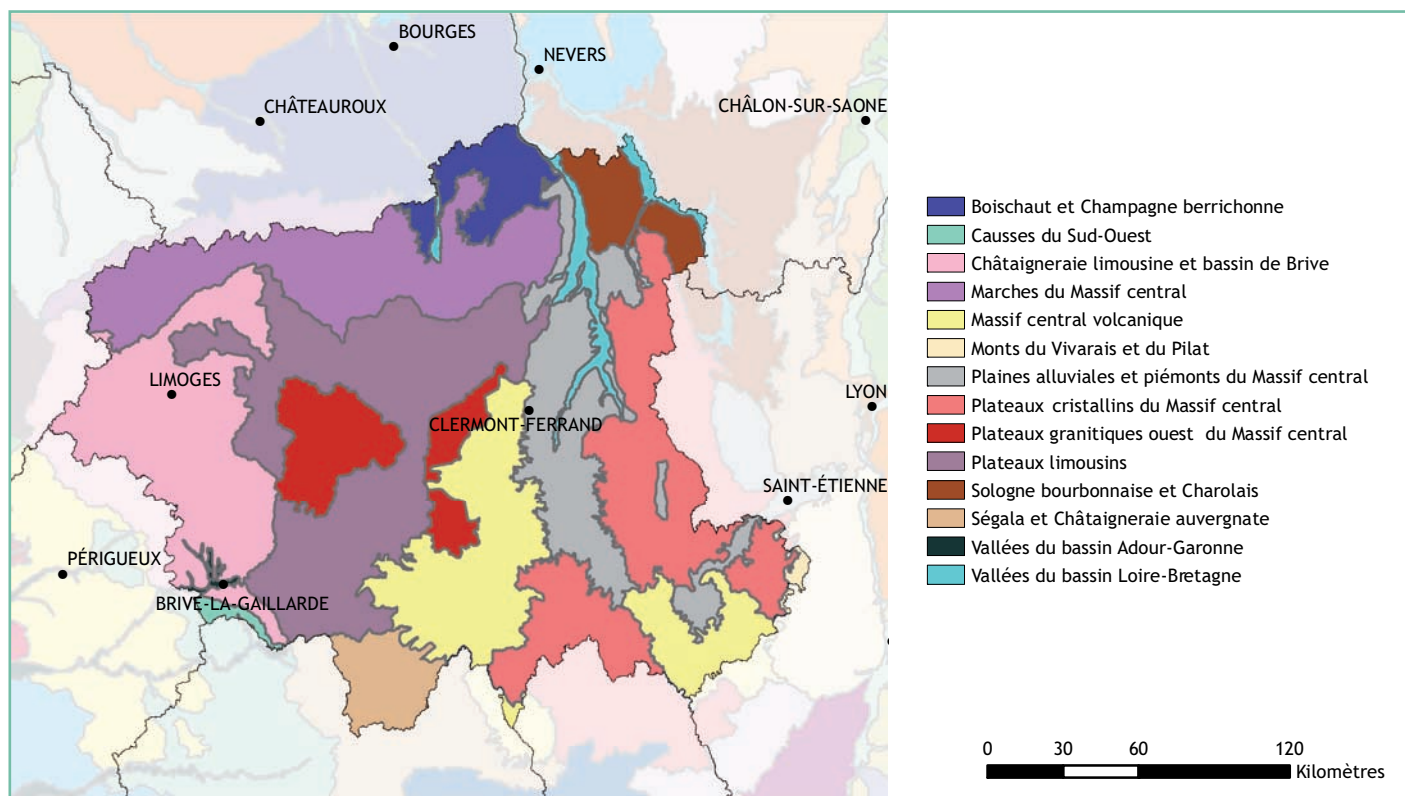


Figure 5.6 : Synthèse des consultations pour les régions Auvergne et Limousin

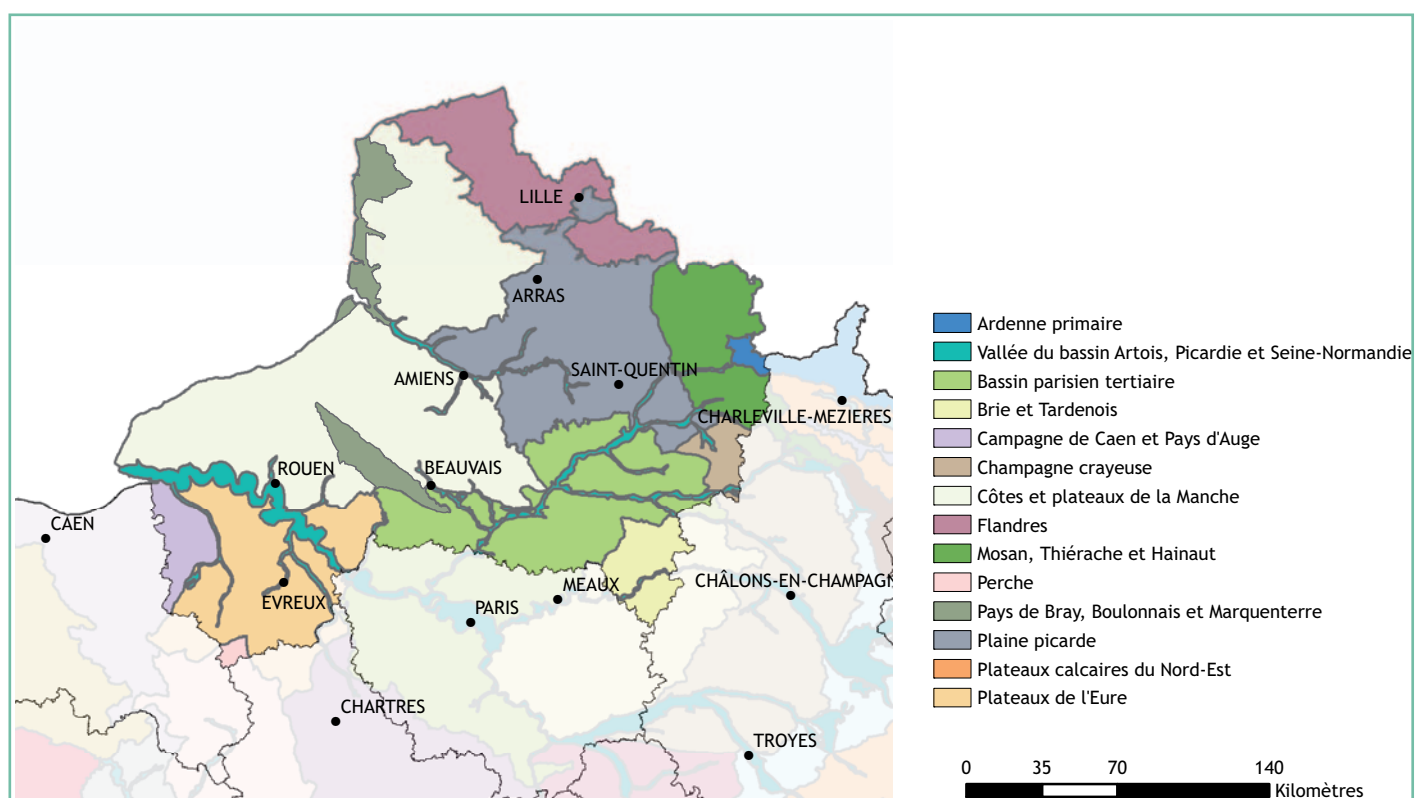


Figure 5.7 : Synthèse des consultations pour les régions Haute-Normandie, Nord-Pas de Calais et Picardie

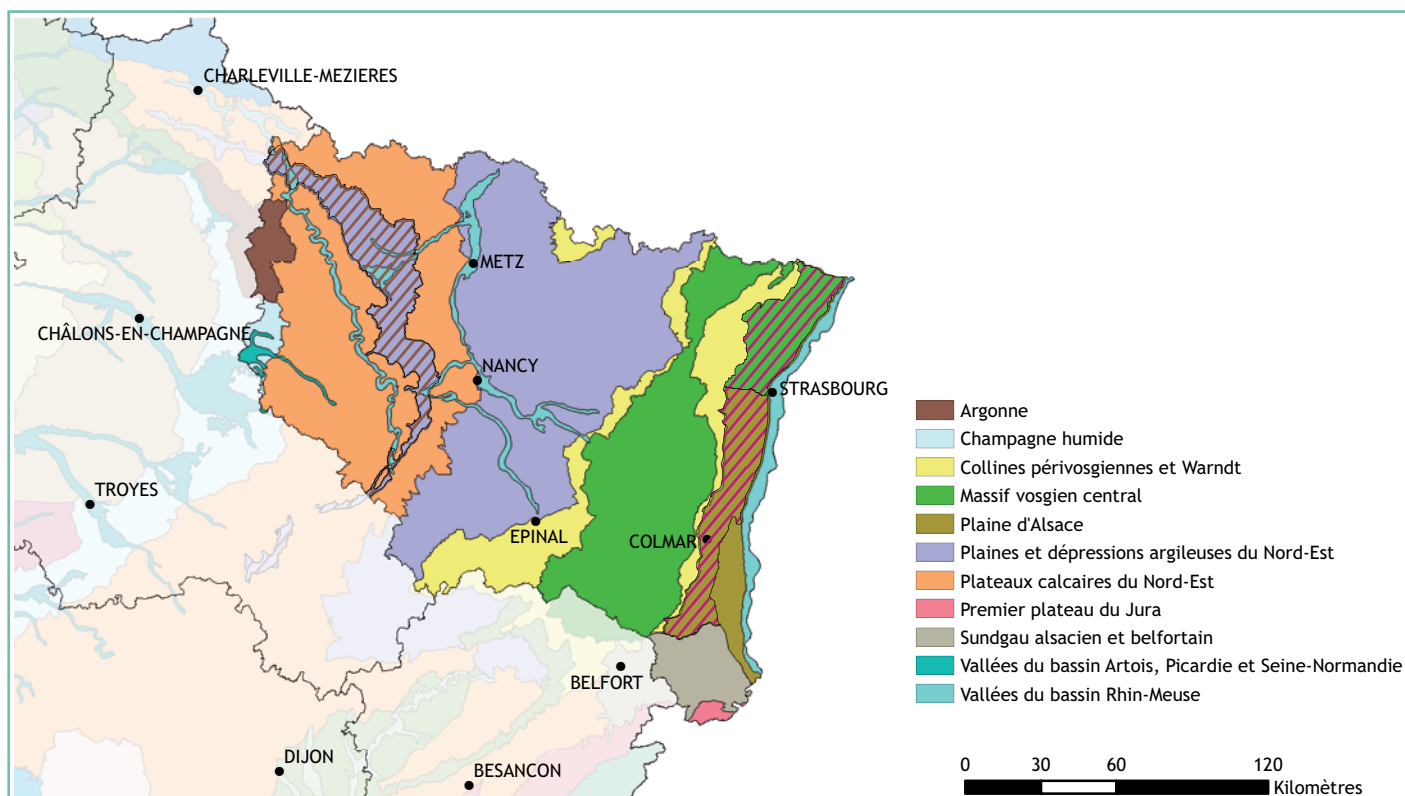


Figure 5.8 : Synthèse des consultations pour les régions Alsace et Lorraine.
Les zones hachurées sont celles au sein desquelles des indéterminations persistent.

