



HAL
open science

Requalification et harmonisation des bases de données forestières existantes en vue de la constitution d'une base zonale de végétation répondant aux problématiques et aux usages de DFCI

Amélie Grateaud

► To cite this version:

Amélie Grateaud. Requalification et harmonisation des bases de données forestières existantes en vue de la constitution d'une base zonale de végétation répondant aux problématiques et aux usages de DFCI. Sciences de l'environnement. 2020. dumas-03382582

HAL Id: dumas-03382582

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03382582>

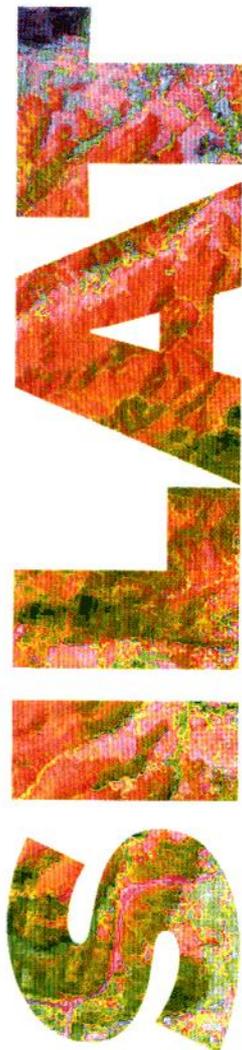
Submitted on 18 Oct 2021

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Requalification et harmonisation des bases de données forestières existantes en vue de la constitution d'une base zonale de végétation répondant aux problématiques et aux usages de DFCI

MANAGER
DE
PROJETS
GEOMATIQUES

Amélie GRATEAUD



Directrice du projet

Elodie BEAUMONT (ONF)

Tuteur SILAT

Alain CLOPÈS (Cirad)

Rapporteurs

Nicolas BAGHDADI (TETIS)

Estelle BOURGEOIS (AgroParisTech)

Maison de la Télédétection en
Languedoc-Roussillon
500, rue Jean-François Breton
F- 34093 MONTPELLIER
CEDEX
Tel +33(0)4 67 54 87 60

Octobre 2020



L'établissement AgroParisTech diffuse ce mémoire et se dégage de toute responsabilité sur le contenu proposé.

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition.

L'obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document doit être respectée selon la licence Creative Commons apposée

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation "Paternité – Pas d'utilisation commerciale – Pas de modification 4.0 France disponible en ligne : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Entreprise : Office National des Forêts

Directrice projet : **Elodie BEAUMONT**, ONF

Tuteur : **Alain CLOPÈS**, Cirad

Confidentialité : Non confidentiel

Mots clés : DFCI, ONF, Forêt, SIG, géotraitements, Python, VBA

Table des matières

Lettre de mission	2
Table des matières	4
Table des figures	6
Introduction	7
1.Contexte et objectifs du projet.....	8
1.1. Structure d'accueil.....	8
1.2. Présentation de l'équipe projet	11
1.3. Objectifs du projet.....	11
2.Définition des besoins	12
2.1. Recueil des besoins	12
2.1.1. Le recueil des besoins de l'équipe projet.....	12
2.1.2. Synthèse des besoins de la base de données de végétation	12
2.2. Analyse des données source	14
2.2.1. L'analyse des bases de données	14
2.2.2. Comparaison des données avec la BD Forêt V2 de l'IGN.....	17
2.3. Les livrables attendus	20
3. Mise en œuvre	20
3.1. Méthodologie.....	20
3.2. Cadrage de la mission et planification.....	21
3.3. Outils et compétences.....	23
4. Production	23
4.1. Maquettage	23
4.2. Suivi de projet	24
4.3. Mise en production	24
4.3.1. Attribution d'un code d'occupation.....	25
4.3.2. Comparaison des codes d'occupation.....	25
4.3.3. Analyse et affectation	26
4.3.4. Appui sur une autre source de données (optionnel)	26
4.3.5. Comparaison des affectations entre polygones contigus	27
4.3.6. Base de donnée finale.....	27
5. Résultats obtenus et perspectives d'avenir	33
5.1. Discussion des résultats.....	33
5.2. Perspectives d'avenir.....	33
5.2.1. La BD Placettes	34
5.2.2. Les données peuplements de l'ONF	34
5.2.3. L'occupations des sols.....	34

Conclusion.....	35
Remerciements	36
Références bibliographiques	37
Glossaire.....	38
Annexe 1 – Chaine de traitements.....	39
Illustration du projet	41
Résumé en français.....	42
Abstract	42

Table des figures

Figure 1 - Découpage territorial de l'ONF.....	8
Figure 2 - Carte illustrant l'Agence DFCI et la zone de défense sud.....	10
Figure 3- Tableau de synthèse du recueil des besoins.....	13
Figure 4 - Millésimes des données départementales de la BD Forêt V2.....	14
Figure 5 - Millésimes des données départementales de la BD Cycle III.....	15
Figure 6 - Illustration cartographique de la comparaison des BD.....	18
Figure 7 - Tableau récapitulatif du projet.....	22
Figure 8 - Exemple du code d'occupation	25
Figure 9 - Comparaison des données, Mise en relation.....	28
Figure 10 - Comparaison des données, cas de comparaison	29
Figure 11 - Illustration des cas traités et du résultat final.....	30
Figure 12 - Illustration des polygones voisins.....	31
Figure 13 - Exemple de résultat obtenu.....	32

Introduction

Ce document présente le projet de la constitution d'une base de données géographiques de végétation, tant en termes techniques qu'en termes de gestion de projet. Il s'est déroulé sur huit mois au sein de l'Office National des Forêts, plus précisément au sein de l'Agence Spécialisée de Défense des Forêts Contre les Incendies (DFCI). La connaissance de l'occupation des sols en tout point du territoire est une base indispensable à l'aménagement. De la même manière, une connaissance précise des formations végétales et des essences dominantes est indispensable pour la gestion du Risque Incendie, pour tous les acteurs de DFCI et notamment à l'ONF. Celle-ci sera destinée à être utilisée au travers de différents produits et sous-produits SIG nécessitant une connaissance approfondie et précise des espaces sensibles au Risque Incendie.

Cette thèse professionnelle présente le contexte et les objectifs du projet à l'origine de la commande. Elle définit précisément les différentes phases de gestion de projet. Une première phase présente le travail de recueil des besoins auprès de l'équipe Projet de l'Agence DFCI, ainsi que l'analyse des données sources disponibles pour mener à bien la mission. Une seconde phase définit les grandes lignes de la méthode, et aboutit à un document de cadrage et de planification du projet. Elle présente également, le cheminement ayant permis la création des outils de production, les choix techniques effectués et donne des exemples de données produites, à ce stade du projet. Enfin, ce document termine sur la présentation et l'analyse des résultats obtenus et fait le point sur la conduite du projet, puis termine sur une proposition de perspectives qui pourront permettre de compléter et d'améliorer tout le travail réalisé sur ce projet.

1.Contexte et objectifs du projet

1.1. Structure d'accueil

La mission professionnelle a été réalisée au sein de l'Agence de Défense des Forêts Contre les Incendies (DFCI) de l'Office National des Forêts (ONF).

L'ONF est un Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC) assurant la mission régaliennne de gestion des forêts publiques qui relèvent du régime forestier. Ces forêts ont pour propriétaire l'Etat ou les collectivités et recouvrent une surface de 11 millions d'hectares. La gestion forestière de l'ONF est marquée à l'heure actuelle par des enjeux multiples, tels qu'une gestion durable ou la valorisation de la biodiversité.

L'ONF est constitué de sept Directions Territoriales métropolitaines (DT Auvergne-Rhône-Alpes, DT Bourgogne-Franche-Comté, DT Centre Ouest Aquitaine, DT Corse, DT Grand-Est, DT Midi-Méditerranée, et DT Seine-Nord), de deux Directions Territoriales d'Outre-mer (DT Guyane et DT Martinique) et de deux Directions Régionales d'Outre-mer (DR Guadeloupe et DR Réunion). Chaque DT est subdivisée en Agence Territoriale, au nombre de cinquante-et-une en France (Office National des



Forêts, 2020)

Figure 1 - Découpage territorial de l'ONF

L'Agence DFCI est une agence spécialisée de la DT Midi-Méditerranée, elle s'étend sur tout le territoire de la DT, à savoir les régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA). En plus de ce

découpage administratif, les départements de la Corse, la Drôme et l'Ardèche fortement impactés par le risque incendie, sont également intégrés. De fait, ces vingt-trois départements (PACA, Occitanie, Corse, Drôme, et Ardèche) font partis de la zone de défense sud de la sécurité civile.

Les diverses missions de DFCI sont assurées par un ensemble d'acteurs dont les Services Départementaux d'Incendie et de Secours, les Directions Départementales des Territoires (et de la Mer) et l'ONF, le tout étant coordonné au niveau zonal par la Délégation pour la Protection de la Forêt Méditerranéenne.

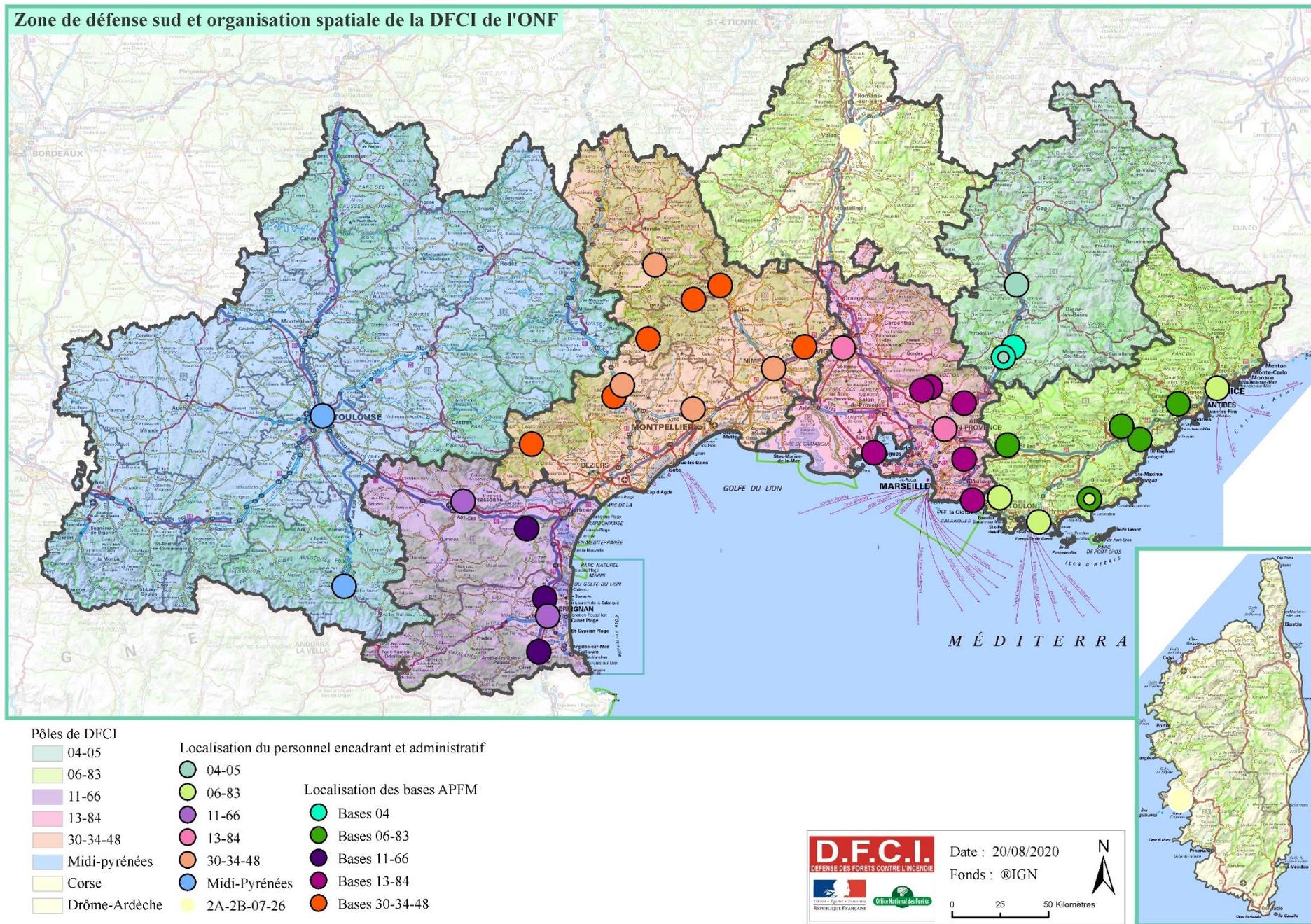
L'Agence DFCI et les correspondants hors-agence assurent un rôle de coordination, et un rôle d'interlocuteur auprès des autorités et des partenaires. Le découpage géographique de l'Agence DFCI est exposé dans la figure 2, ainsi que la répartition du personnel d'encadrement et ouvrier.