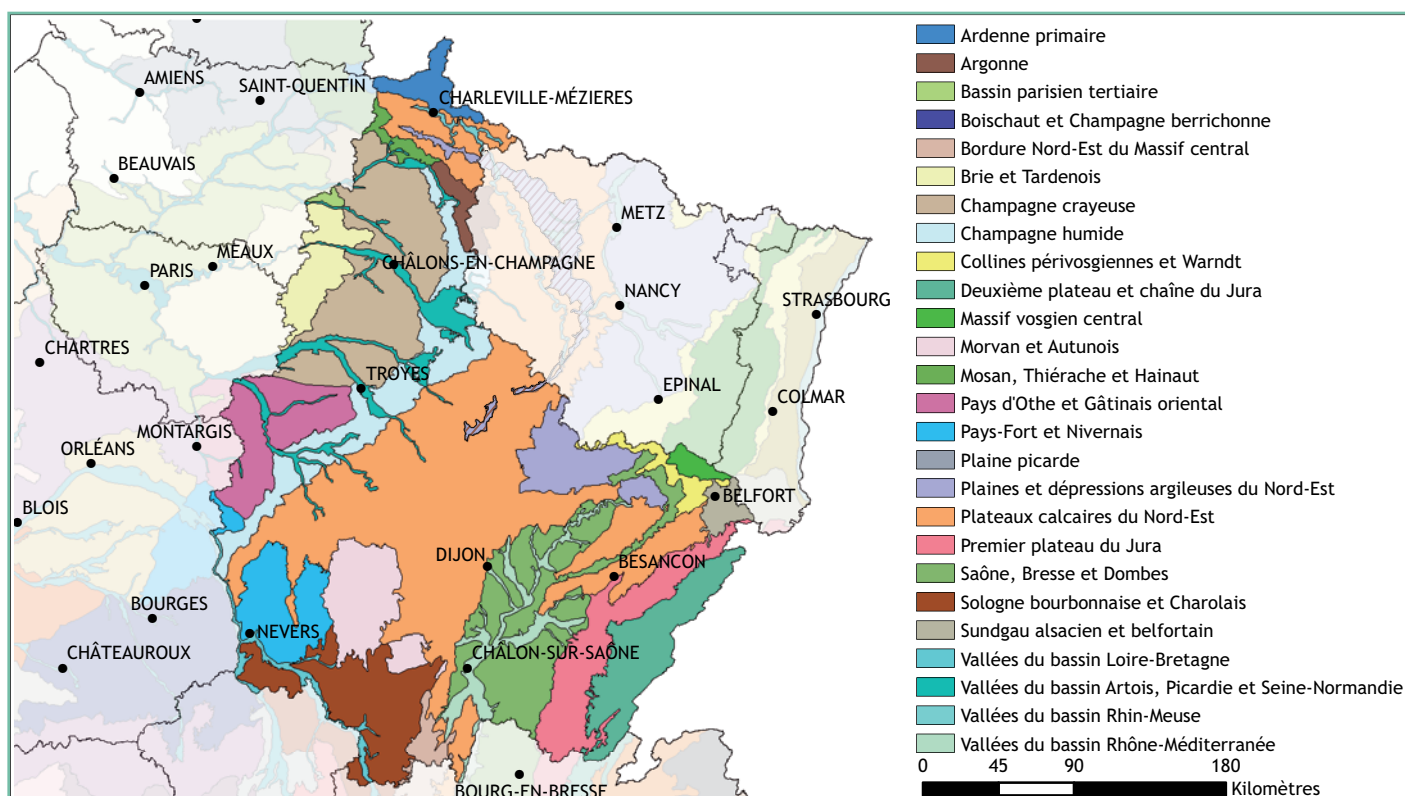


Figure 5.9 : Synthèse des consultations pour les régions Bourgogne, Champagne-Ardenne et Franche-Comté.
Les zones hachurées sont celles au sein desquelles des indéterminations persistent.

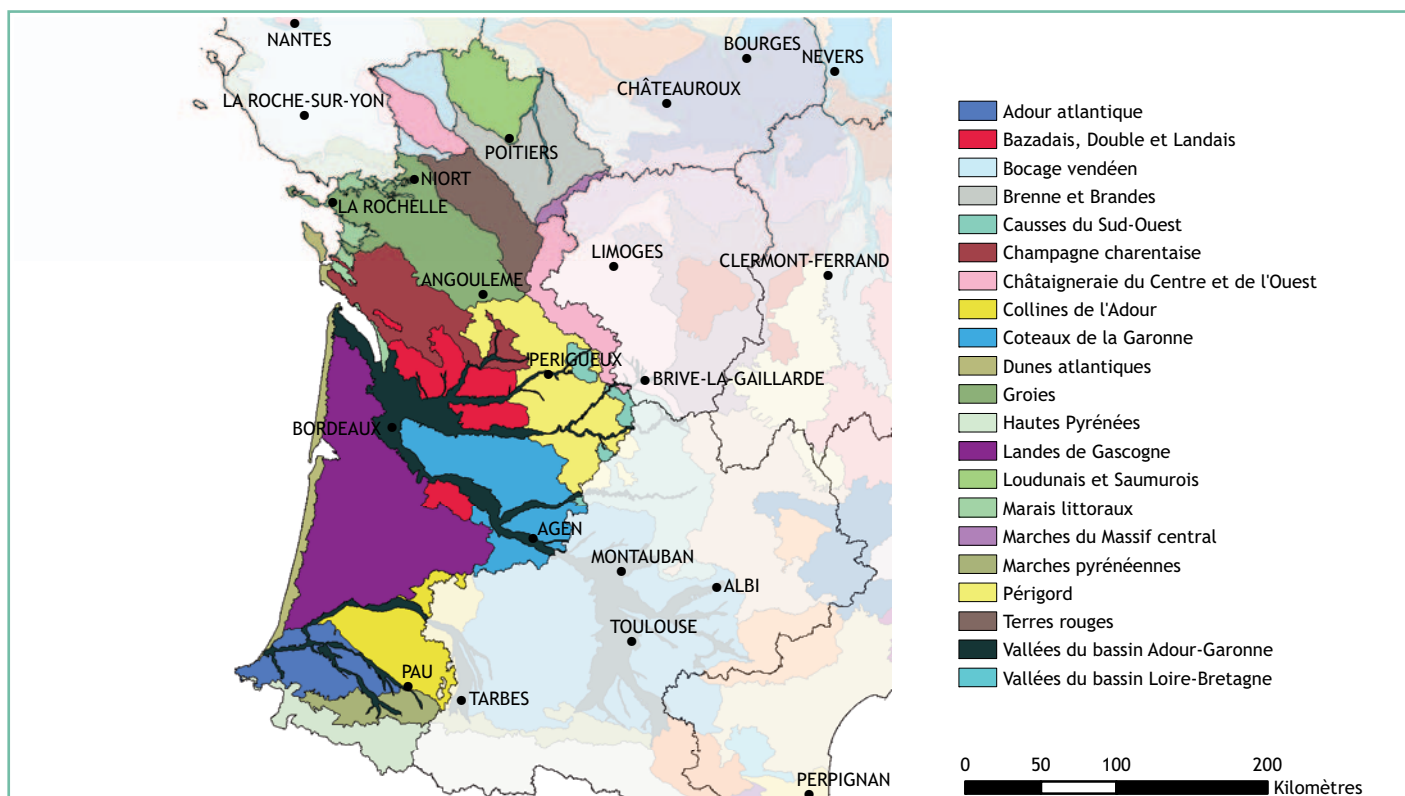


Figure 5.10 : Synthèse des consultations pour les régions Aquitaine et Poitou-Charentes

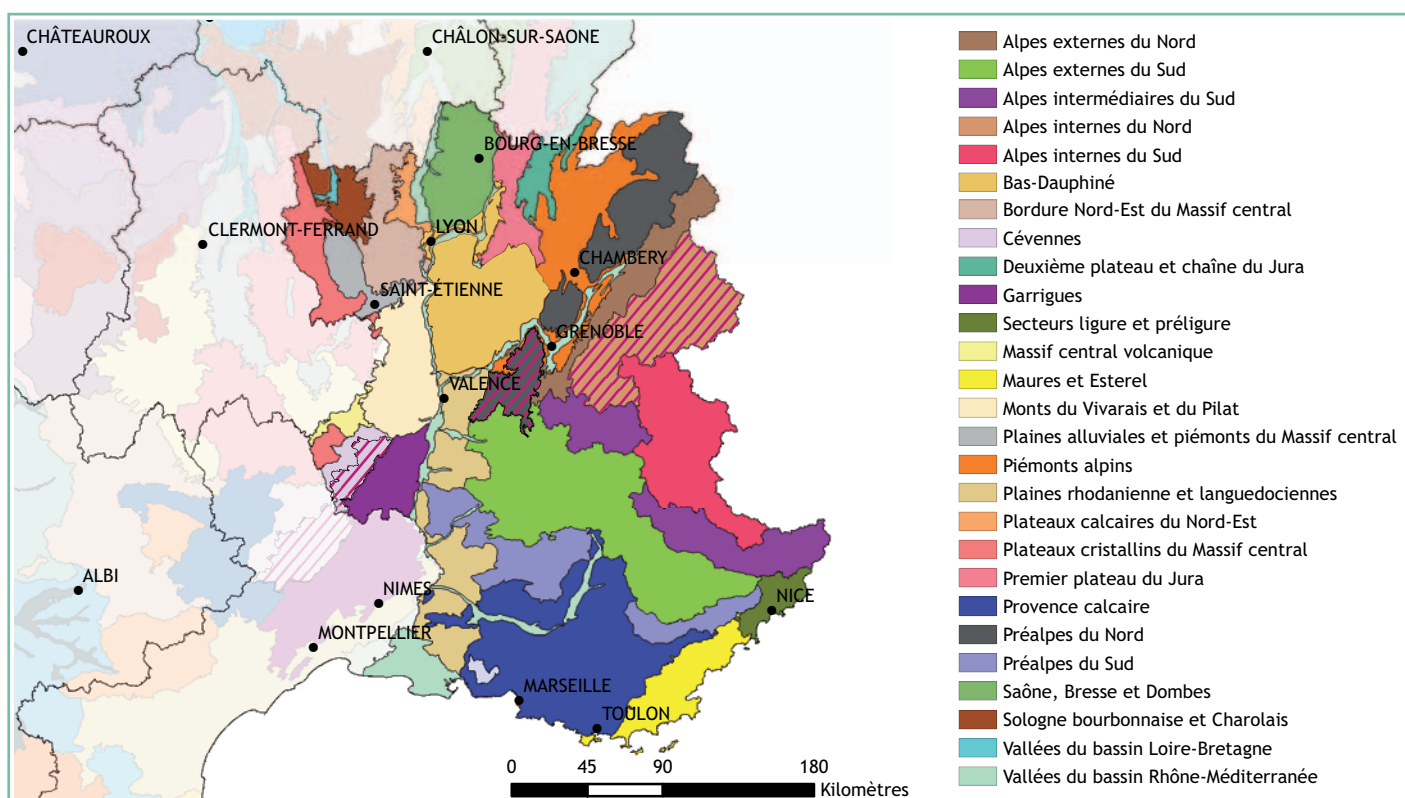


Figure 5.11 : Synthèse des consultations pour les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes.
 Les zones hachurées sont celles au sein desquelles des indéterminations persistent.