Le document qui cadre les missions d'intérêt général de protection des forêts contre les incendies de l'ONF et de l'ensemble des services est la doctrine officielle française sur les feux de forêts (Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire, direction de la sécurité civile, 2007). Le principe est celui de l'approche globale et de l'anticipation. La doctrine se décline en quatre principes généraux se succédant dans le temps en fonction de l'évolution d'un incendie :

1. Empêcher les feux,
2. Maîtriser les éclosions au stade initial,
3. Limiter les développements catastrophiques,
4. Réhabiliter les espaces incendiés.

Aussi, les systèmes d'information géographique sont des outils indispensables aux missions de DFCI. Le projet réalisé durant ma mission professionnelle permettra d'assurer quelques missions essentielles de DFCI.

Figure 2 - Carte illustrant l'Agence DFCI et la zone de défense sud



1.2. Présentation de l'équipe projet

L'équipe projet est constituée d'une directrice de projet : Elodie BEAUMONT, Responsable géomatique de l'Agence DFCI, de collaborateurs reflétant les besoins et assurant les calculs et études se basant sur la base de données zonale de végétation : Elodie BEAUMONT, Jean-Luc KICIN (Responsable du pôle Midi-Pyrénées), Benoît REYMOND (Responsable du pôle Innovation, Appui technique et Système d'Information) et Rémi SAVAZZI (Adjoint au Directeur de l'Agence DFCI).

J'ai intégré l'équipe en tant que Chef de projet, dans le cadre de la mission qui m'a été confiée. Mon rôle a été d'animer ce projet, en faisant exprimer les besoins de l'équipe, en élaborant la méthode de traitement et en exécutant les traitements permettant la production des livrables.

1.3. Objectifs du projet

Le projet s'intitule : Requalification et harmonisation des bases de données forestières existantes en vue de la constitution d'une base zonale de végétation répondant aux problématiques et aux usages de DFCI.

Les bases de données de végétation sont très utilisées dans le cadre de la gestion du Risque Incendie puisqu'elles précisent l'occupation du sol en terme d'essence forestière, et donc en terme de combustibilité. A ce jour, le découpage de la donnée disponible est au niveau départemental, avec des millésimes différents, des typologies différentes, d'où une hétérogénéité des descriptifs d'un territoire à un autre.

L'objectif de ce projet est donc de créer une base de données géographiques homogène décrivant le plus précisément possible les espaces naturels sensibles au risque incendie, sur tout le territoire concerné par la DFCI à l'ONF, soit vingt-trois départements.

La méthodologie mise en place durant ce projet devra être applicable à chaque réception de nouvelles mises-à-jour des bases de données forestières et d'espaces naturels en provenance d'autres organismes. La méthode de conception devra donc être décrite et détaillée afin de pouvoir mettre régulièrement à jour cette base de données zonale de végétation.

2. Définition des besoins

2.1. Recueil des besoins

2.1.1. Le recueil des besoins de l'équipe projet

Cette phase initiale du travail permet de définir précisément la commande et donnera lieu à une base de données qui sera conçue et utilisée pour et par l'Agence DFCI.

L'expression des besoins a été réalisée sous forme d'entretiens avec l'équipe projet. Les missions propres à chaque membre de l'équipe ont été identifiées. Les questions ont été construites sur le modèle suivant :

- La définition de la mission, son contenu et sa méthode d'analyse : explicitée par les membres de l'équipe et complétée par la documentation descriptive.
- La base de données de végétation actuellement utilisée et les autres bases de données si besoin.
- La base de données de végétation attendue : de sa précision idéale (géométrique et attributaire) aux champs de regroupement nécessaires pour réaliser la mission.

Les six missions de l'équipe ayant pour support une base de données de végétation sont des études qui sont réalisées à toutes les étapes de DFCI (en prévention d'un feu, pendant un feu ou après). Ces missions sont les suivantes : l'évolution du risque incendie en France métropolitaine, l'aléa subi d'incendies de forêt, le calcul des interfaces forêt/habitat, les calculs de combustibilité et de sensibilité de la végétation en période estivale, la cartographie opérationnelle, la restauration des terrains incendiés.

Le rapport bibliographique aborde plus en détails la nature de ces missions, ainsi que l'analyse des bases de données.

2.1.2. Synthèse des besoins de la base de données de végétation

La figure 3 synthétise le recueil des besoins et les bases de données utilisées.

Dans le tableau, les champs sont présentés comme indiqués ci-dessous :

- « Nom de l'étude », « Objectif » et « Document produit » : ils récapitulent dans les grandes lignes des missions DFCI qui requièrent une connaissance en termes de qualification de la végétation.
- « Donnée de végétation actuelle » : il s'agit des bases de données de végétation utilisées à ce jour pour réaliser les études DFCI. Ces dernières seront remplacées par la base de données zonale de végétation, à l'issue de ce projet.
- « BD cible » : il s'agit ici des caractéristiques idéales attendues en termes de base de données de végétation, pour chaque étude.

Dans la suite du travail, la conception de la base de données sera uniformisée et les contraintes du projet cadreront sa conception.

Figure 3- Tableau de synthèse du recueil des besoins

Nom de l'étude	Objectif	Document produit	Donnée de végétation actuelle	BD cible				
				Attributs	Géométrie	Distinction/mention	Champ de regroupement	
Cartographie opérationnelle	Cartographie des dégâts engendrés	Module Cartopé, extension ArcGIS	BD forêt V1/V2	Formation de la BD V2	Base de la BD V2	Enjeu des peuplements de production	Statistiques de fin d'année : champ de regroupement	
				Essence : données IFN cycle III/placettes/peuplements relevant du régime forestier			Forêt	
							Garrigues/maquis/landes	
							Autres espaces naturels, semi-naturels (pelouses, zones peu végétalisées...)	
							Autres espaces (Agricoles, urbains)	
RTI	Bilan des formations et des essences incendiées Prédiction de la résilience des peuplements Quantification du risque de chute d'arbre	Analyse des dégâts et possibilités de reconstitution lors d'une étude	Détermination des formations par télédétection Précision des essences avec les données de la BD forêt V1/V2	Formation de la BD V2	Base de la BD V2	Compartiments bioclimatiques de l'IGN pour la distinction des peuplements résilients	Sans objet	
				Essence : données IFN cycle III/placettes/peuplements relevant du régime forestier				
				Occupation des sols : espaces semi-naturels et agricoles, urbains				Complément de la BD d'occupation des sols
				Végétation hors-forêt : BD Topo de l'IGN				Complément de la BD Topo
Aléa subi d'incendie de forêt	Calcul de la puissance du front de flamme Avec les paramètres : matière sèche, chaleur de combustion, vitesse de propagation du feu	Etude de l'aléa	Détermination des formations par télédétection Précision des essences avec les données de la BD forêt V1/V2	Formation de la BD V2	Base de la BD V2	Sans objet	Sans objet	
				Essence : données IFN cycle III/placettes/peuplements relevant du régime forestier				
Interfaces forêt-habitat	Mise en évidence des bâtis à proximité immédiate de la végétation soumis à l'aléa FDF	Etude zonale des interfaces	Grandes formations : cycle III IFN	Formation de la BD V2	Base de la BD V2	Sans objet	Grandes formations	
				Essence : données IFN cycle III/placettes/peuplements relevant du régime forestier			Bois	
				Combustible hors-forêt : BD Topo			Complément des données hors-forêt	Garrigues/maquis
								Landes
							Haies	
Sensibilité	Déterminer la sensibilité aux incendies de la végétation modulée en fonction de la végétation	Carte de sensibilité en période estivale	Grandes formations et essences dominantes : BD cycle III IFN Grandes formations et essences dominantes : BD forêt V2 pour la Corse	Formation de la BD V2	Base de la BD V2	Besoin de précision des mélanges et landes	Pour la clé d'entrée "modulation été", une trentaine de type ONF regroupant des comportements au feu similaires	
				Essence : données IFN cycle III/placettes/peuplements relevant du régime forestier				
				Occupation des sols : espaces semi-naturels et agricoles				Complément des données hors-forêt
Risque FDF en France	Classer les massifs forestiers en fonction de l'évolution des prévisions météorologiques face au changement climatique et des espèces en présences	Etude France entière de l'évolution du risque	Essences dominantes : cycle III IFN précisé par la BD placette de l'IFN (travail réalisé par l'IFN)	Formation de la BD V2	Base de la BD V2	Besoin de précision des mélanges, des landes et de certains genres comme <i>Quercus</i> ou <i>Pinus</i>	Grandes classes de, comportements identiques au feu	
				Essence : données IFN cycle III/placettes/peuplements relevant du régime forestier			Pins autres que montagnards, garrigues/maquis, landes arbustives, chêne vert	
							Chêne pubescent, châtaignier, landes herbacées, inculte ou friche	
							Autres résineux	
							Autres feuillus	
		"Autre" au sens de l'IFN, peupleraies, pelouses, landes de montagne, espace vert urbain						

2.2. Analyse des données sources

Grâce au recueil des besoins, les principales bases de données de végétation française ont été identifiées. Chaque base de données a été décrite et analysée en détail. Puis chacune d'elles a été comparée à la BD Forêt V2 de l'IGN, qui est la donnée la plus récente disponible.

2.2.1. L'analyse des bases de données

Deux types de base de données sont décrites ici, les bases de données forestières (BD Placettes, BD Forêt V2, BD Forêt V1, BD Cycle III) classées de la plus récente à la plus ancienne et deux bases de données d'occupation des sols, la BD Topo de l'IGN et la BD d'Occupation des sols du CRIGE PACA.

- La BD Placettes de l'Inventaire Forestier de l'IGN est la moins précise de toutes. En effet, une maille d'un kilomètre de côté recouvre la France. Au sein de chaque maille, une placette de 25 ares est placée aléatoirement et décrite précisément avec des paramètres forestiers tels que la surface terrière, le diamètre moyen, la hauteur dominante... Cependant, cette donnée extrêmement précise est acquise en tout type de foncier et ne peut donc être dévoilée telle quelle. Afin de rendre public cette donnée, la localisation des placettes est floutée en donnant le centre de carrés de 81 hectares dans lesquels se situent les placettes. La campagne France entière se déroule sur cinq ans, chaque année 100 000 points sont étudiés dont 7000 inventoriés lors de campagne terrain. (Institut national de l'information géographique et forestière, service de l'inventaire forestier et environnemental, 2018).
- La BD forêt V2 de l'IGN a pour objectif de décrire les espaces forestiers et les milieux semi-naturels sur la France entière. Dans cette analyse, nous nous concentrerons sur les départements de la zone d'étude. La base de données a été réalisée par télédétection semi-automatique (délimitation des périmètres forestiers et des landes) puis par photo-interprétation (précision des tracés et distinction des essences) de la BD ortho IRC de l'IGN (50 cm).

Figure 4 - Millésimes des données départementales de la BD Forêt V2

Les données de Corse et d'Occitanie sont postérieures à 2014 et ont le même format. Pour les départements de PACA, les données sont antérieures à 2014 et proviennent de la BD Forêt V1 avec un effort pour adopter une description attributaire similaire à la V2.

Le « CODE_TFV » code les occupations des sols. Il est construit sur quatre niveaux : le niveau 1 décrit la couverture (Forêt ou Lande/Formation herbacée), le niveau 2 décrit la densité (Forêt fermée ou forêt ouverte, Lande/Formation herbacée ou Peupleraie), le niveau 3 décrit la composition majoritaire (Pour les forêts : 0 : non discriminée, jeune peuplement ou incident, 1 : feuillus purs, 2 : conifères purs, 3 : mélange de feuillus/conifères, 31 : à feuillus prépondérants, 32 : à conifères prépondérants. Pour les Landes/Formation herbacées : 4 : Lande, le couvert à ligneux bas est supérieur à 25% et 6 : Formations herbacées, le couvert à ligneux bas est strictement inférieur à 25%. Le niveau 4 décrit quand caractérisé l'essence ou les deux essences dominantes), (Institut national de l'information géographique et forestière, 2016). Ce code est important pour la suite du travail car il a été la base de la comparaison entre les bases.

Départements	Année
04	2009
05	2009
06	2004
07	2007
09	2017
11	2018
12	2014
13	2008
2A	2015
2B	2015
26	2006
30	2018
31	2019
32	2015
34	2018
46	2017
48	2017
65	2014
66	2018
81	2014
82	2018
83	2008
84	2005

- Après recherche sur le serveur SIG de l'Agence DFCI, seules des données de la BD Forêt V1 en PACA et les départements des Pyrénées sont disponibles. En les analysant, les données de PACA sont en réalité, exactement les mêmes que les données du Cycle III de l'IFN datant des années 1994-1996. Les données des Pyrénées ne sont quant à elles qu'un regroupement en « Bois » ou « Autre espace ».

Figure 5 - Millésimes des données départementales de la BD Cycle III

- La BD Cycle III, produite à l'époque par L'Inventaire Forestier National (IFN), aujourd'hui fusionné avec l'Institut Géographique National (IGN) donnant l'Institut national de l'information géographique et forestière, a été réalisée par photo-interprétation d'orthophotographies IRC et panchromatiques. L'échelle de précision de la donnée est au 1/25000. Le tableau suivant récapitule les dates de production des données (en l'occurrence, elles suivent celles des mises à jour des orthophotographies). Les tables attributaires sont très différentes en fonction des départements : un tableau de correspondance a donc été construit afin de comparer et utiliser chaque département dans des conditions similaires. Cette base de données est caractérisée par une plus grande diversité de libellés d'occupation des sols, plus de formations sont caractérisés à l'essence dominante. Cependant, en matière de géométrie, la BD Cycle III est moins précise que la BD Forêt V2.

Départements	Année
04	1994
05	1993
06	1996
07	1991
09	1999
11	1999
12	2006
13	1997
2A	2003
2B	2003
26	1991
30	2004
31	1999
32	1999
34	2004
46	2006
48	2000
65	1994
66	1988
81	2006
82	2006
83	1995
84	1996

- Les données de formation végétale de la BD Topo de l'IGN sont quant à elles, précises du 1/5000 au 1/25000. Le produit est réalisé à partir de photo-interprétation et des données des BD Forêts ou d'autres données sources de l'IGN. Les données de description des espaces forestiers proviennent de la BD Forêt V2 et sont moins précises. Cette base est intéressante pour les données de végétation hors espaces naturels comme les haies et les espaces agricoles.
- Cette base de données produite par un prestataire externe pour le compte du CRIGE PACA a pour objectif de décrire en tout point du territoire, l'occupation des sols en région PACA. Cette donnée produite initialement en 2006 a été mise-à-jour en 2014. Quarante-quatre classes décrivent l'occupation des sols, regroupées en cinq thèmes : les territoires artificialisés, les territoires agricoles, les forêts et milieux semi-naturels, les zones humides et les surfaces en eau (TTI Production Earth Observing Consulting Services, 2016).

Le tableau de la figure 6 récapitule les informations obtenues pour chaque base de données.

Figure 6 - Tableau récapitulatif des diverses bases de données

Base de données	Producteur	Objet de la description	Emprise géographique	Méthode d'acquisition	Domaine de validité/Echelle d'utilisation	Année de production/Millésime	Description attributaire
Placettes	IGN	Placettes forestières et placettes de peupleraie	France entière	Description de placettes de 25 ares. Inventaire de 100 000 points/an dont 7000 inventoriés et le reste photo-interprétés.	1 point d'inventaire de 25 ares floutés dans une maille de 81 ha.	Acquisition France entière en 5 ans, données les plus récentes : 2015-2019	Données dendrométriques précises de description forestière
Forêt Version 2	IGN	Espaces forestiers et milieux semi-naturels	France entière	BD Ortho 50 cm Télédétection semi-automatique pour les délimitations des périmètres des forêts et des landes Photo-interprétation pour la précision des tracés et la distinction des essences	Précision : 10m Echelle : 1/25 000 Le plus petit élément : 10m de largeur, 0.5 ha de surface, couvert végétal supérieur à 10%	2004-2019 PACA : 2004-2009 07-26 : 2007 et 2006 Occitanie : 2012-2019 Corse : 2015	136 classes dont 32 en Occitanie et Corse
Forêt Version 1	IGN	<i>Utilisation abandonnée : mise-à-jour des données du Cycle III aux formations de la BD Forêt</i>					
Cycle III	IFN	Espaces forestiers et milieux semi-naturels	France entière	BD Ortho IRC et panchromatique Télédétection et photo-interprétation	Echelle : 1/25 000 Le plus petit élément : 10m de largeur, 0.5 ha de surface, couvert végétal supérieur à 10%	1988-2006 PACA : 1993-1996 07-26 : 1991 Midi-Pyrénées : 1994-2006 Languedoc-Roussillon : 1988-2004 Corse : 2003	336 classes
Topo - Formation végétale	IGN	Espaces forestiers, milieux semi-naturels, milieux agricoles (vergers/vignes), espaces verts non naturels	France entière	Simplification attributaire et géométrie de la BD Forêt V2 (pour la végétation)	Précision : 10m Echelle : 1/25 000 Le plus petit élément : 10m de largeur, 0.5 ha de surface, couvert végétal supérieur à 10%	2004-2019 PACA : 2004-2009 07-26 : 2007 et 2006 Occitanie : 2012-2019 Corse : 2015	11 classes communes France entière
Occupation des sols du CRIGE PACA	CRIGE PACA	Tout type d'occupation	Région PACA	Images Landsat 7 Télédétection	Echelle : 1/50 000	2014	44 classes

2.2.2. Comparaison des données avec la BD Forêt V2 de l'IGN

L'objectif ici, est de pouvoir comparer les données sources afin d'identifier les avantages et les inconvénients de chacune d'elles, au regard des besoins exprimés quant à la base zonale de la végétation.

Afin de comparer les sources de données, les mailles de la BD Placettes ont servi à délimiter les zones de comparaison. Ainsi, une maille a été choisie aléatoirement dans chaque département et les données ont été intersectées avec la BD Forêt V2 de l'IGN.

En matière de géométrie, les BD Topo et BD Forêt V2 sont similaires en premier lieu. En comparant, plus précisément les données (intersection des attributs), nous pouvons remarquer que les polygones ne sont pas exactement les mêmes et de fait les extrémités des contours n'ont pas la même occupation. En matière d'attributs, les bases de données ne se contredisent pas. La BD Forêt V2 est en général plus précise que la BD Topo. Toutefois, la BD Topo apporte des précisions sur des occupations végétales hors milieu forestier, comme : les haies, les vergers, la vigne,... qui pourraient être intéressantes pour qualifier la végétation hors milieu naturel.

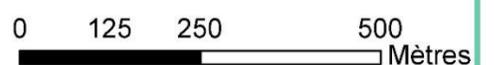
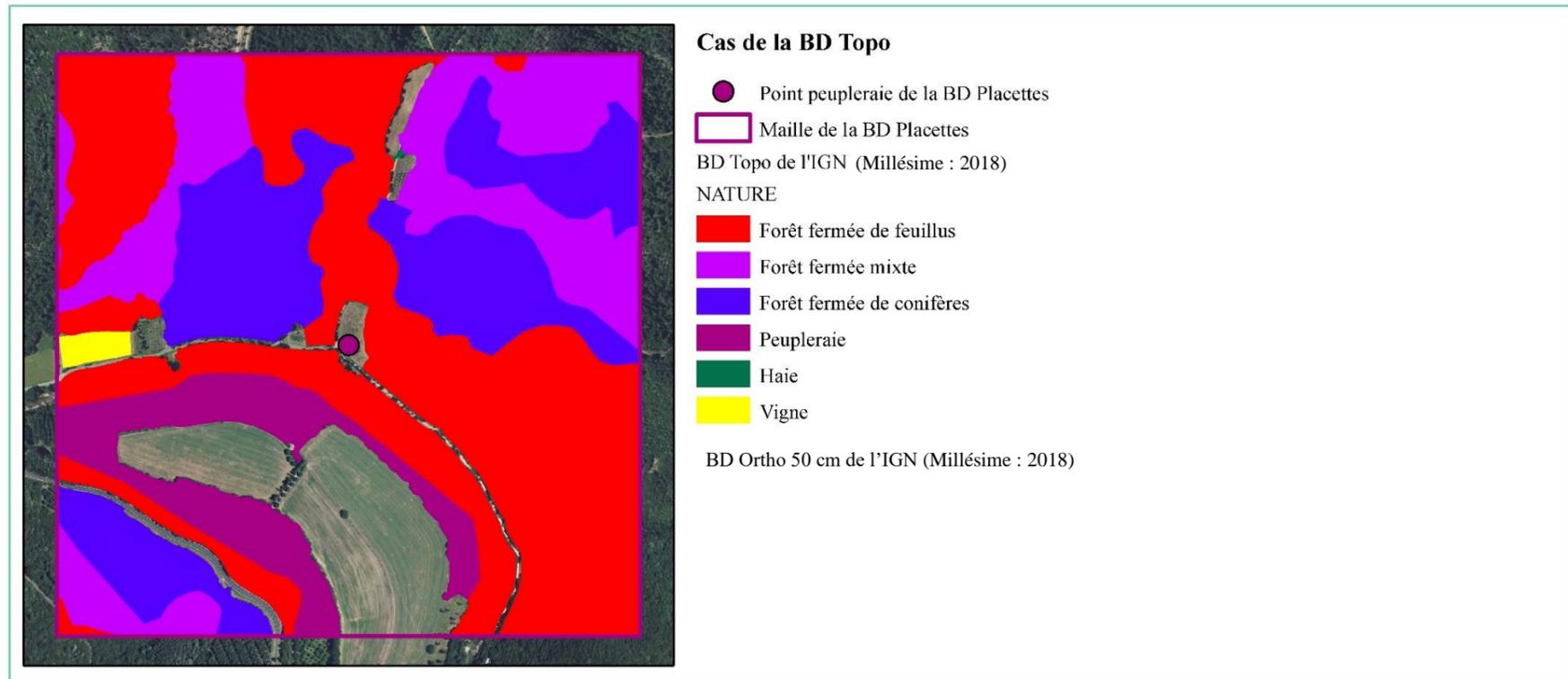
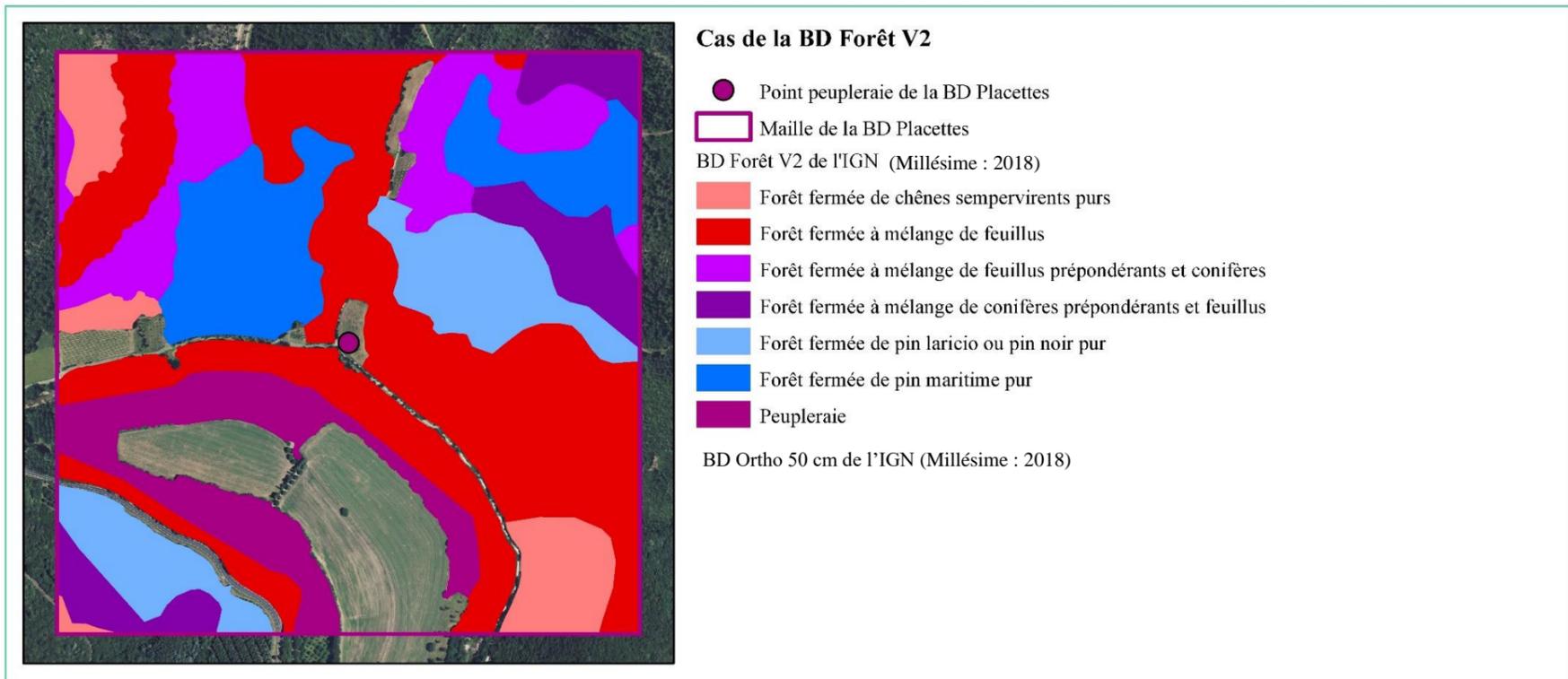
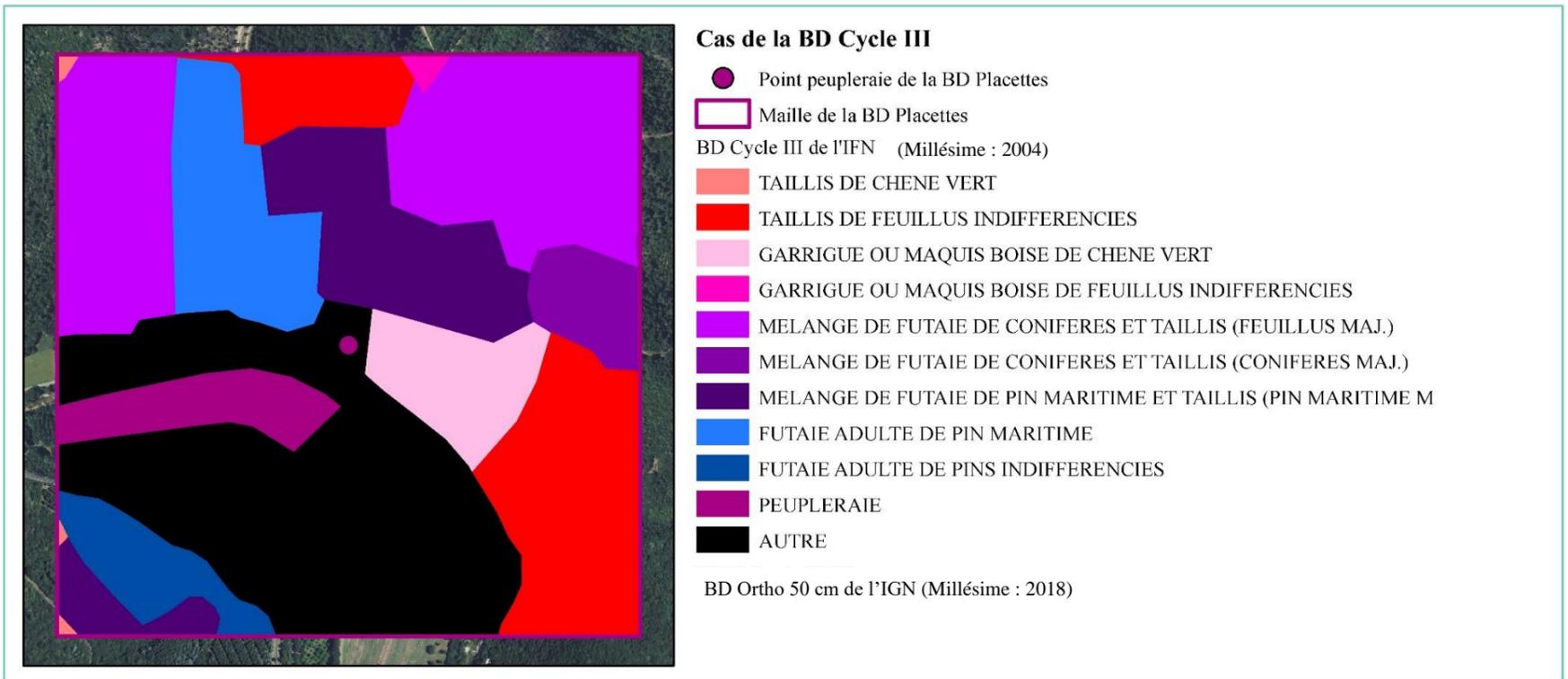
La BD Placettes renseigne sur un point d'inventaire situé quelque-part dans ce carré, des données d'essences, de formations, de structures et de taux d'occupation des essences précises. Nous pouvons associer aisément, les points de peupleraie (puisque distingués dans les autres bases de données). Pour les points forêt, l'attribution des données placettes à un ou plusieurs polygones de la BD Forêt V2 s'avérera probablement plus complexe à réaliser.