6 Dernières évolutions et bilan

6.1 Levée des indéterminations subsistant après les consultations régionales

6.1.1 La Woèvre

La Woèvre est un cas assez singulier car, d'après les acteurs interrogés, elle se rapproche à la fois de la Champagne humide et du Plateau lorrain. Certains professionnels utilisent en effet d'ores et déjà les guides de reconnaissance des stations de la Champagne humide avec succès dans la Woèvre. Parallèlement, la zone de validité du futur guide Plateau lorrain s'étendrait également sur cette région. Cependant il n'est pas possible, pour des raisons climatiques, de regrouper au sein d'une même SER le Plateau lorrain et la Champagne humide.

Afin de lever cette indétermination, le rapprochement des régions IFN concernées a été spécifiquement étudié. La démarche de regroupement présentée figures 4.1 à 4.4 a été appliquée à la Champagne humide (105), à la Woèvre (522), au Plateau lorrain (572) et au Bassigny et annexes (523). Les résultats de ce regroupement sont exposés figure 6.1.

Cette figure permet d'une part de confirmer la proximité écologique forte entre le Plateau lorrain et le Bassigny et annexes et, d'autre part, de montrer la situation intermédiaire de la Woèvre entre ce premier regroupement et la Champagne humide. Néanmoins, cette analyse montre la plus forte proximité de la Woèvre avec le Plateau lorrain et le Bassigny et annexes qu'avec la Champagne humide. C'est donc ce rapprochement qui sera retenu.

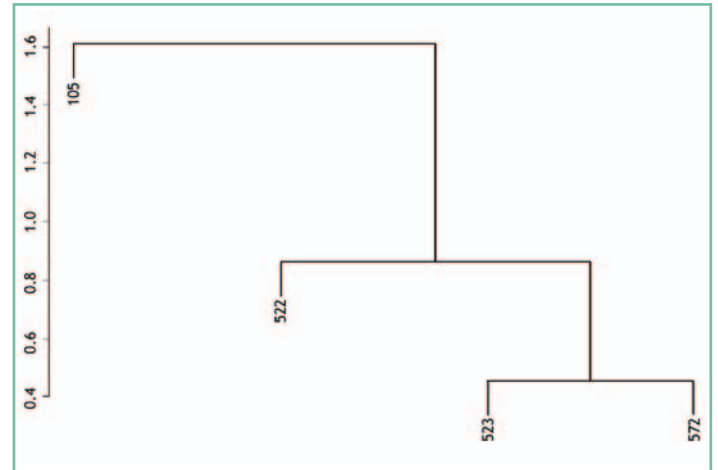


Figure 6.1 : Étude du rapprochement de la Woèvre

6.1.2 La Plaine orientale corse

Les acteurs régionaux consultés ont souligné la différence existant entre la Plaine orientale corse et les autres régions de la SER Corse orientale tant, du point de vue morphotopographique que climatique, cette région est nettement plus humide.

La figure 62 ci-contre montre que les principales zones forestières de la région Plaine orientale constituent le prolongement de massifs des régions voisines. Le reste de la région est très peu boisée. De ce fait, même s'il existe une spécificité écologique notoire de cette zone, elle représente une trop faible surface forestière pour constituer à elle seule une SER. Cette région sera tout de même individualisée dans la description de la SER Corse orientale (voir chapitre 7).

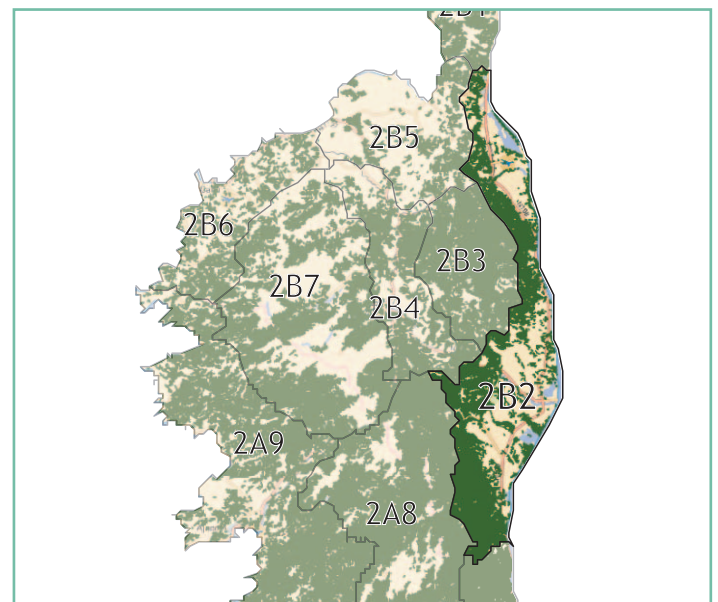


Figure 6.2 : Massifs forestiers en Plaine orientale corse (2B2)

6.1.3 La Plaine d'Alsace

Lors de la consultation régionale en Alsace et en Lorraine, il a été mis en avant que l'Alsace est constituée de régions IFN très singulières les unes par rapport aux autres et que les regroupements les plus pertinents seraient vraisemblablement à faire avec des régions forestières d'Allemagne. Cependant, comme pour la Plaine orientale corse, les régions IFN alsaciennes présentent une trop faible surface forestière au regard

de leur spécificité pour être toutes individualisées en tant que SER. Afin de conserver cette information d'hétérogénéité, dans la description de la SER Plaine d'Alsace, il sera signalé que cette SER est composée de plusieurs entités distinctes correspondant aux régions forestières IFN.

6.1.4 Le Camarès

Le Camarès (126) est une région singulière, mais de petite taille. Cette région présentant de faibles potentialités, il a été conseillé lors de la réunion de consultation régionale de la regrouper avec les Grands Causses (124). Cependant, ce regroupement a déjà été testé en pratique par l'ONF dans ses DRA/SRA : les stations rencontrées en Camarès sont en fait beaucoup plus proches de celles du Ségala que des Grands Causses. Le cas du Camarès a donc fait l'objet d'une étude spécifique le comparant d'une part aux Grands Causses et d'autre part aux régions constituant la SER Ségala et Châtaigneraie auvergnate.

L'arbre de classification résultant de cette étude est présenté figure 6.3 . Cette classification confirme la plus grande proximité du Camarès avec le Ségala et la Basse-Châtaigneraie auvergnate; ils seront donc regroupés.

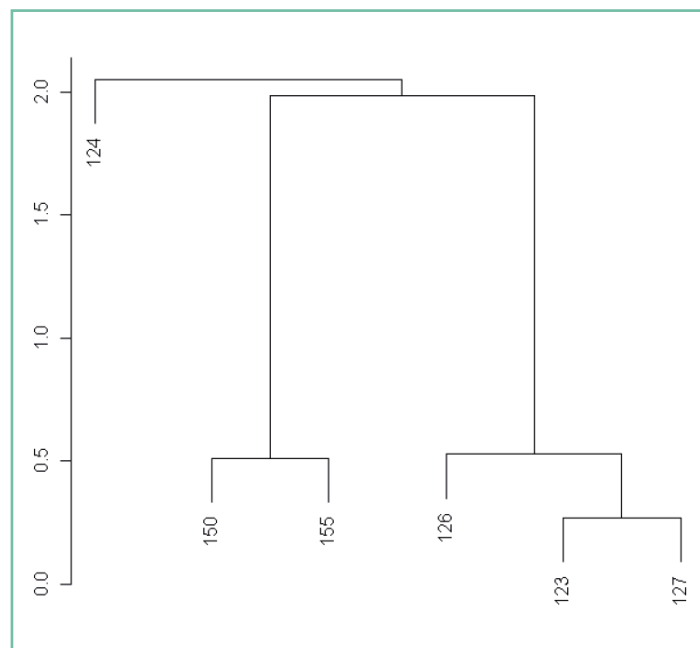


Figure 6.3 : Étude du rapprochement du Camarès

6.1.5 Les Plateaux granitiques du Massif central

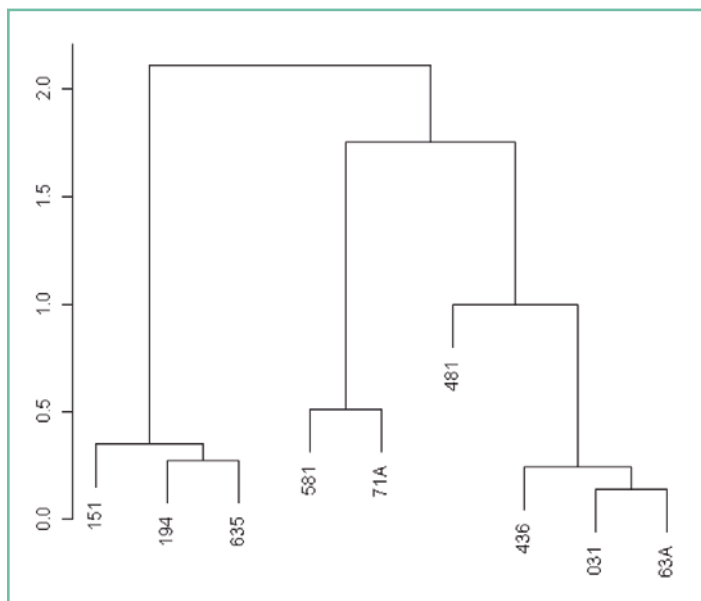


Figure 6.4 : Étude du partitionnement des plateaux granitiques du Massif central

Au cours des différentes consultations traitant des plateaux granitiques du Massif central, nous avons débattu de la pertinence de faire une seule SER qui rassemblerait l'ensemble des régions Plateaux de Millevaches (194), Haute-Combraille (635), Artense (151), Margeride (481), Livradois (63A), Monts du Forez (031), Plateaux granitiques et foréziens (436), Morvan (581) et Plateau de l'Autunois (581). Les différents acteurs ont validé la proximité des régions précédemment citées, mais ils ont fait remarquer que de fortes différences, notamment climatiques, pouvaient exister entre ces dernières. Ces régions ne peuvent donc pas être regroupées au sein d'une unique SER, mais plutôt constituer un niveau supérieur.

Afin de déterminer les regroupements à réaliser au sein de ces régions, nous avons procédé comme pour le Camarès ou la Woèvre. L'analyse amène à l'arbre de classification exposé figure 6.4.

L'arbre de classification montre une première partition entre les régions de l'ouest autour du Plateau de Millevaches et l'axe central allant du Morvan à la Margeride. La seconde partition isole le nord de cet axe : le Morvan et l'Autunois. Nous conserverons ce niveau de découpage pour créer trois SER au sein des plateaux granitiques du Massif central : Morvan et Autunois, Plateaux granitiques de l'ouest du Massif central et Plateaux granitiques du centre du Massif central.

Il est intéressant de souligner la différence existant au sein de la SER Plateaux granitiques centre du Massif central entre la Margeride et les autres régions. Cette distinction pourra être conservée dans un niveau inférieur (voir les infra-SER au chapitre 7), à l'image de la Plaine orientale corse ou de la Plaine d'Alsace.