Pour les BD Forêt V2 et BD Cycle III, les polygones sont différents (organismes différents, dates de campagnes différentes, budgets alloués différents,...). En les intersectant, nous pouvons remarquer une grande diversité de cas, chaque base de données peut être plus précise que l'autre, quelques informations sont identiques, ou elles peuvent se contredire... En plus de cela, la typologie varie entre les deux BD. En effet, la BD Forêt V2 est décrite par trente-deux classes d'occupations (pour les données produites à partir de 2014). De fait, la typologie est assez peu précise et seulement quelques espèces y sont mentionnées (onze espèces : hêtre, châtaignier, robinier, pin maritime, pin sylvestre, pin d'Alep, pin noir, pin à crochet, mélèze, douglas, sapin et épicéa). La BD Cycle III est, quant-à-elle, beaucoup plus précise, 336 occupations différentes sont rencontrées sur toute la zone d'étude.

Grâce à cette comparaison, l'utilisation des BD Forêt V2 et BD Cycle III a été confortée. Il est apparu grâce aux comparaisons et à l'analyse via les orthophotographies que la géométrie de la BD Forêt V2 est la plus précise et que la BD Cycle III sera utilisée en apport attributaire lorsque les espèces dominantes seront plus précises.

La figure 7 illustre la comparaison sur un cas dans l'Hérault.

Comparaison des BD Forêt V2, Topo, Cycle III et Placettes sur une maille de la BD Placettes

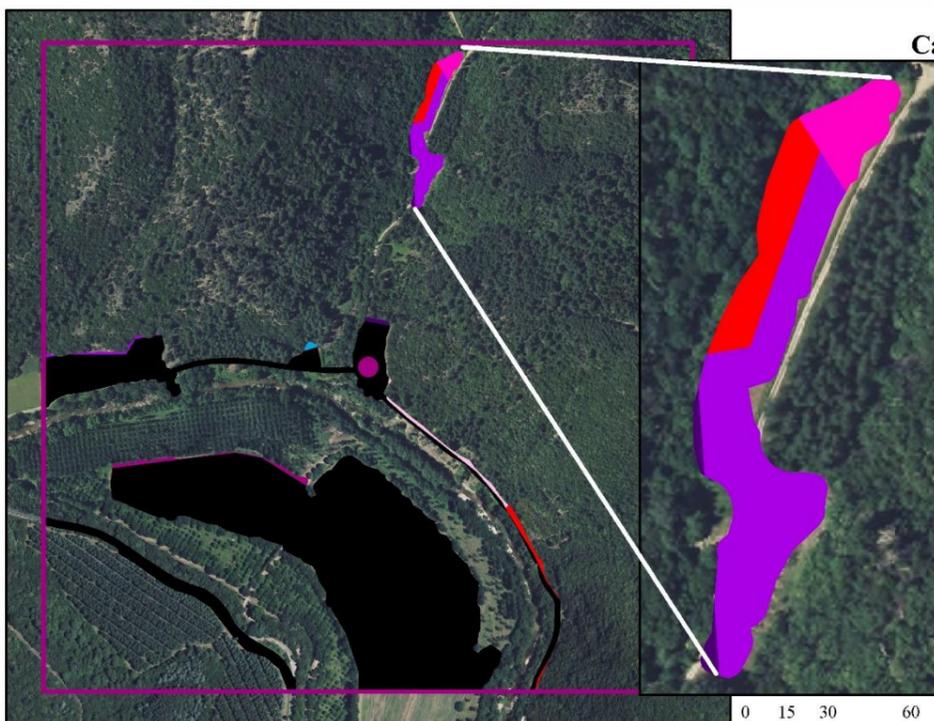
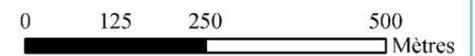




Comparaison Cycle III et Forêt V2

- Point peupleraie de la BD Placettes
- Maille de la BD Placettes
- Comparaison FV2/Cycle III
 - Identique
 - BD cycle III plus précise
 - BD forêt V2 plus précise
 - Cycle III précis à l'espèce, V2 mention de mélange
 - Mélange mais proportion résineux/feuillus inversée
 - Mention de mélange feuillus V2/feuillus prépondérants - conifères cycle III
 - Espèce résineuse différente
 - Problème de contour
 - Très différent
 - Couvert par la cycle III, non couvert par la Forêt V2

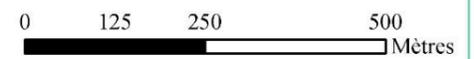
BD Ortho 50 cm de l'IGN (Millésime : 2018)



Comparaison BD FV2/Cyc3 - Cas des entités 'Couvert par la cycle III, non couvert par la Forêt V2'

- Point peupleraie de la BD Placettes
- Maille de la BD Placettes
- BD Cycle III de l'IFN
 - TAILLIS DE FEUILLUS INDIFFERENCIES
 - GARRIGUE OU MAQUIS BOISE DE CHENE VERT
 - GARRIGUE OU MAQUIS BOISE DE FEUILLUS INDIFFERENCIES
 - MELANGE DE FUTAIE DE CONIFERES ET TAILLIS (FEUILLUS MAJ.)
 - MELANGE DE FUTAIE DE PIN MARITIME ET TAILLIS (PIN MARITIME M)
 - FUTAIE ADULTE DE PIN MARITIME
 - PEUPLERAIE
 - AUTRE

BD Ortho 50 cm de l'IGN (Millésime : 2018)



Comparaison BD Topo et Forêt V2



- Point peupleraie de la BD Placettes
- Maille de la BD Placettes
- BD Ortho de l'IGN
- Comparaison FV2/Topo
 - Identique
 - Forêt V2 plus précise
 - Problème de contour

BD Ortho



BD Ortho 50 cm de l'IGN (Millésime : 2018)

2.3. Les livrables attendus

Compte tenu des besoins attendus par l'équipe projet et des données sources qui ont été retenues : A l'issue de ce projet, un certain nombre de livrables devront être produits et remis à l'Agence DFCI.

Comme mentionné dans la fiche projet, ces livrables sont :

- L'algorithme de traitements qui permet la mise à jour de la base de données SIG départementale de végétation,
- La notice méthodologique qui récapitule la chaîne des traitements (*cf. Annexe 1 – Chaîne de traitements*),
- Les tables de correspondance qui permettent de relier les nouvelles données aux anciennes, de comparer les données...
- La base de données sous forme de données géographiques départementales.

Une attention particulière devra être portée sur l'évolution des données. En effet, après modification des occupations, chaque information devra pouvoir être suivie. L'équipe projet devra savoir précisément d'où proviennent les données et quels types de traitements, l'entité a subi.

3. Mise en œuvre

3.1. Méthodologie

Suite au recueil des besoins et l'analyse des données, il a été retenu d'effectuer un travail permettant de conserver au maximum la géométrie de la BD Forêt V2, tout en précisant les essences dominantes via la BD Cycle III. Le fruit de ce travail constituera la base de données zonale de végétation. Pour se faire, les entités des deux bases de données devront être comparées sur chaque département. Cette comparaison entraînera différents cas et chacun sera traité de manière différente. Aussi, certains traitements seront communs à tous les départements et donc automatisables, et d'autres demanderont une attention plus particulière. Des points de contrôles seront indispensables au bon déroulement du traitement.

La chaîne de traitement est donc composée de trois parties principales :

- La première permet de mettre en relation les données des deux bases de données retenues (BD Forêt V2 et BD Cycle 3),
- La seconde, les compare et extrait la nouvelle occupation,
- Et la dernière, permet la production de la nouvelle base de données de végétation départementale avec un format type commun et applicable à tous les départements. Chacune d'elles sera ensuite assemblée aux autres pour constituer la base zonale de végétation.

Les règles de comparaison et de ré-affectation des essences sont un point important de ce travail et ont été automatisées. En effet, un département comprend en moyenne 100 000 entités à comparer. On ne peut donc réaliser ce travail sans automatisation. Pour chaque département, la BD Forêt V2 est donc comparée avec la BD Cycle III.

Si les données attributaires de la BD Forêt V2 sont moins précises, mais que les informations de formation forestière (Forêt fermée, ouverte, Lande...) sont identiques, alors l'espèce de la BD Cycle III est récupérée.