6.2 Définition de nouvelles limites

Comme souligné dans le chapitre précédent, il a été mis en évidence plusieurs situations pour lesquelles il a été nécessaire de modifier certaines limites car le maillage des régions forestières nationales n'était pas adapté pour constituer des SER homogènes. La figure 6.5 expose la localisation de ces limites. Cependant, nous pouvons constater que ces remises en cause ont globalement été assez rares et que les régions forestières IFN constituent un découpage très pertinent pour la définition des SER.

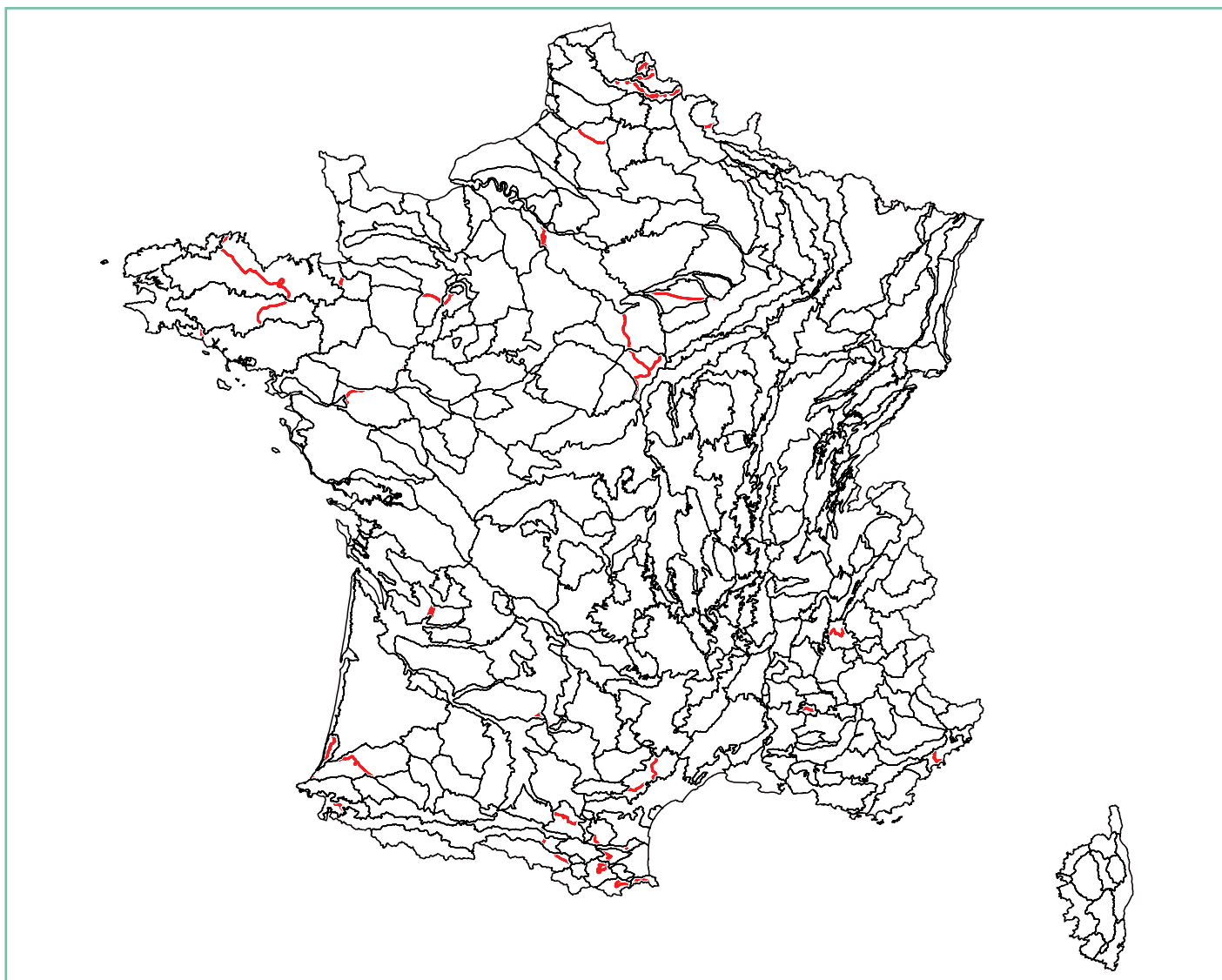


Figure 6.5 : Nouvelles limites définies (en rouge) non fondées sur le maillage des régions forestières de l'IFN (en noir)

Le tableau 6.1 inventorie l'ensemble des nouvelles limites créées, ainsi que les critères retenus pour les tracer. Ces critères sont une synthèse des informations recueillies lors des réunions régionales.

SER	SER voisine(s)	Limite
Ouest-Bretagne et Nord-Cotentin	Pays de St-Malo Bretagne méridionale	Niveau de précipitations annuelles égal à 800 mm Vallée de la Laïta
Pays de St-Malo	Bocage normand et Pays de Fougères	Vallée du Couesnon
Bocage normand et Pays de Fougères	Bocage armoricain Baugeois-Maine	Vallée du Merdereau Limite géologique du Jurassique et alluvions quaternaires
Bassin parisien tertiaire	Plateaux de l'Eure	Limite géologique des calcaires massifs de l'Éocène/Oligocène
Pays d'Othe et Gâtinais oriental	Beauce	Limites du guide Pays d'othé, Champagne sénonaise, Gâtinais oriental, Puisaye des plateaux [50]
Sologne-Orléanais	Beauce	Limite géologique
Côtes et plateaux de la Manche	Plaine picarde	Vallée de la Somme
Flandres	Plaine picarde	Limite du guide Flandre et Bas-Pays de Flandre (cf. ci-dessous)
Ardenne primaire	Mosan, Thiérache et Hainaut	Limite géologique du Dévonien inférieur. Délimitation phytogéographique de la région Nord-Pas de Calais [47]
Mosan, Thiérache et Hainaut	Champagne humide	Alluvions de la vallée de l'Aisne
Bourbonnais et Charolais	Pays-Fort Nivernais et plaines prémorvandelles Plateaux calcaires du Nord-Est	Limite géologique du Jurassique inférieur Canal de Bourgogne
Alpes intermédiaires du Sud	Alpes externes du Nord Alpes externes du Sud	Région forestière départementale du Bas-Drac et Matheysine Ligne de crête du mont Ventoux
Maures et Esterel	Secteurs niçois et préligure	Limite géologique du Jurassique inférieur
Haut-Languedoc et Lézou	Plaines et collines rhodaniennes et languedociennes	Limite altitudinale et géomorphologique entre la Plaine et les Avant-monts du Languedoc
Plaines et collines rhodaniennes et languedociennes	Corbières	Limite géologique du Crétacé inférieur
Roussillon	Pyrénées catalanes	Limite entre les zones de premier ordre des phytoécórégions [21]
Pyrénées cathares	Coteaux de la Garonne Corbières Haute chaîne pyrénéenne	Limite entre Confins et Haut-Razès d'une part et Piège et Bas-Razès d'autre part [48] Vallées de la Planque et de la Sals Vallée de l'Ariège, pour rattacher les monts d'Olmes : raisons climatiques (bilan hydrique)
Pyrénées catalanes	Roussillon	Massif des Albères d'après les phytoécórégions
Haute chaîne pyrénéenne	Marches pyrénéennes	Limite géologique correspondant aux flyschs sédimentaires (Crétacé supérieur)
Adour atlantique	Collines de l'Adour	Différence climatique. Limite établie d'après le quotient pluviothermique d'Emberger et après expertise du CBN des Pyrénées et du CRPF Midi-Pyrénées.

Tableau 6.1 : Inventaire des nouvelles limites définies dans la cadre du programme SER

6.2.1 Flandres et Plaine picarde

Les études réalisées par le CRPF Nord-Pas de Calais-Picardie dans le cadre de la réalisation de guides pour l'identification des stations et le choix des essences amènent, pour la région Nord-Pas de Calais, au découpage proposé figure 6.6. Les conclusions de cette étude permettent d'établir les limites entre les SER Flandres et Plaine picarde.

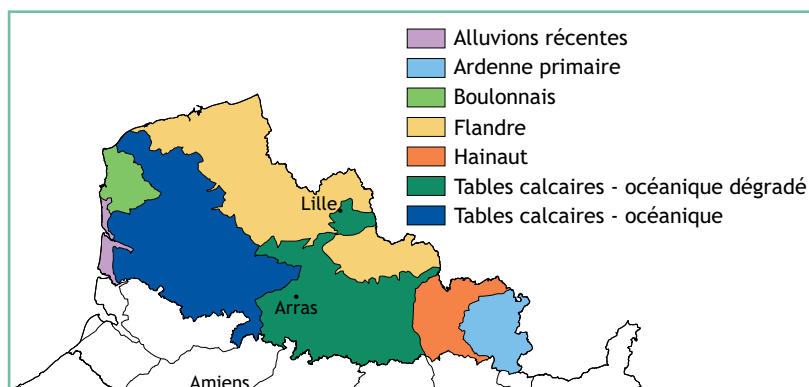


Figure 6.6 : Découpage de la région Nord-Pas de Calais dans le cadre de la réalisation de guides pour l'identification des stations

6.2.2 Adour atlantique et Collines de l'Adour

La limite entre l'Adour atlantique et les Collines de l'Adour est également climatique et se fonde aussi sur une forte différence de précipitations entre les zones côtières et les régions situées plus à l'intérieur des terres. À la suite des préconisations recueillies en région, la limite se fonde sur le quotient pluviothermique d'Emberger (Q) (voir [26] pour plus de précisions) :

$$Q = \frac{100 \times P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

- Q : quotient pluviothermique d'Emberger ;
- P : précipitations annuelles (mm) ;
- M : moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (°C) ;
- m : moyenne des minima de température du mois le plus froid (°C).

Le calcul est réalisé à partir des données Aurelhy disponibles. Le résultat est présenté figure 6.7 . Le seuil est choisi à 175 comme préconisé par le CRPF Aquitaine. Cette limite correspond également à celle conseillée par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et le CRPF Midi-Pyrénées.

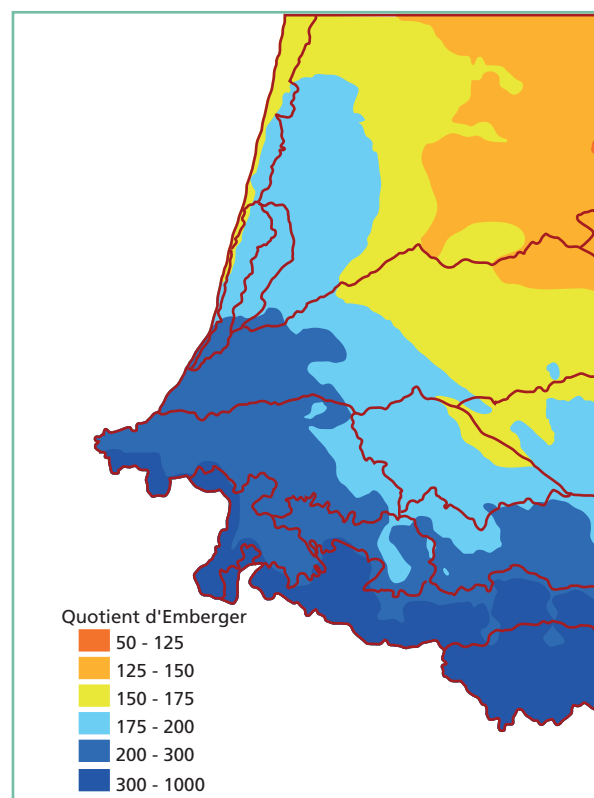


Figure 6.7 : Quotient pluviothermique d'Emberger

6.2.3 Zones de vallées

Le tracé des régions forestières nationales distingue certaines régions de vallées, comme le Val de Loire (444) ou la Vallée de la Seine (753). Cependant, ces régions ne sont pas généralisées à tous les fleuves, ni même continues pour un même fleuve.