Cela devient plus complexe quand les données attributaires sur les formations forestières diffèrent. Pour cela, il a fallu établir des règles d'attribution des formations forestières (données ayant en moyenne vingt ans d'écart, la BD Cycle III étant antérieure à la BD Forêt V2). Les traitements d'attribution des occupations et des essences forestières sont relativement complexes et comportent beaucoup de règles qui visent à prévoir tous les cas possibles. A défaut, lors d'un cas inconnu rencontré, les traitements renvoient une erreur permettant de le repérer et ainsi de pouvoir l'incorporer aux traitements futurs (cf. *Annexe 1 – Cas 2. Traitements Excel*).

3.2. Cadrage de la mission et planification

Les premières étapes de recueil des besoins et d'analyse des bases de données sources ont été à la base de l'évolution du projet et des documents cadrant cette gestion. Ainsi, en cours de projet, un récapitulatif de la gestion de projet a été réalisé conduisant à la rédaction du document de cadrage qui fait le point sur l'avancée de mi-projet et redéfinie plus précisément les étapes qui devaient suivre.

La première phase s'est déroulée comme planifiée, cependant les délais octroyés n'ont pas été respectés. En effet, cette phase initiale du projet est une phase essentielle du projet qui a permis de cadrer le travail à effectuer. Elle a permis de définir son cadre organisationnel, de faire exprimer les besoins de l'équipe projet et de décrire les données sources (*décrit dans les parties 2.1. Recueil des besoins et 2.2. Analyse des données sources*).

Elle a également permis d'esquisser la phase deux, en mettant en évidence les bases de données à utiliser pour la constitution de la base de végétation. Cette deuxième phase a été davantage détaillée lors de la rédaction du document de cadrage. Les deux bases de données sources ont été identifiées et leur choix a été argumenté. Une première chaîne de traitements type a été construite et documentée, dans un premier temps, testée à l'échelle communale (Castellane, Digne-les-Bains) puis dans un second temps, à l'échelle départementale. Ces tests ont permis de confirmer la validité des traitements et la possibilité d'automatisation des jeux de données départementaux volumineux.

Au niveau de l'emprise de travail : le projet devait, initialement, être mené sur les vingt-et-uns départements d'Occitanie, de PACA et de Corse. Les départements de la Drôme et de l'Ardèche, ne devaient être traités car l'Agence DFCI ne disposait pas des données nécessaires en début d'année. En cours de projet, nous avons obtenus les données et ces deux départements, qui ont donc été rajoutés au processus de traitement.

A la suite d'une réunion de l'équipe projet (début juillet), une partie des traitements a pu être validée et l'autre partie s'est vu critiquée afin d'être optimisée. Une fois ces modifications réalisées, la chaîne de traitements a de nouveau été testée sur les deux communes puis sur le département des Alpes-de-Haute-Provence. Cette seconde maquette a été testée par la directrice projet et une dernière modification de la chaîne de traitement a été faite.

La figure 8 synthétise l'ensemble des étapes et actions de ce projet reprenant en partie le tableau de la fiche projet du mois établi au mois de mars et le tableau du document de cadrage du mois de juin.

Figure 8 - Tableau récapitulatif du projet

Étape	Contenu		Nombre de jours alloué
<u>Phase 0</u> Première prise en main du projet	Prise de connaissance de l'intitulé du projet, premiers cadre et questionnements		5 jrs
<u>Phase 1</u> Inventaire – Bibliographie	Expression du besoin de l'équipe projet		10 jrs
	Recherche de données et formatage (données placettes IFN)		10 jrs
	Inventaire et état-des-lieux des données sources déjà identifiées		15 jrs
	Bibliographie : notices et metadata, documents DFCI		5 jrs
<u>Phase 2</u> Création de la base	Création du modèle type	Recherche d'outils SIG	30 jrs
		1 ^{ère} maquette Comparaison et extraction des données de végétation à partir des BD Cycle III et Forêt V2	
		2 ^{ème} maquette Modification de la première et précision de certains traitements pour plus d'efficacité	15 jrs
		3 ^{ème} maquette Modifications mineures de quelques traitements	5 jrs
		Compléments des occupations semi-naturelles et non naturelles des BD Topo et d'occupation des sols du Cesbio (Première maquette seulement)	5 jrs
	Application à la zone	Comparaison et extraction des données de végétation à partir des BD Cycle III et Forêt V2	5 jrs
	Requalification et harmonisation de la base de données de végétation		Le mois restant
	Création des champs et entités de regroupement pour les usages de DFCI		
<u>Phase 3</u> Consolidation des livrables	Formalisation de l'algorithme de traitement permettant la mise à jour de la BD SIG zonale de végétation Note méthodologique Base de données Tables de correspondance données/sources		5 jrs

3.3. Outils et compétences

Cette chaîne a été construite avec les outils disponibles à l'ONF. Elle utilise deux logiciels propriétaires, la suite ArcGIS Desktop et la suite Microsoft Office (Excel).

La chaîne de traitement a dans un premier temps, été conçue dans le logiciel de SIG ArcGIS. Les outils ont été testés afin de voir les possibilités d'utilisation et les résultats obtenus. Une fois que la maquette des traitements fonctionnait, la chaîne a été automatisée via le langage de programmation Python, utilisant les bibliothèques ArcPy, Time, et Sys et les analyses attributaires via des Macros VBA (Visual Basic for Application). Il existe trois versions avec des mises-à-jour majeures entre chacune. Ces versions principales ont une chaîne de traitement différente, ces différentes versions de chaîne ont permis de rendre les traitements plus efficaces. Chaque version a été sub-versionnée afin de corriger des bugs mineurs apparaissant après les tests sur les communes de Castellane ou Digne-les-Bains et le département des Alpes-de-Haute-Provence (cf. 4.1. Maquettage). Afin de rendre la chaîne de traitement plus efficace, des contrôles aléatoires ont été fait sur les données obtenues. En plus de cela, entre chaque version majeure des statistiques d'occupation ont été faites et une analyse de comparaison entre les deux premières versions a permis de mettre en évidence des erreurs de traitement ou des cas limites non contrôlés qui conduisaient à des traitements différents obtenus de manière aléatoire.

Les calculs SIG au sein de l'ONF se font sur des serveurs distants qui sont multi-utilisateurs. De ce fait, le script de la chaîne de traitements a dû être découpé et lancé en chaîne afin de ne pas saturer la mémoire du serveur et ainsi de ne pas pénaliser les collègues, travaillant sur le même serveur.

4. Production

4.1. Maquettage

La création de la chaîne de traitement a été faite en plusieurs étapes. La phase exploratoire a été réalisée dans ArcMap pour la partie intervenant sur la géométrie et dans le tableur Microsoft Excel pour les comparaisons effectuées sur les données attributaires.

Afin de mettre en place une première version d'outils pour le traitement, le choix a été fait de travailler à l'échelle d'une commune. Un membre de l'équipe projet, Benoît Reymond, ayant une connaissance très fine du département des Alpes de Haute Provence, a orienté le choix de travailler sur deux communes : Castellane et Digne-les-Bains. Une fois le traitement réalisé sur ces deux communes, Benoît Reymond a pu vérifier la validité des résultats. Par la suite, la chaîne de traitement pu être testée sur tout le département des Alpes de Haute Provence.

Après avoir constaté la validité des premiers traitements, la chaîne a été automatisée. Cela permet de gagner du temps lors des traitements répétitifs, d'obtenir des jeux de données résultants homogènes tant au niveau de la géométrie que sur la partie attributaire. La partie SIG a été automatisée en Python et la partie tableur via des Macros VBA.

Chaque chaîne de traitement a été construite de la manière suivante : établissement des règles de traitements (algorithme), codification, recette sur un jeu de données et validation du processus de traitement, puis mise en production et analyse du résultat.

4.2. Suivi de projet

Lors de l'élaboration de la méthode et de la mise en place de la maquette, un suivi régulier des résultats obtenus a été effectué par un membre de l'équipe projet, permettant d'ajuster et d'améliorer la définition des règles de traitements.

Une première réunion de l'équipe projet a été faite à la mi-juillet afin de présenter et valider toute la chaîne de traitement. Elle a été validée dans son ensemble, cependant quelques parties ont été modifiées afin d'optimiser les traitements et d'établir des hypothèses supplémentaires pour attribuer les espèces d'une base vers l'autre.

Après cette réunion avec l'équipe projet, des points d'étapes réguliers ont été mis en place avec la directrice de projet, pour discuter des résultats obtenus après chaque modification apportée sur les traitements. Ces points moins chronophages que des réunions et plus spontanés ont permis d'aboutir un script optimisé.

La validation des résultats obtenus sur un département complet par l'équipe projet permet le lancement du traitement du département suivant.

Lorsqu'on change de département, des adaptations sont nécessaires, ainsi que des points de contrôles réguliers, car nous ne rencontrons pas la même typologie d'essences forestières d'un département à un autre.

4.3. Mise en production

La chaîne de traitements mise en place permet tout d'abord de comparer les données de la BD Forêt V2 et les données de la BD Cycle III. A l'issue de cette étape clé, plusieurs trajectoires sont définies. L'objectif étant de conserver au maximum la géométrie de la BD Forêt V2 (donnée la plus récente) et d'augmenter la précision au niveau de la qualification des essences, avec les données de la BD Cycle III (données plus anciennes mais qui comportent plus de types d'essence), notamment sur les espèces dominantes. Par exemple, un polygone décrit par la BD Forêt V2 en « Forêt fermée de feuillus » et un polygone en superposition, décrit par la BD Cycle III par un « Taillis de chêne vert » donnera, après traitements, un polygone décrit par une « Forêt fermée de chêne vert ».

Cette partie explicitera les grandes étapes des traitements mais ne rentrera pas dans le détail des calculs. L'annexe 1 récapitule la chaîne de traitements plus en détails.

Les traitements se scindent en cinq étapes, dont une optionnelle :

- Attribution d'un code d'occupation sur chaque base de données,
- Comparaison des codes d'occupation entre les bases de données sources,
- Analyse et affectation,
- Appui sur une autre source de données (optionnel),
- Comparaison des occupations sur les polygones contigus.

4.3.1. Attribution d'un code d'occupation

La première étape est d'attribuer un code d'occupation à chaque entité de chaque base de données sources qui sera comparée : la BD Forêt V2 et la BD Cycle III. Ce code est une adaptation du code de la BD Forêt V2 l'IGN (Code TFV) des espaces naturels.

Ce code est construit sur quatre niveaux (exemple concret à la figure 9) :

- Le premier niveau décrit la couverture (Forêt ou Lande/Formation herbacée),
- Le deuxième niveau décrit la densité,
- Le troisième niveau décrit la composition majoritaire,
- Le dernier niveau décrit si précisé, la ou les essences dominantes.

Figure 9 - Exemple du code d'occupation

Champ	Valeur	
OBJECTID	3584	
Shape	Polygone	
fid_fv2_04	5636	
tfv_code	FF1-00-00	} Informations d'origine de la BD Forêt V2
tfv_lib	Forêt fermée de plusieurs feuillus sans qu'une essence ne soit pure	
fv2_len	2648,523797	
fv2_area	94379,338724	
Shape_Length	2648,523797	
Shape_Area	94379,338724	
CODE_TFV	FF1-00-00	→ Code d'occupation (basé sur le code TFV de l'IGN)
TFV	Forêt fermée à mélange de feuillus	
EQUIV_CODE_TFV_FV2	FF1-00-00	→ Niveau 1 : couverture. Ici : F pour Forêt
EQUIV_NIVEAU_1_FV2	F	→ Niveau 2 : densité. Ici : F pour fermée
EQUIV_NIVEAU_2_FV2	F	
EQUIV_NIVEAU_3_FV2	1	→ Niveau 3 : composition majoritaire. Ici : 1 pour feuillus sans mélange
EQUIV_NIVEAU_4_FV2	00-00	→ Niveau 4 : essences dominantes. Ici : 00-00 pour feuillus sans précision

Pour faciliter la comparaison, quelques codes ont été modifiés, par exemple les occupations de landes et formations herbacées codés de LA4-42 à LA4-49 et de LA6-62 à LA6-69 sont devenus LA4-142 à LA4-149 et LA6-162 à LA6-169. Ces modifications ont permis une facilité de traitement. Dans le cas de l'exemple précédent, les codes associés aux espaces ouverts ont été codifiés comme supérieurs à 100, contrairement aux codes des essences des milieux fermés.

Les polygones sont comparés via une jointure spatiale. La figure 10 montre l'exemple sur un polygone. La jointure spatiale conserve la géométrie de la BD Forêt V2 et duplique le polygone autant de fois qu'il intersecte la BD Cycle III.