Dans la préétude d'un guide des stations forestières des milieux alluviaux [49], il est rappelé l'intérêt particulier de ces zones où l'on rencontre essentiellement des forêts alluviales et des peupleraies :

- enjeux particuliers à la fois économiques, écologiques et sociaux ;
- milieux complexes rendant leur gestion délicate ;
- spécificité forte justifiant un regroupement inter-régional.

Cette préétude définit ces milieux à la fois à partir de critères géologiques (présence d'alluvions anciennes ou modernes), de critères hydriques (influence d'une nappe d'eau) et de critères morphologiques (vallées à fond plat). Dans le cadre de la définition des SER à l'échelle du 1/1 000 000, il est délicat de distinguer précisément chacun de ces critères. Il a donc été décidé de partir des régions forestières existantes de l'IFN et d'en assurer la continuité en se fondant sur la présence d'alluvions, représentée sur la carte géologique du BRGM [18].

La carte des phytoécorégions [21] distingue également dans les zones de second ordre des régions alluviales. Elle permet d'identifier les cours d'eau complémentaires à prendre en considération dans la définition des zones de vallées : Rhin, Saône, Adour, Somme et Meuse. La définition des limites de ces SER est faite comme pour l'établissement de la continuité des régions de vallées, à partir de la carte géologique. Enfin, même si elles sont voisines, ces vallées ne peuvent pas être regroupées dans une SER unique, notamment en raison d'importantes différences climatiques. C'est pourquoi il a été décidé de créer une SER de vallées par bassin-versant, à l'exception du bassin Artois Picardie, regroupé avec celui de Seine-Normandie.

Le résultat de la délimitation de ces SER est présenté figure 6.8.

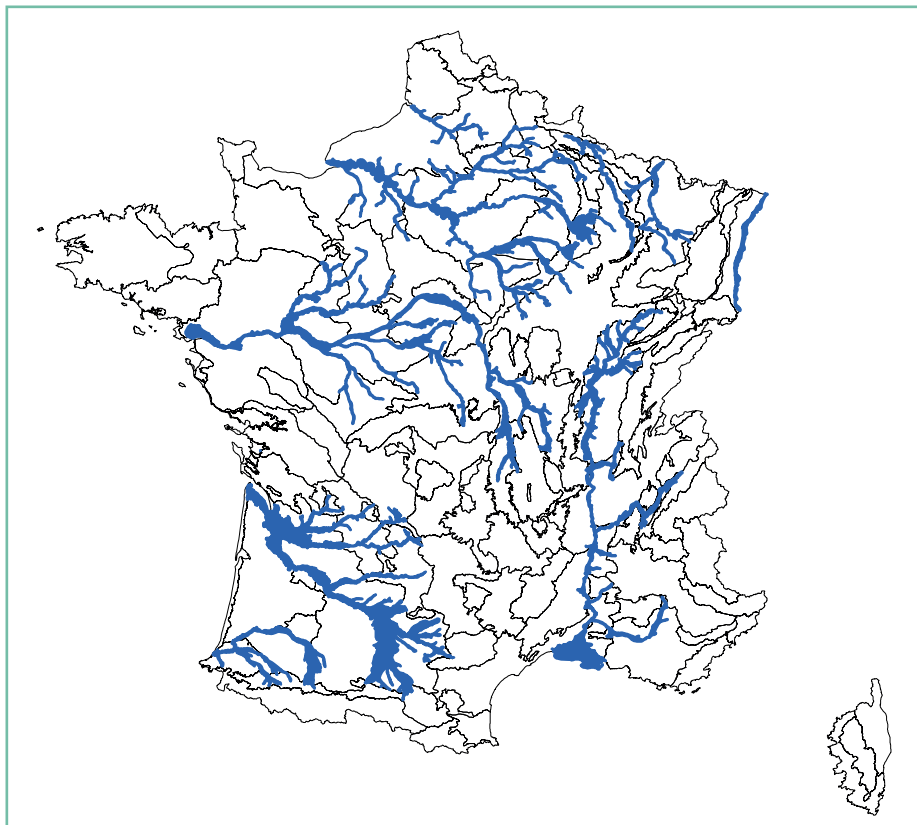


Figure 6.8 : Délimitation des SER de vallées

6.3 Bilan

Indéterminations levées et fragmentations limitées conduisent à l'élaboration de la carte finale des 91 SER, présentée figure 6.9. Les noms proposés pour les sylvoécorégions sont répertoriés par grande région écologique (GRECO) dans le tableau 6.3 (voir définition et détails pages suivantes).

Code	SER	Code	SER
A11	Ouest-Bretagne et Nord-Cotentin	F23	Bazadais, Double et Landais
A12	Pays de Saint-Malo	F30	Coteaux de la Garonne
A13	Bocage normand et Pays de Fougères	F40	Causses du Sud-Ouest
A21	Bretagne méridionale	F51	Adour atlantique
A22	Bocage armoricain	F52	Collines de l'Adour
A30	Bocage vendéen	G11	Châtaigneraie du Centre et de l'Ouest
B10	Côtes et plateaux de la Manche	G12	Marches du Massif central
B21	Flandres	G13	Plateaux limousins
B22	Plaine picarde	G21	Plateaux granitiques ouest du Massif central
B23	Mosan, Thiérache et Hainaut	G22	Plateaux granitiques du centre du Massif central
B31	Campagne de Caen et Pays d'Auge	G23	Morvan et Autunois
B32	Plateaux de l'Eure	G30	Massif central volcanique
B33	Perche	G41	Bordure nord-est du Massif central
B41	Bassin parisien tertiaire	G42	Monts du Vivarais et du Pilat
B42	Brie et Tardenois	G50	Ségala et Châtaigneraie auvergnate
B43	Champagne crayeuse	G60	Grands Causses
B44	Beauce	G70	Cévennes
B51	Champagne humide	G80	Haut-Languedoc et Lévezou
B52	Pays d'Othe et Gatinais oriental	G90	Plaines alluviales et piémonts du Massif central
B53	Pays-Fort, Nivernais et plaines prémorvandelles	H10	Préalpes du Nord
B61	Baugeois-Maine	H21	Alpes externes du Nord
B62	Champeigne-Gâtine tourangelles	H22	Alpes internes du Nord
B70	Sologne-Orléanais	H31	Préalpes du Sud
B81	Loudunais et Saumurois	H32	Alpes externes du Sud
B82	Brenne et Brandes	H41	Alpes intermédiaires du Sud
B91	Boischaux et Champagne berrichonne	H42	Alpes internes du Sud
B92	Bourbonnais et Charolais	I11	Marches pyrénéennes
C11	Ardenne primaire	I12	Pyrénées cathares
C12	Argonne	I13	Corbières
C20	Plateaux calcaires du Nord-Est	I21	Haute chaîne pyrénéenne
C30	Plaines, plateaux et dépressions argileux du Nord-Est	I22	Pyrénées catalanes
C41	Plaine d'Alsace	J10	Garrigues
C42	Sundgau alsacien et belfortain	J21	Roussillon
C51	Saône, Bresse et Dombes	J22	Plaines et collines rhodaniennes et languedociennes
C52	Plaines et piémonts alpins	J23	Provence calcaire
D11	Massif vosgien central	J24	Secteurs niçois et préligure
D12	Collines périvosgienne et Warndt	J30	Maures et Esterel
E10	Premier plateau du Jura	K11	Corse occidentale
E20	Deuxième plateau et Haut-Jura	K12	Montagne corse
F11	Terres rouges	K13	Corse orientale
F12	Groies	V1	Vallées des bassins Artois Picardie et Seine-Normandie
F13	Marais littoraux	V2	Vallées du bassin Rhin-Meuse
F14	Champagne charentaise	V3	Vallées des bassins Loire-Bretagne
F15	Périgord	V4	Vallées du bassin Adour-Garonne
F21	Landes de Gascogne	V5	Vallées du bassin Rhône-Méditerranée
F22	Dunes atlantiques		