4.3.2. Comparaison des codes d'occupation

L'étape suivante consiste en la comparaison des codes équivalents. Il existe trois grands types de possibilités après la comparaison :

- Lorsque le polygone de la BD Forêt V2 est précis à l'espèce ou qu'il n'est pas décrit par la BD Cycle III ou que les occupations sont identiques : il n'y a aucun traitement. Les polygones sortent de la chaîne de traitements.
- Si le rapport de surface entre le polygone intersecté de la BD Cycle III et le polygone d'origine de la BD Forêt V2 est inférieur à 5% ou qu'il s'agit d'un problème de bordure (polygones longs et fins qui résultent de polygones similaires mais avec des sommets légèrement différents), les polygones ne sont pas non plus traités. Ils sortent de la chaîne de traitements.

- Les derniers cas sont ceux qui seront traités, ce sont les cas de comparaison identiques aux niveau 1, 2, 3 et différents.

4.3.3. Analyse et affectation

Pour les cas de comparaison identiques aux niveau 1, 2, 3 et différents, des traitements sont effectués pour analyser et préciser la donnée. D'une manière générale, les traitements ont pour objectif de récupérer l'espèce précisée dans la BD Cycle III et de l'attribuer au polygone découpé correspondant de la BD Forêt V2.

La figure 11 montre un polygone de la BD Forêt V2 qui a intersecté dix polygones de la BD Cycle III. Dans cette figure, seuls les polygones identiques au niveau 2 sont traités, les codes d'occupation sont traités pour obtenir l'information la plus précise.

Les données traitées sont extraites sous forme de tables et sont traitées dans le tableur Microsoft Excel. Le principe du traitement reste le même dans les quatre cas (identiques au niveau 1, 2, 3 et différents) mais varie en fonction des cas particuliers rencontrés.

La figure 12 permet d'illustrer un cas concret. Le polygone de la BD Forêt V2 est décrit comme étant une « Forêt fermée à mélange de pins (prépondérants) et feuillus ». Ce polygone intersecte neuf autres de la BD Cycle III. Sur ces neuf cas, trois ont un rapport de surface inférieur à 5% et ne sont donc pas traités, un polygone a une occupation différente (Forêt VS lande), quatre sont identiques au niveau 2 (c'est-à-dire que l'occupation reste une forêt fermée dans les deux cas), et un polygone est identique au niveau 3, les deux bases indiquent une « Forêt fermée à mélange de conifères prépondérants », dans ce cas la Forêt V2 est plus précise, elle indique que le genre majoritaire est le pin. Les cas différents sont les cas les plus difficiles à déterminer, une base de données peut indiquer un milieu ouvert alors que l'autre indiquera une forêt.

Pour les entités intersectées où les codes d'occupation comparés sont complètement différents, la donnée récupérée est systématiquement celle de la BD Forêt V2 dans la plupart des départements. Seuls quatre départements de PACA (Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, des Bouches-du-Rhône et Var) subissent un traitement supplémentaire, explicité dans la partie suivante (4.3.4. Appui sur une autre source de données).

4.3.4. Appui sur une autre source de données (optionnel)

De ce fait, en comparant seulement ces deux bases nous ne pouvons a priori pas les départager. Dans les départements des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, des Bouches-du-Rhône et du Var, nous disposons des données d'occupation des sols de la BD CRIGE PACA qui sont postérieures aux dernières données de la BD Forêt V2.

Ces départements font l'objet d'un traitement supplémentaire de comparaison des données de la BD Forêt V2, de la BD Cycle III et de la BD CRIGE PACA, afin de trouver l'occupation la plus précise possible.

4.3.5. Comparaison des affectations entre polygones contigus

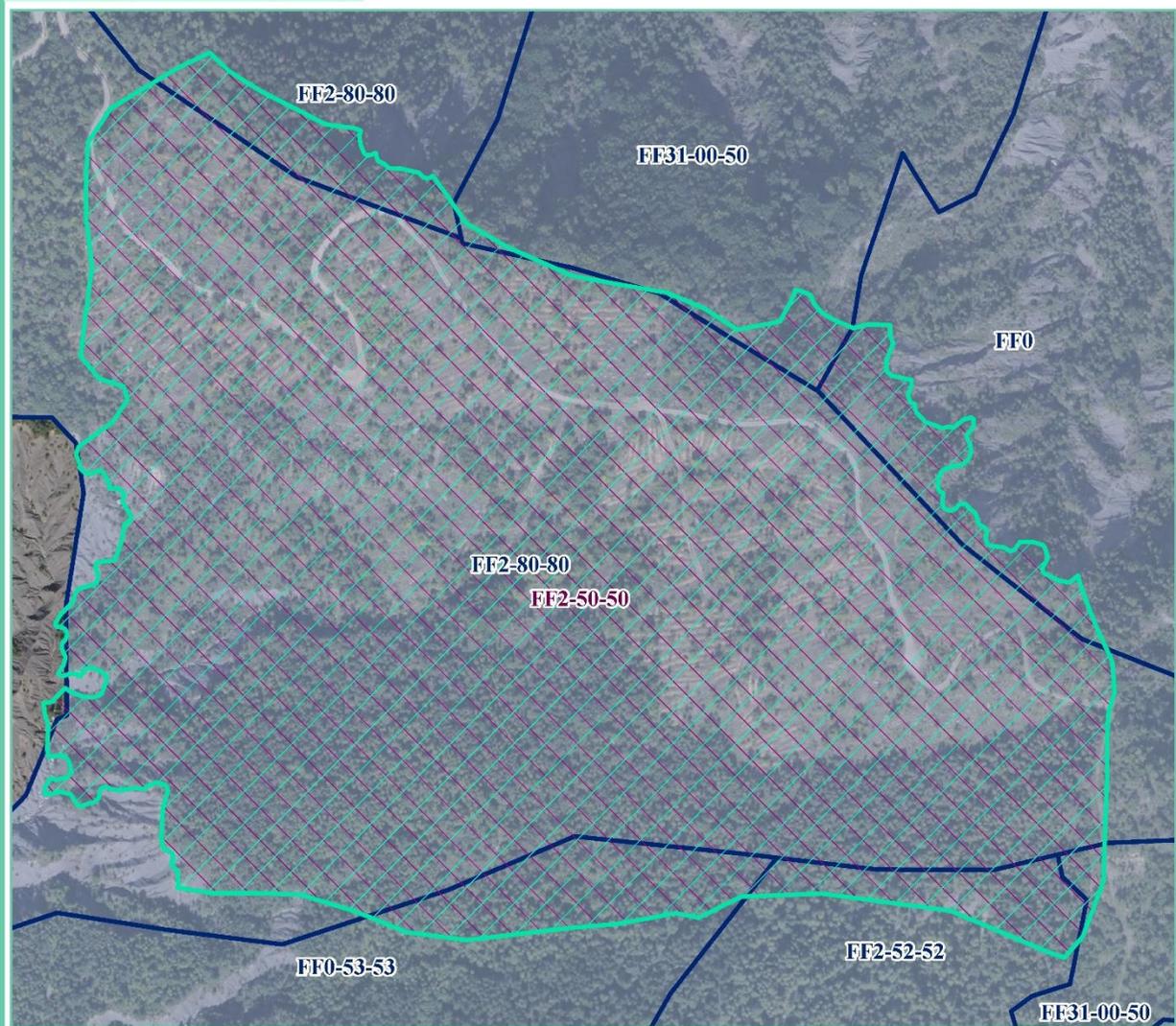
L'ultime étape consiste à comparer les occupations des polygones contigus. En effet, si un polygone de la BD Forêt V2 s'est vu découpé par une intersection et que son rapport de surface (surface intersectée/surface du polygone de la BD Forêt V2 d'origine) est inférieur à 1% alors ce très petit polygone intersecté récupérera l'occupation du polygone voisin (en cas de plusieurs polygones voisins, l'arrête de longueur maximale sera utilisée, exemple à la figure 13).

4.3.6. Base de données finale

La base de données finale décrit les espaces forestiers et naturels plus précisément que la BD Forêt V2. Les données attributaires, au-delà de leur aspect de description, permettent de retracer l'intégralité des traitements. La figure 14 illustre sur un exemple de quelques polygones les résultats obtenus, ainsi que la forme de la table attributaire.

Figure 10 - Comparaison des données, Mise en relation

Mise en relation des données



Codes d'occupation	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Libellé
FF0	F	F	0		Forêt sans couvert arboré
FF0-53-53	F	F	0	53-53	Reboisement de pin noir
FF2-50-50	F	F	2	50-50	Forêt fermée de conifères
FF2-52-52	F	F	2	52-52	Forêt fermée de pin sylvestre
FF2-80-80	F	F	2	80-80	Forêt fermée de pins
FF31-00-50	F	F	31	00-50	Forêt fermée à mélange de feuillus et conifères

 Jointure spatiale entre la FV2 et le cycle III

 BD Forêt V2 (Millésime : 2004)

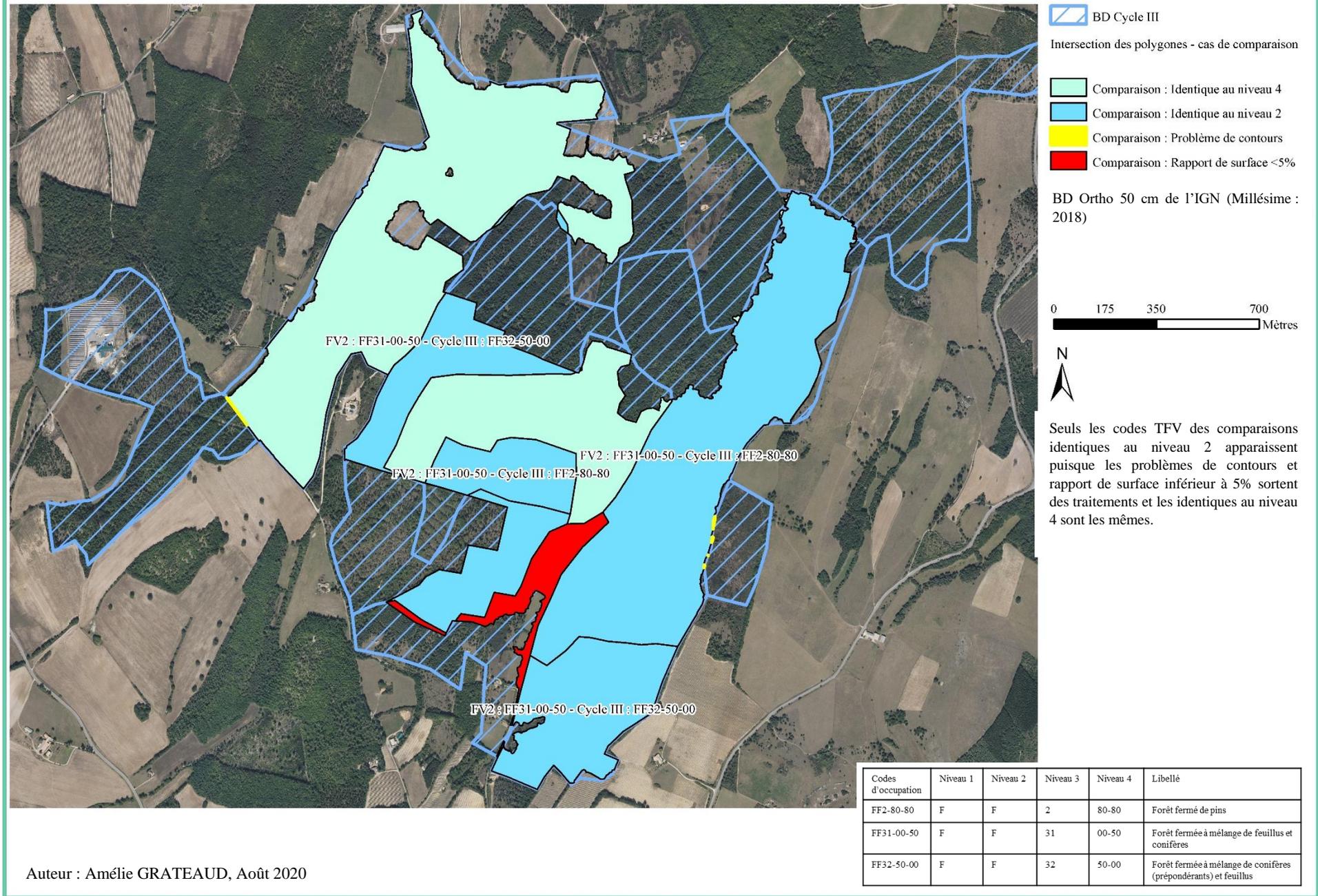
 BD Cycle III (Millésime : 1994)

0 25 50 100 Mètres  BD Ortho 50 cm de l'IGN (Millésime : 2018)