Tableau 6.3 : Nomenclature des 91 SER

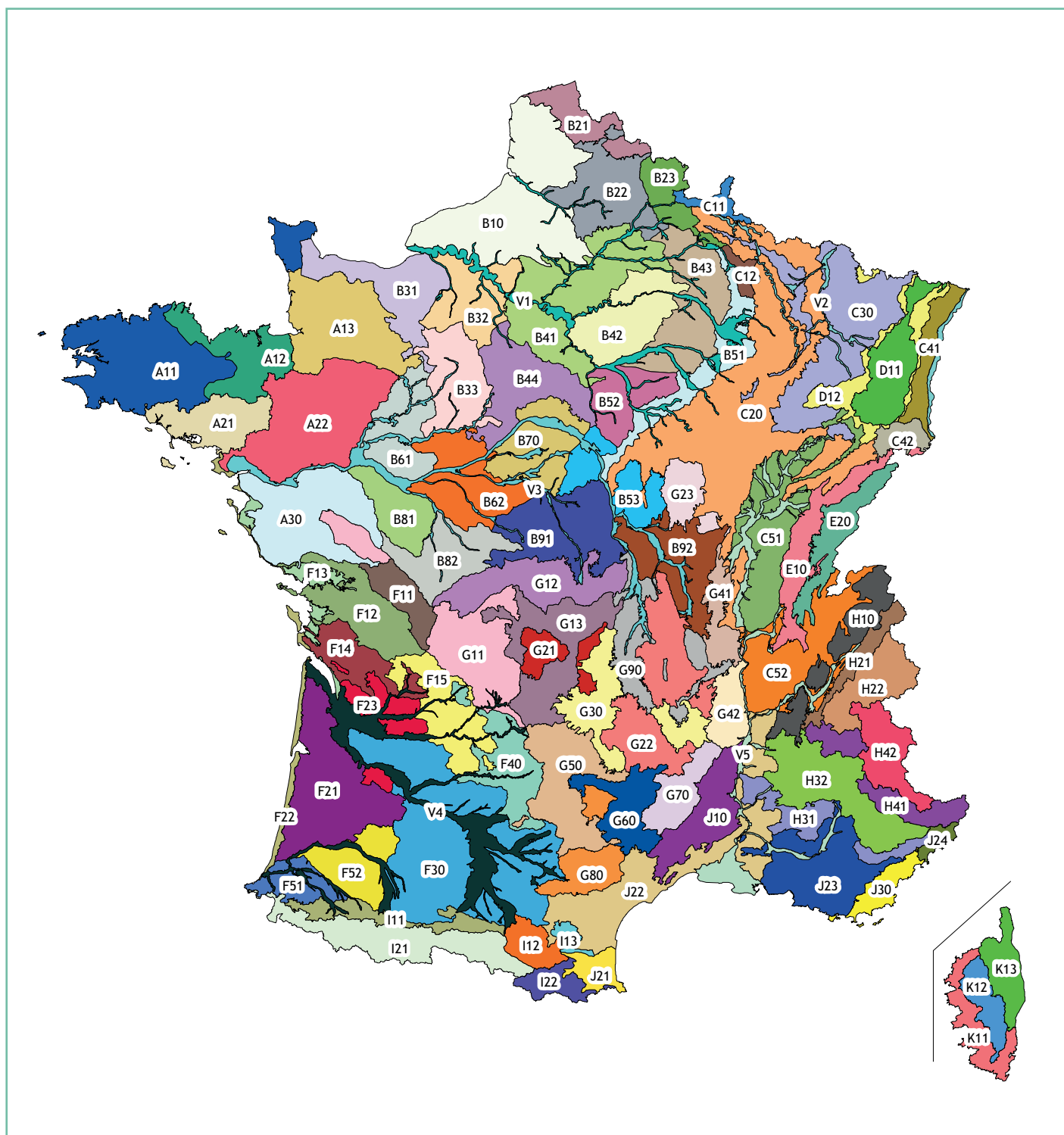


Figure 6.9 : Carte finale des SER

7 Zonages complémentaires

À plusieurs reprises au cours de ce rapport a été évoquée la nécessité de compléter le zonage des SER, soit par un regroupement, intermédiaire avec celui des grandes régions écologiques soit, au contraire, par un découpage plus fin prenant en considération les remarques des partenaires locaux, comme par exemple dans la Plaine orientale corse ou la Plaine d'Alsace.

Par ailleurs, un des objectifs du programme SER est de « permettre la publication de résultats statistiques fiables suite au sondage systématique adopté par l'IFN depuis novembre 2004 » [7]). Or cette fiabilité est directement liée à la surface forestière du domaine géographique étudié, qui doit être d'autant plus grande que le nombre de critères de ventilation (croisement entre le nombre de variables et celui des modalités) est important. C'est pourquoi un zonage en 91 SER risque de présenter rapidement des limites de validité statistique pour une publication de résultats ventilés selon un nombre même restreint de critères. Un niveau de regroupement supérieur est donc nécessaire pour atteindre pleinement les objectifs du programme SER.

Pour répondre à ces différentes préoccupations, il est proposé dans ce chapitre, par ordre de regroupement décroissant, des zonages emboîtés élaborés à partir des SER :

- Grandes régions écologiques (GRECO) ;
- SER ;
- infra-SER ;
- régions forestières nationales (REGN), c'est-à-dire le zonage actuel, point de départ de l'élaboration des SER.

L'annexe E fournit trois tableaux de correspondances entre ces différents niveaux, afin que chacun s'y retrouve facilement et puisse appréhender rapidement la nouvelle nomenclature proposée.

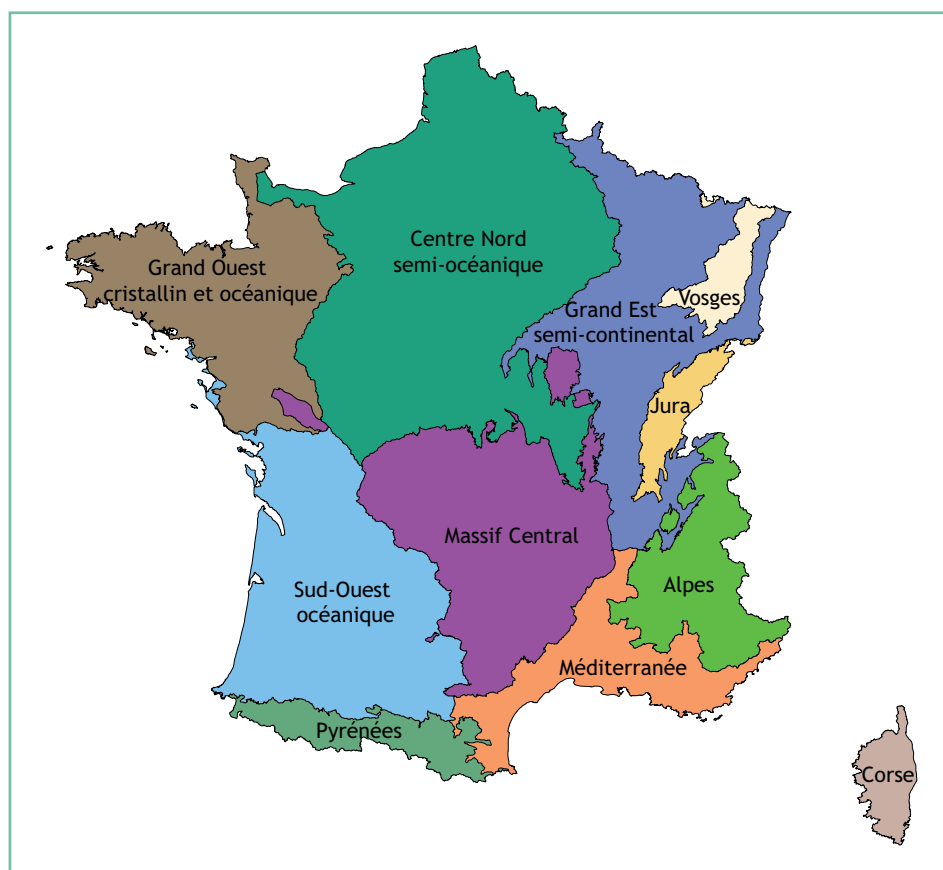


Figure 7.1 : Les 11 grandes régions écologiques (GRECO)

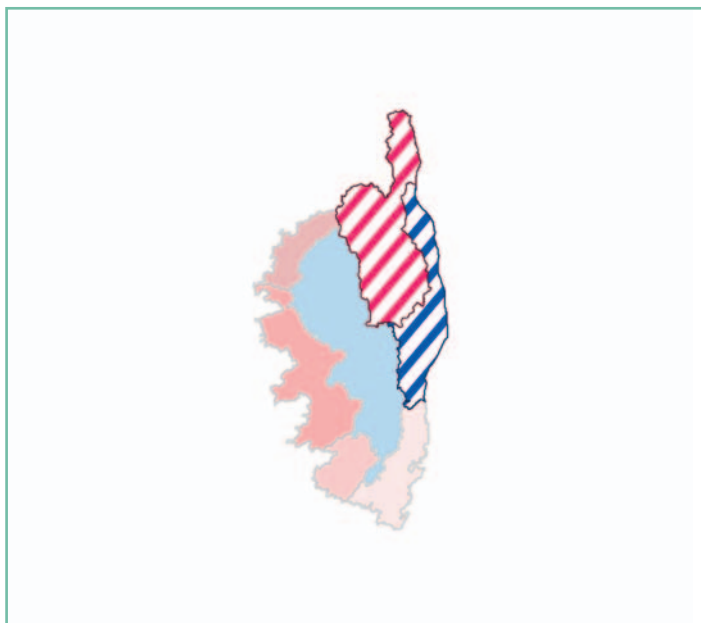
7.1 Grandes régions écologiques (GRECO)

Les GRECO correspondent à l'actualisation, à partir des SER, des grandes zones d'étude définies au troisième chapitre. Au nombre de onze, elles sont détaillées en figure 7.1. **Une grande région écologique est une synthèse, à l'échelle de la France, des bioclimats, de la nature des roches et de la topographie, traduite notamment par les étages et les séries de végétation, où l'ensemble de ces conditions est relativement homogène et présente une discontinuité majeure avec les GRECO voisines.** Respectant la conception des domaines biogéographiques par les phytogéographes et phytosociologues français, ce premier niveau d'agrégation pourra être utilement retenu pour toute considération de niveau européen du territoire métropolitain.

7.2 Infra-Sylvoécorégions

Lors des consultations régionales, différents partenaires nous ont fait remarquer que les regroupements proposés au niveau des SER correspondaient bien aux objectifs du projet, mais que, dans le cadre d'une utilisation pratique, ils souhaitaient conserver un niveau plus fin, souvent équivalent aux régions forestières nationales IFN. D'où la recherche d'une division géographique en infra-SER, constituées de sous-ensembles nettement plus homogènes que la SER qui les regroupe, même s'il reste potentiellement peu probable d'obtenir des résultats statistiques à cette échelle.

7.2.1 Corse orientale



Le cas de la Corse orientale a été abordé au chapitre précédent. La distinction comme infra-SER de la Plaine orientale amène pour cette région au zonage présenté figure 7.2.

Figure 7.2 : Infra-SER de la Plaine orientale corse

7.2.2 Plaine d'Alsace

Comme pour la plaine de Corse, la plaine d'Alsace présente certaines spécificités qui ont très bien été traduites par le découpage en régions IFN. La plaine de Haguenau mérite d'être individualisée en infra-SER du fait d'un type de substrat différent de celui du reste de la plaine alsacienne. La Hardt, d'autre part, présente un microclimat très spécifique qui justifie également une distinction en infra-SER. Le découpage de cette SER est présenté figure 7.3.

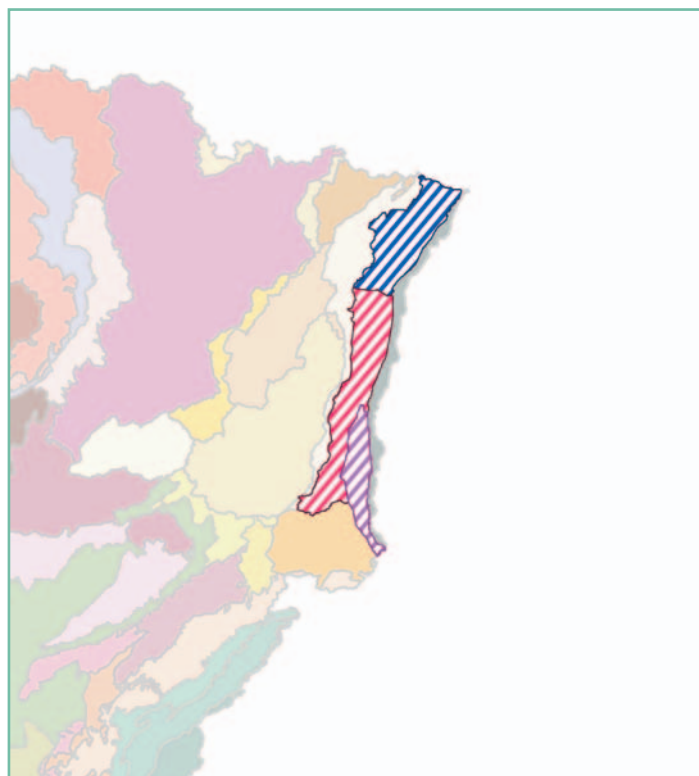


Figure 7.3 : Infra-SER de la plaine d'Alsace

7.2.3 Massif vosgien central

Le Massif vosgien, comme l'exposent les guides de stations traitant de cette région, est aussi composé de trois sous-entités distinctes. Il est possible tout d'abord de faire une distinction nord/sud avec une partie nord, située au nord du col de Saverne qui est beaucoup plus basse et plus sèche que la partie sud. Au sein de la partie sud, la roche mère permet de distinguer deux sous-ensembles : les Vosges gréseuses et les Vosges granitiques. Ces éléments sont résumés figure 7.4.

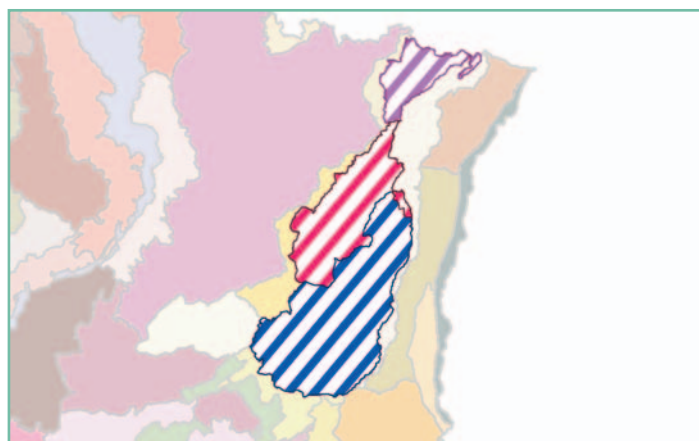


Figure 7.4 : Infra-SER du Massif vosgien central

7.2.4 Collines périvosgiennes et Warndt

La SER des Collines périvosgiennes présente deux situations distinctes suivant la position de la région par rapport au massif Vosgien. En effet la partie est de cette SER, située en versant alsacien, est beaucoup plus sèche que la partie ouest, ce qui justifie une distinction en infra-SER (cf. figure 7.5).



Figure 7.5 : Infra-SER des Collines périvosgiennes

7.2.5 Plaines, plateaux et dépressions argileux du Nord-Est

Nous avons vu lors du précédent chapitre la différence entre la Woëvre et les autres régions de cette SER. Lors des consultations régionales, les acteurs locaux nous ont également signalé les différences à prendre en considération dans le cadre d'un zonage à plus grande échelle. Il est important selon eux de distinguer une différence entre le Plateau lorrain, plus argileux, et le Bassigny-Amance et annexes, plus vallonné. La figure 7.6 expose cette subdivision.

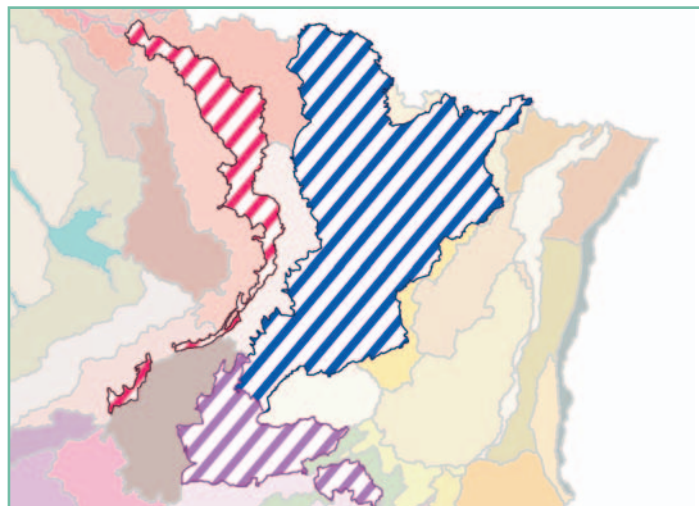


Figure 7.6 : Infra-SER des Plaines, plateaux et dépressions argileux du Nord-Est

7.2.6 Plateaux calcaires du Nord-Est

La SER des plateaux calcaires du Nord-Est est une région qui s'étend sur une vaste amplitude du nord au sud. Dès lors, les conditions climatiques rencontrées dans cette régions varient notablement. Il est donc possible de découper cette SER en trois infra-SER : une infra-SER Beaujolais viticole et Côtes de Bourgogne qui présente des spécificités en termes du substrat et de géomorphologie et qui est également sous influences méditerranéennes, une infra-SER Plateaux calcaires du Nord-Est nord et une infra-SER Plateaux calcaires du Nord-Est sud (cf. figure 7.7).

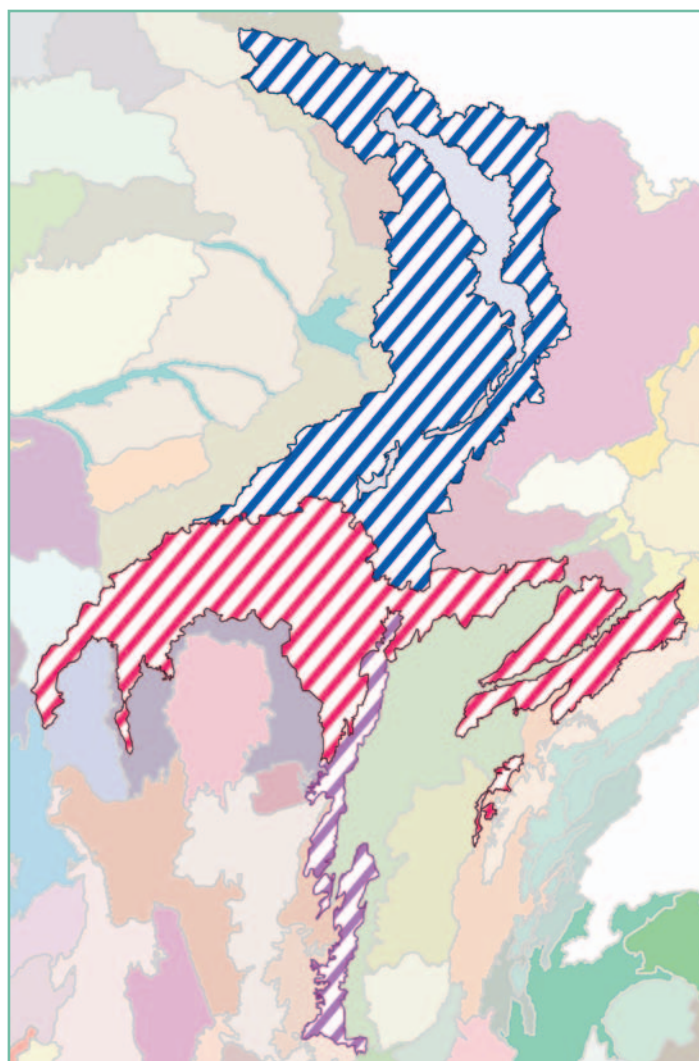


Figure 7.7 : Infra-SER des Plateaux calcaires du Nord-Est

7.2.7 Côtes et plateaux de la Manche

Comme rappelé dans le compte rendu de la réunion de consultation Haute-Normandie, Pas-de-Calais et Picardie, la SER des Côtes et plateaux de la manche se dissocie nettement en trois infra-SER (cf. figure 7.8), notamment pour des raisons de substrat :

- le Marquenterre;
- le Boulonnais et le Pays de Bray;
- l'ensemble des autres régions de la SER Côtes et plateaux de la Manche.



Figure 7.8 : Infra-SER des Côtes et plateaux de la Manche

7.2.8 Plateaux granitiques du centre du Massif central

L'étude des regroupements possibles au sein des Plateaux granitiques du Massif central a permis de constituer la SER Plateaux granitiques du centre du Massif central, mais a également mis en évidence qu'au sein de cette SER la Margeride était légèrement différente des autres régions (voir figure 6.4). Dans le cadre d'une infra-SER, on peut également y adjoindre le Lugdarès et Mazan (cf. figure 7.9).



Figure 7.9 : Infra-SER Plateaux granitiques du centre du Massif central

7.2.9 Ségala et Châtaigneraie auvergnate

Également évoqué lors de la résolution des dernières indéterminations (voir chapitre précédent), le Camarès est une région singulière qui nécessite une individualisation en infra-SER (cf. figure 7.10).



Figure 7.10 : Infra-SER du Ségala et Châtaigneraie auvergnate

7.2.10 Cévennes

La SER des Cévennes présente deux sous-unités distinctes, à la fois climatiques et altitudinales. Il s'agit des Hautes- et Basses-Cévennes, qui peuvent être distinguées en infra-SER (cf. figure 7.11).



Figure 7.11 : Infra-SER des Cévennes

7.2.11 Haute chaîne pyrénéenne

La Haute chaîne pyrénéenne se compose de deux sous-unités séparables pour des raisons climatiques et altitudinale : il s'agit des Montagnes basques à l'ouest et du reste de la Haute chaîne pyrénéenne à l'est, comme le montre la figure 7.12.



Figure 7.12 : Infra-SER de la Haute chaîne pyrénéenne

7.3 Autres perspectives

Entre le niveau européen des GRECO et le niveau opérationnel des SER obtenu (voir Figure 6.9) pour la réalisation des guides pour la reconnaissance des stations forestières et le choix des essences, un niveau intermédiaire apparaît utile pour la programmation de la politique forestière nationale ou la publication de certaines statistiques forestières par exemple.

En reprenant l'ensemble des résultats des analyses ayant permis l'élaboration des SER (voir annexe B) et en interprétant les arbres de classification à un plus fort niveau de regroupement, il est possible de définir des zones d'un niveau d'emboîtement supérieur à celui des SER, que l'on pourrait qualifier de « supra-SER ». Ces regroupements de SER « élémentaires » ne répondraient plus aux critères d'homogénéité écologique exigés pour les SER (cf. définition au § 1.1) et ne pourraient plus servir de cadre à l'élaboration de guides des stations forestières, par exemple. Leur pertinence comme référence géographique pour l'établissement de documents cadres de la gestion forestière comme pour un suivi fin des conséquences des changements climatiques sur la forêt risque également d'être très amoindrie. Néanmoins, ces supra-SER pourraient sans doute, dans les régions à faible taux de boisement, permettre la publication de résultats d'inventaire plus précis.

Ces questions, qui dépassent le cadre de la présente étude de définition, restent à analyser et leurs réponses à comparer à celle des SER par les partenaires forestiers : c'est autant de pistes de travail pour le suivi du programme, qui est en cours. Dans le principe, ces supra-SER correspondraient au premier chiffre de la nomenclature adoptée pour les SER; ainsi la Corse pourrait constituer une supra-SER K1, regroupant les trois SER K11, K12 et K13.

8 Conclusion

Comme exposé dans la description du contexte de la genèse du programme SER, les nouveaux enjeux liés à la gestion forestière nécessitent un zonage *ad hoc* qui puisse servir aux gestionnaires (zone maximale de validité des guides d'identification des stations et de choix des essences), à la publication de résultats statistiques, au suivi des changements climatiques et aux études portant sur des problématiques forestières. Le découpage de la France métropolitaine en 91 SER répond à cette demande. Il est le résultat d'une démarche qui s'est déroulée en deux temps. Le premier temps était une analyse objective des données par un processus systématique ayant permis de proposer un canevas des SER. Le second était une phase participative consistant à exposer et discuter ces résultats afin d'en assurer la meilleure correspondance avec la connaissance locale des acteurs consultés et donc leur utilisation future. Ce dernier objectif a d'ailleurs permis de proposer deux zonages complémentaires emboîtés aux sylvoécorégions dont ils sont issus : les grandes régions écologiques (GRECO) et les infra-sylvoécorégions (infra-SER), voire d'en esquisser un troisième.