Auteur : Amélie GRATEAUD, Août 2020

Figure 11 - Comparaison des données, cas de comparaison

Illustration de la comparaison des polygones

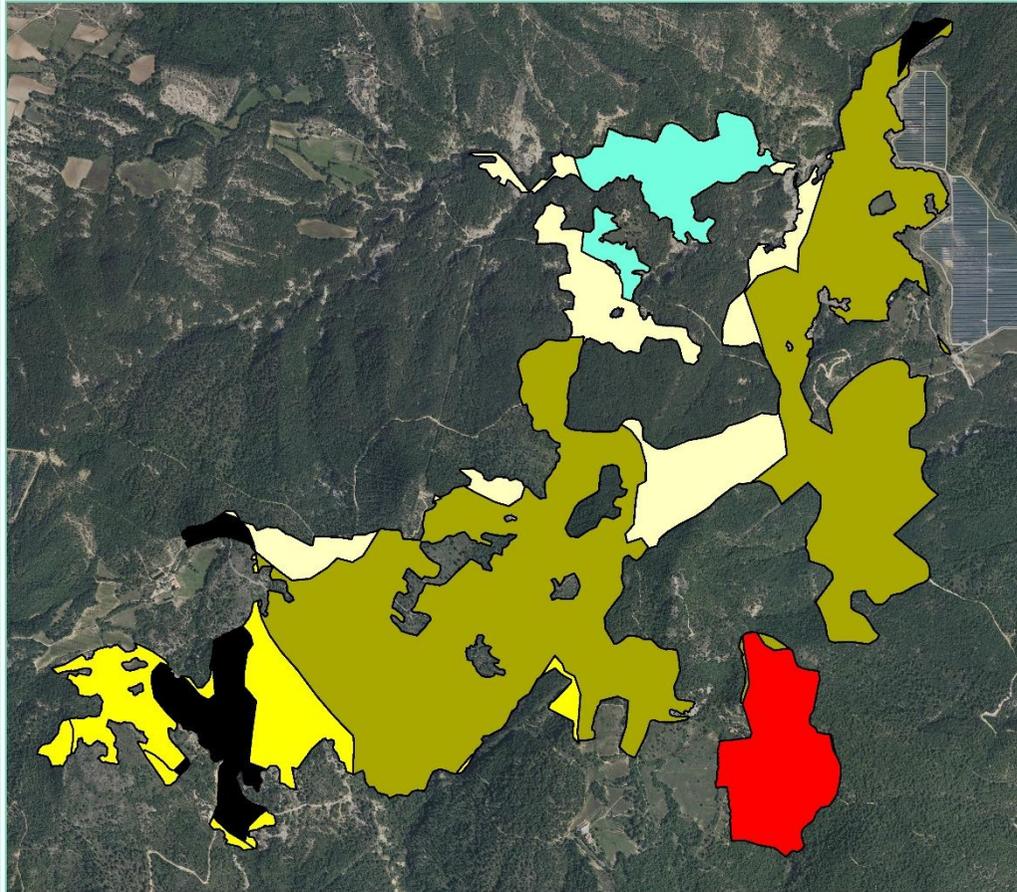


Auteur : Amélie GRATEAUD, Août 2020

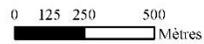
Figure 12 - Illustration des cas traités et du résultat final

Cas traités de comparaison des données

Avant traitements



- Identique au niveau 3: FV2 - FF32-80-00/Cycle III : FF32-50-00
- Identique au niveau 2: FV2 - FF32-80-00/Cycle III : FF2-52-52
- Identique au niveau 2: FV2 - FF32-80-00/Cycle III : FF2-80-80
- Identique au niveau 2: FV2 - FF32-80-00/Cycle III : FF31-00-50
- Différent: FV2 - FF32-80-00/Cycle III : LA4-50-50
- Rapport inférieur à 5%

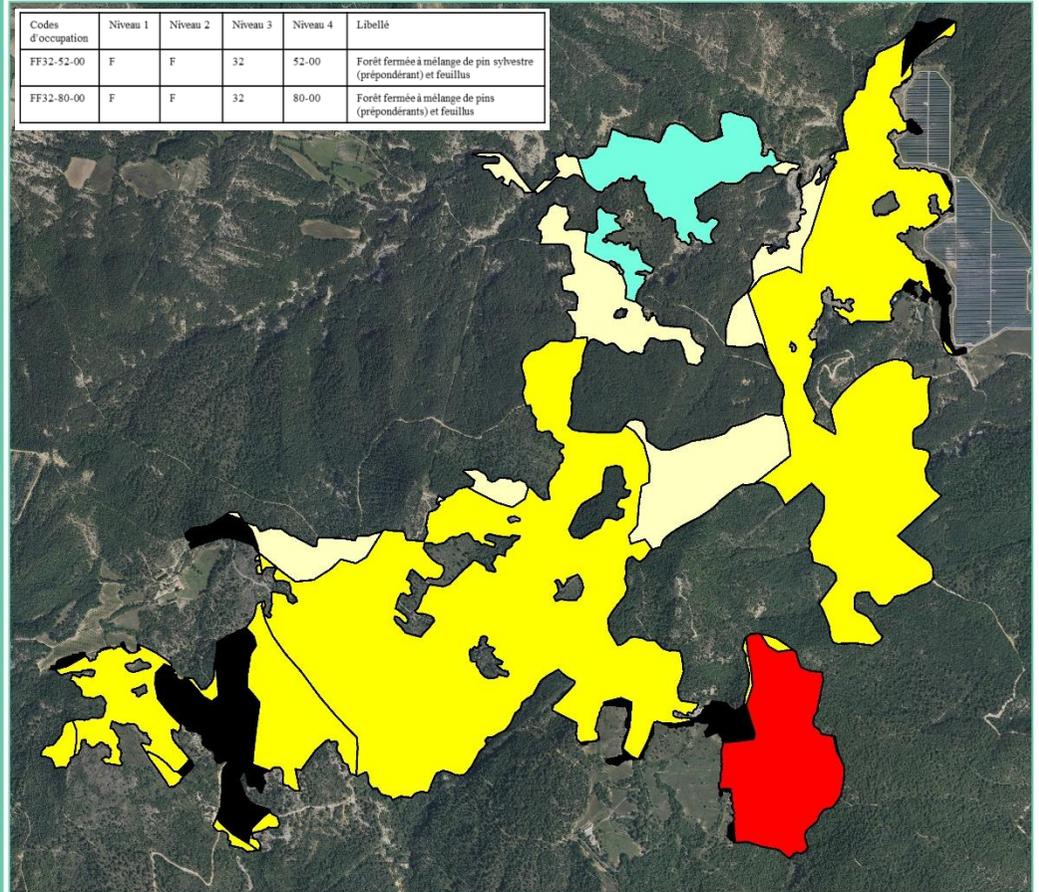


BD Ortho 50 cm de l'IGN
(Millésime : 2018)

Codes d'occupation	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Libellé
FF2-52-52	F	F	2	52-52	Forêt fermée de pin sylvestre
FF31-00-50	F	F	31	00-50	Forêt fermée à mélange de feuillus et conifères
FF32-50-00	F	F	32	50-00	Forêt fermée à mélange de conifères (prépondérants) et feuillus
FF32-80-00	F	F	32	80-00	Forêt fermée à mélange de pins (prépondérants) et feuillus
LA4-50-50	L	A	4	50-50	Lande boisée à conifère

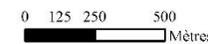
Cas traités de comparaison des données

Après traitements



Couche finale de végétation
COMPARAISON, SOURCE, CODE_TFV

- Identique au niveau 3, FV2e1-FV2e2, FF32-80-00
- Identique au niveau 2, Cyc3e1-FV2e2, FF32-52-00
- Identique au niveau 2, FV2e1-FV2e2, FF32-80-00
- Occupations différentes, FV2-CRIGE-evolCF, FF32-80-00
- Polygones de la FV2 sans traitements, FV2, FF32-80-00

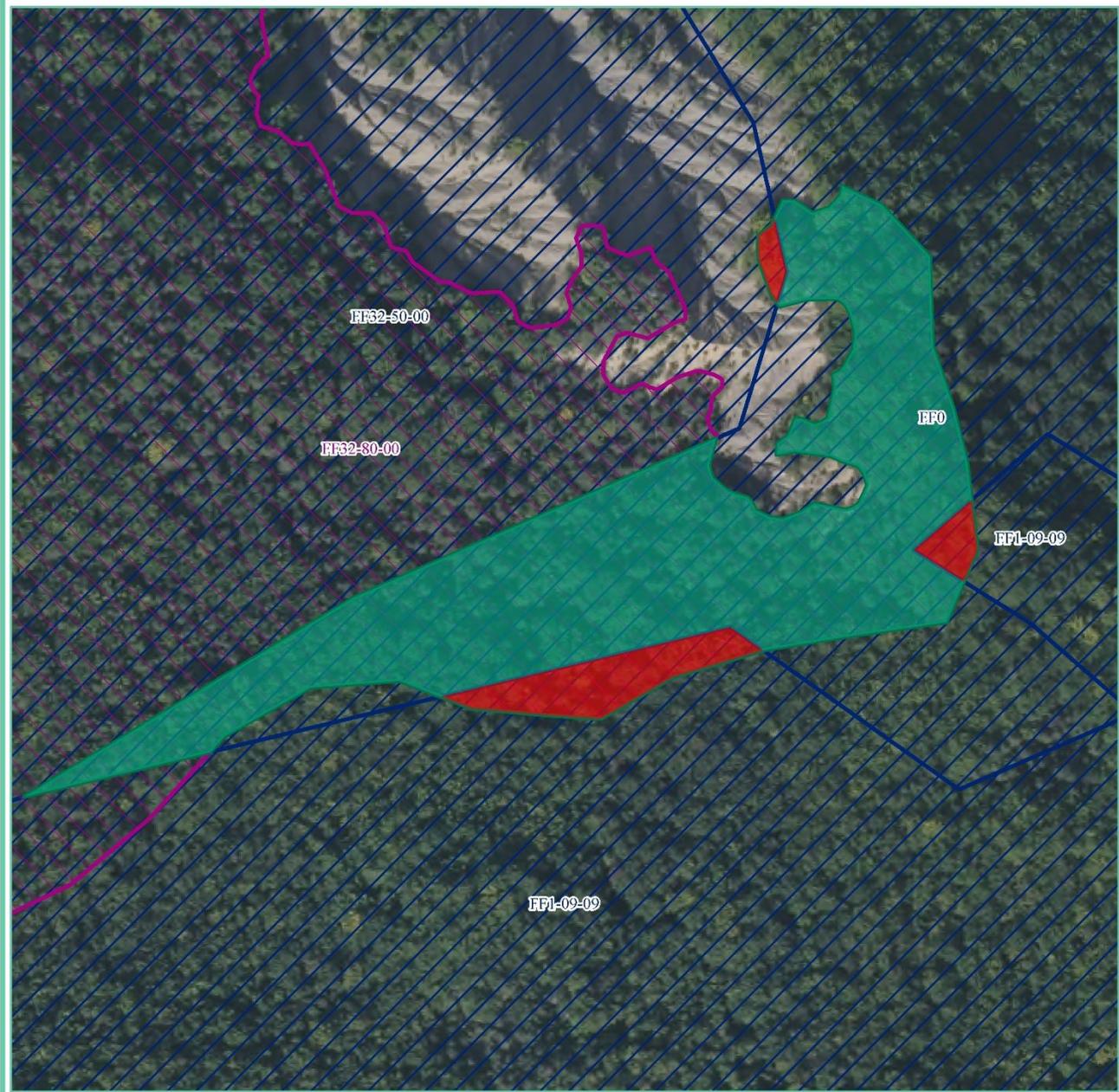


BD Ortho 50 cm de l'IGN
(Millésime : 2018)

Auteur : Amélie GRATEAUD, Août 2020

Figure 13 - Illustration des polygones voisins

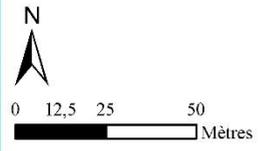
Traitement des polygones voisins



-  BD Forêt V2 (Millésime : 2004)
-  BD Cycle III (Millésime : 1994)
- Couche de végétation temporaire - cas des voisins non traités
- Code_TFV, rapport de surface
-  FF32-80-00, 4,2%
-  FF32-80-09, 0,4%
-  FF32-80-09, 0,08%
-  FF32-80-00, 0,04%
-  Couche finale de végétation - fusionnée

Equivalents codes TFV
FF0 : Forêt fermée de feuillus
FF1-09-09 : Forêt fermée de hêtre
FF32-50-00 : Forêt fermée à mélange de conifères (prépondérants) et feuillus
FF32-80-00 : Forêt fermée à mélange de pins (prépondérants) et feuillus
FF32-80-09 : Forêt fermée à mélange de pins (prépondérants) et hêtre