Ainsi a pu être établie **une carte des SER utilisable à l'échelle du 1/1 000 000** respectant la commande du ministère chargé des forêts. Un travail de précision des limites à plus grande échelle sera entrepris prochainement afin d'attribuer une SER à chaque point d'inventaire forestier.

Conjointement à cette définition géographique des SER, une description physique de chacune d'entre elles, reprenant ses caractéristiques écologiques et détaillant ses sous-divisions permettra d'apporter un complément d'information nécessaire à la future appropriation et utilisation des SER par l'ensemble des acteurs forestiers. Un colloque national, organisé par le ministère chargé des forêts et rassemblant l'ensemble des utilisateurs potentiels, pourra utilement se tenir prochainement pour préparer l'adoption de ce nouveau cadre géographique de référence par l'ensemble des structures concernées.

Enfin, comme il est spécifié dans son contrat d'objectifs avec l'État, l'IFN, membre du Réseau mixte technologique (RMT) « Forêts face aux changements climatiques » (AFORCE), pourra utiliser ce découpage à partir de 2010 comme cadre d'observation des changements climatiques ou d'évaluation des taux des prélèvements et sera également en mesure de publier ses résultats d'après le zonage en SER en 2012, comme le demandent les indicateurs du contrat.

Bibliographie

- [1] IFN : *Les régions forestières - Répertoire - Codification*. Inventaire Forestier National, 1987.
- [2] DERF : Organisation du travail dans le domaine de la typologie des stations forestières ; expertise technique et scientifiques des demandes d'aide à l'état. *Circulaire DERF SDF C2002-3020*, 18 octobre 2002.
- [3] Marie FORÊT : Extension de la zone de validité d'un guide pour le choix des essences. Ajout du Gâtinais oriental et de la Puisaye des plateaux au Pays d'Othe et à la Champagne sénonaise. Mémoire de D.A.A., Agrocampus Rennes, 2004, 69 p.
- [4] Marie FORÊT et Gérard DUMÉ : *Les outils d'aide à la reconnaissance des stations forestières et au choix des essences - Guide-âne*. IFN, 2006, 224 p.
- [5] Marie FORÊT : *Préétude de faisabilité pour définir un cadre géographique de référence en France métropolitaine : les sylvoécorégions*. IFN, 2006, 60 p. + annexes.
- [6] IFN : Des changements majeurs à l'IFN pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs. *L'IF*, 5:8 p., 2004.
- [7] MAP : Contrat État-IFN 2007-2012. 11 p., 2007.
- [8] Robert G. BAILEY : Delineation of ecosystem regions. *Environmental Management*, 7:365-373, 1983.
- [9] Jon S. HARDING et Michael J. WINTERBOURN : An ecoregion classification of the South Island, New Zealand. *Journal of Environmental Management*, 51:275-287, 1997.
- [10] John L. STODDARD : Use of ecological regions in aquatic assessments of ecological condition. *Environmental Management*, 34:61-70, 2005.
- [11] Jean-Paul PARTY : *Acidification des sols et des eaux de surface des écosystèmes forestiers français : facteurs, mécanismes et tendances. Taux d'altération sur petits bassins-versants silicatés. Application au calcul des charges critiques d'acidité*. Université Louis Pasteur de Strasbourg, 1999, 248 p.
- [12] James M. OMERNIK : Perspectives on the nature and definition of ecological regions. *Environmental Management*, 34:27-38, 2004.
- [13] Burton V. BARNES, Kurt S. PREGITZER, Thomas A. SPIES et Vera H. SPOONER : Ecological forest site classification. *Society of American Foresters*, 8:493-298, 1982.
- [14] Ed WIKEN, Harry HIRVONTEN, Ian MARSHALL, Linda HANNAH, David GAUTHIER, James M. OMERNIK, Tony OLSEN, Glenn E. GRIFFITH, Thomas LOVELAND, Walt RUSSEL, Fransisco TAKAKI, Arveli VARGAS-MENA, Miguel Equihua ZAMORA et Gerardo BOCCO : Les régions écologiques de l'Amérique du Nord. Vers une perspective commune. Commission de coopération environnementale, 1997, 53 p.
- [15] Heriniaina ANDRIAMAHEFA : *Les hydro-écorégions du bassin de la Loire*. These de doctorat, Université Jean Monnet - Saint-Étienne, 1999, 272 p.
- [16] Robert G. BAILEY : Testing an ecosystem regionalization. *Journal of Environmental Management*, 19:239-248, 1984.

- [17] Jean-Gabriel WASSON, Andre CHANDESRI, Herve PELLA et Laurence BLANC : Définition des hydro-écorégions françaises métropolitaines. Approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés. Rapport final, Cemagref, 2002. 190 p.
- [18] BRGM : Carte géologique numérique de la France à 1:1 000 000, 1996.
- [19] Jean-Claude RAMEAU, Christian GAUBERVILLE et Nicolas DRAPIER : *Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire. France - Domaine atlantique*. Institut pour le développement forestier, 2000.
- [20] Jean-Claude RAMEAU, Christian GAUBERVILLE et Nicolas DRAPIER : *Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire. France - Domaine continental*. Institut pour le développement forestier, 2000.
- [21] Georges DUPIAS et Paul REY : *Document pour un zonage des régions phytoécologiques*. CNRS-CERR Toulouse, 1985, 40 p.+ 1 carte à 1:1 000 000.
- [22] Gérard MASSON : *Autécologie des essences forestières, volume 1 : Autécologie*. Lavoisier, 2005, 306 p.
- [23] M. WALLERICH : *Analyse biogéographique de la répartition des espèces végétales forestières et modélisation de l'impact des changements climatiques*. Rapport de DEA Université Henri Poincaré Nancy 1, 2006.
- [24] Denis LOUSTEAU : *Rapport final du projet Carbofor : Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénari climatiques et sylvicoles*. Programme GICC 2001 « Gestion des impacts du changement climatique », 2004.
- [25] Jean-Claude GÉGOUT, Christophe COUDUN, Henri BRISSE et Laurent BERGÈS : *Comportement écologique des espèces forestières vis-a-vis du climat et du sol en France. Application à l'évaluation des charges critiques d'acidité et d'azote*. ADEME - ENGREF, 2002.
- [26] Francois LEBOURGEOIS et Christian PIEDALLU : Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques. *Revue Forestière Française*, LVII - 4:331-356, 2005.
- [27] S. BASTARD-BOGAIN, A. HELLBACH, P. MARTY, P. REZENDE MAZELLA et A.-L. VIOLATO ESPADA : *Modélisation actuelle et future de la distribution des espèces*. AgroParisTech ENGREF FIF, 2007.
- [28] Jean-Claude RAMEAU, Dominique MANSION et Gérard DUMÉ : *Flore forestière française. Tome 1 : Plaines et collines*. Institut pour le développement forestier, 1989, 1786 p.
- [29] Jean-Claude RAMEAU, Dominique MANSION et Gérard DUMÉ : *Flore forestière française. Tome 2 : Montagnes*. Institut pour le développement forestier, 1993, 2422 p.
- [30] Jean-Claude RAMEAU, Dominique MANSION, Gérard DUMÉ et Christian GAUBERVILLE : *Flore forestière française. Tome 3. Région méditerranéenne*. Institut pour le développement forestier, 2008, 2426 p.
- [31] Jean-Claude GÉGOUT : Validation de bioindicateurs floristiques pour la surveillance de l'état nutritionnel des sols forestiers français à partir de données de l'Inventaire forestier national. 1^{er} rapport d'avancement, ENGREF, 2006, 21 p.
- [32] Jean-Claude GÉGOUT : Validation de bioindicateurs floristiques pour la surveillance de l'état nutritionnel des sols forestiers français à partir de données de l'Inventaire forestier national. 1^{er} rapport d'avancement, ENGREF, 2007, 20 p.

- [33] Christophe COUDUN : *Approche quantitative de la réponse écologique des espèces végétales forestières à l'échelle de la France*. These de doctorat, ENGREF, 2005, 121 p.
- [34] Christophe COUDUN, Jean-Claude GÉGOUT, Christian PIEDALLU et Jean-Claude RAMEAU : Soil nutritional factors improve models of plant species distribution : an illustration with *Acer campestre* (L.) in France. *Journal of Biogeography*, The authors Journal compilation : 6 p., 2006.
- [35] Christophe COUDUN et Jean-Claude GÉGOUT : The derivation of species response curve with gaussian logistic regression is sensitive to sampling intensity and curve characteristics. *Ecological modelling*, 199:164-175, 2006.
- [36] Christian PIEDALLU et Jean-Claude GÉGOUT : Multiscale computation of solar radiation for predictive vegetation modelling. *Annals of Forest Sciences*, 64:899-909, 2007.
- [37] Eric TABACCHI : Identification des écorégions hydrologiquement homogènes du territoire national, CNRS, 1995, 52 p.
- [38] Alain BACCINI et Philippe BESSE : Exploration statistique. CNRS, 2007. 122 p.
- [39] Pavel BERKHIN : Survey of clustering data mining techniques. Accrue Software, Inc., 2002. 56p.
- [40] Clément CALANGE : *Des outils statistiques pour l'analyse des semis de points dans l'espace écologique*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon I, 2005, 177 p.
- [41] Clémentine GIMARET-CARPENTIER : *Analyse de la biodiversité à partir d'une liste d'occurrences d'espèces : nouvelles méthodes d'ordination appliquées à l'étude de l'endémisme dans les Ghâts occidentaux*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1, 1999, 234 p.
- [42] Smaïl IBBOU : *Classification, analyse des correspondances et méthodes neuronales*. Thèse de doctorat, Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne, 1998, 163 p.
- [43] Patrick LETREMY : Traitement de données qualitatives par des algorithmes fondés sur l'algorithme de Kohonen. , Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2004, 33 p.
- [44] Patrick ROUSSET : *Application des algorithmes d'auto-organisation à la classification et à la prévision*. Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 1999, 181 p.
- [45] Ron WEHRENS et Lutgarde M.C. BUYDENS : Self- and super-organizing maps in R : the Kohonen package. *Journal of statistical software*, 21:1-19, 2007.
- [46] Michel ARNAUD et Xavier EMERY : *Estimation et interpolation spatiale*. Hermes Sciences, 2000.
- [47] B. TOUSSAINT, F. HENDOUX et J. LAMBINON : *Définition et cartographie des territoires phytogéographiques de la région Nord-Pas de Calais*. *Lejeunia Revue de Botanique*, 2002.
- [48] Charlotte CHARMETANT : Les systèmes d'information géographique au service de la typologie des stations forestières. Application à la région IFN Razès et Piège. AgroParisTech - Alcina, 2008, 117 p.
- [49] CRPF Champagne-Ardenne : Pour un guide des stations forestières des milieux alluviaux. Rapport de pré-étude, 2006, 50 p.