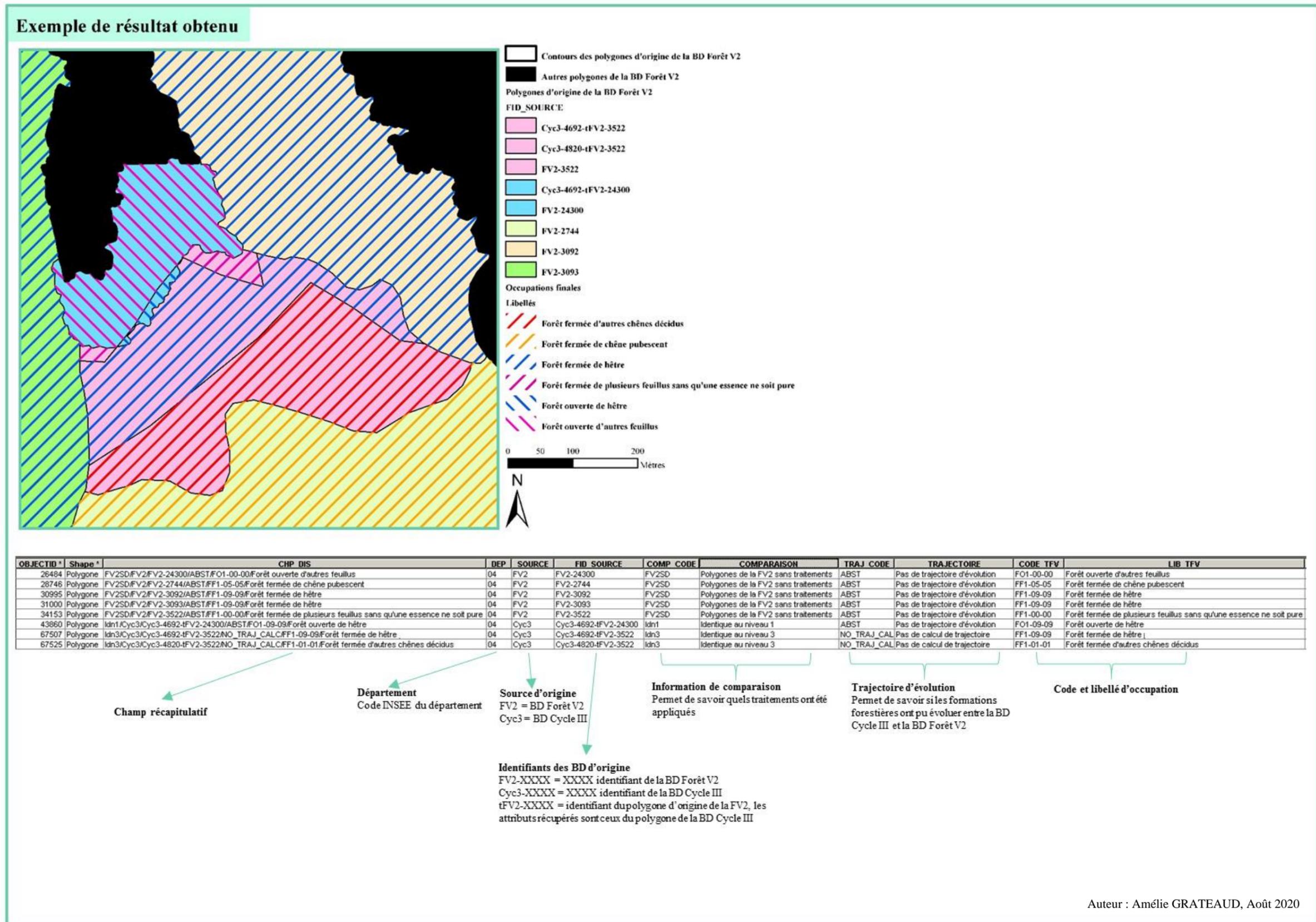
NB: la somme des rapports ne fait 100% car il s'agit d'une petite partie d'un polygone en multiparties



BD Ortho 50 cm de l'IGN (Millésime 2018)

Auteur : Amélie GRATEAUD, Août 2020

Figure 14 - Exemple de résultat obtenu



5. Résultats obtenus et perspectives d'avenir

5.1. Discussion des résultats

Au moment de la rédaction de cette thèse professionnelle, les derniers traitements sont en cours de modification. En effet, quelques anomalies ont été mises-en-évidence lors du traitement du département des Alpes-de-Haute-Provence.

Une fois ces anomalies résolus, le département des Alpes-de-Haute-Provence sera traité. Il sera validé par la directrice projet ou modifié si besoin par la chef de projet. La démarche adoptée pour la fin de la mission sera le traitement département par département avec validation systématique de la directrice projet.

Les départements seront traités région par région : PACA, Corse, ex-Languedoc-Roussillon puis ex-Midi-Pyrénées.

A la fin de la mission professionnelle (fin octobre 2020), la commande ne sera probablement pas honorée quant à la livraison des données sur les vingt-trois départements. En effet, une fois que la chaîne de traitement sera finie, il manquera du temps de calcul pour traiter tous les départements.

Le calendrier ne sera donc pas respecté comme initialement conçu au moins de février. En effet la difficulté de conception de la chaîne de traitement a été sous-estimée : sa conception a été plus longue que prévu.

Un autre point qui aurait pu permettre une meilleure gestion du temps, est la réunion de mi-projet du mois de juillet. Le mois de juin étant, pour les membres de l'équipe, le moment de finalisation des derniers préparatifs pour la saison opérationnelle DFCl, aussi cette réunion n'a pu se faire qu'au mois de juillet. Elle a été un peu trop tardive au vu de l'avancement du projet. L'idéal aurait été quelques semaines plus tôt (deux ou trois).

Enfin le dernier point qui aurait pu être amélioré est la tentative d'utilisation des BD Placettes, BD Topo et d'occupation des sols du Cesbio. Les compléments apportés par ces BD sont développés dans la partie suivante (5.2. *Perspectives d'avenir*).

5.2. Perspectives d'avenir

Lors de la phase exploratoire, d'autres traitements ont été envisagés en intégrant d'autres sources de données. Mais faute de temps, ils n'ont pu être traités lors de ce projet.

Cette partie vise donc à en faire un état des lieux et à donner des perspectives d'amélioration.

5.2.1. La BD Placettes

Comme mentionné dans la partie d'analyse des bases, la BD Placettes de l'Inventaire Forestier de l'IGN décrit des petites placettes floutées dans une maille de 81 hectares. Les données disponibles décrivent les placettes d'un point de vue forestier et d'un point de vue écologique (pédologie et géologie), les arbres, et le couvert arboré.

Cette BD pourra être utilisée pour préciser les occupations qui ne sont pas précises à l'espèce (par exemple, forêt de feuillus ou conifères, lande, formation herbacée...).

5.2.2. Les données peuplements de l'ONF

L'ONF en tant que gestionnaire des forêts publiques relevant du régime forestier possède des données de description des parcelles. Ces données sont indispensables à la rédaction des aménagements et existent donc pour toutes les parcelles en gestion. Cependant, ces données précises ont une durée de vie de vingt ans, durée de vie d'un aménagement, elles sont donc plus ou moins récentes et peuvent être antérieures aux données de la BD Forêt V2. De plus, la gestion de ces données dépend de chaque Agence Territoriale, de fait il existe une hétérogénéité dans le stockage et dans la forme et il n'existe pas de base de données nationale, disponible au sein de l'ONF.

5.2.3. L'occupations des sols

La BD Topo de l'IGN sera intéressante à utiliser pour avoir une occupation des sols végétale hors zone naturelle. En effet, elle décrit les espaces agricoles qui peuvent avoir une sensibilité aux feux de forêt ainsi que les haies (parfois proches d'habitation et facteur de danger lors d'un incendie pour la sécurité des personnes et des biens).

La base de données de végétation zonale serait idéalement une base recouvrant la totalité de la zone d'étude. A l'heure actuelle, les bases de végétation utilisées mentionnent en dehors des espaces naturels, une occupation « AUTRE » comme dans la BD Cycle III.

Trois BD d'occupation des sols ont été identifiées :

- La BD européenne Corine Land Cover,
- La BD française du Cesbio,
- Les données du CRIGE PACA pour les six départements de PACA.

Le Corine Land Cover ne sera pas utilisé pour les espaces hors forêt car cette donnée est trop peu précise pour l'utilisation de l'Agence DFCI. Il reste donc à étudier la faisabilité d'utilisation des deux autres BD. Pour le moment, les quelques tentatives d'utilisation des données du Cesbio ont montré des limites, notamment sur des occupations forestières du Cesbio qui ne le sont pas dans la BD Forêt V2.

Conclusion

Cette thèse professionnelle est rédigée avant la fin de la mission, prévue fin octobre. De fait, les calculs n'ont pu totalement aboutir, car au moment de la rédaction de la thèse, certaines améliorations sont encore en cours d'intégration dans la chaîne de traitement et doivent être testées et validées. Les traitements à venir se feront donc successivement, département par département, avec validation systématique. A la fin de la mission, il est donc peu probable que les vingt-trois départements soient tous traités, faute de temps.

Toutefois, les outils développés pour effectuer les traitements resteront disponibles et documentés. Une journée de travail est déjà planifiée pour transmettre la méthode à la Responsable géomatique de l'Agence DFCI, lui permettant d'organiser la reprise du travail de constitution de la base zonale de végétation.

De nombreuses perspectives ont pu également être définies et permettront d'enrichir la base de données de végétation sur les secteurs plus anthropisés.

Remerciements

Ces remerciements s'adressent aux personnes m'ayant soutenue, aidée durant cette année,

Elodie, ma maîtresse d'apprentissage, grâce à elle, j'ai pu évoluer dans le monde des SIG en ayant été soutenue et guidée, tout en disposant d'une indépendance bien venue m'ayant permis de développer mes compétences. Sans parler du poste qui m'attend sous les cocotiers !

Laurent, sans qui je n'aurais pas fait cette formation, qui m'a encouragée et poussée à me dépasser (sans parler du coaching carrière !),

Pascale, pour la partage de la machine à café, si utile en ces temps chargés...

Lydia Golzio-Casa pour son soutien et sa bonne humeur !

Le pôle 13/84 et les compères de la pause de 10h pour les cafés, les moqueries et les fous rires du petit Venot,

Tous mes autres collègues pour les pauses déjeuners avec cette douce ambiance propre au bâtiment d'Aix ainsi qu'aux irréductibles de la pause déjeuner en extérieur, qu'il pleuve ou qu'il vente (relativement limitée cette année) !

Références bibliographiques

- Institut national de l'information géographique et forestière. 2016. *BD Forêt Version 2.0, Descriptif du contenu*. Paris : Institut national de l'information géographique et forestière, 51 p.
- Institut national de l'information géographique et forestière, service de l'inventaire forestier et environnemental. 2018. *Documentation générale sur les données brutes depuis la campagne d'inventaire 2005* (Version 1.6). Paris : Institut national de l'information géographique et forestière, 7 p.
- Ministère de l'intérieur et de l'aménagement du territoire, direction de la sécurité civile. 2007. *Contre l'incendie, Guide de Stratégie générale*.
- Office National des Forêts. 2020. *Connaître l'ONF, Nos enjeux, nos valeurs, nos missions*. Dans : *Office National des Forêts* [En ligne]. Disponible sur : <https://www.onf.fr/onf/connaître-lonf/+28::les-enjeux-valeurs-et-missions-de-lonf.html> (Consulté le 20 août 2020).
- TTI Production Earth Observing Consulting Services. 2016. *Base de données régionale d'occupation des sols 2006 - 2014*. Nîmes : TTI Production, 189 p.

Glossaire

Cesbio : Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère

CRIGE : Centre Régional de l'Information Géographique

DFCI : Défense des Forêt Contre l'Incendie

DR : Direction Régionale

DT : Direction Territoriale

EPIC : Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial

IFN : Inventaire Forestier National

IGN : Institut National de l'information Géographique et forestière

ONF : Office National des Forêts

PACA : Provence-Alpes-Côte d'Azur

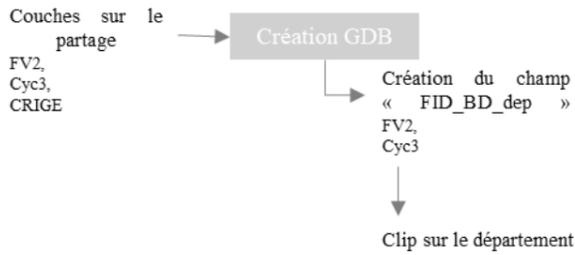
SIG : Système d'Information Géographique

VBA : Visual Basic for Application

Annexe 1 – Chaîne de traitements

0- Initialisation

0-1 - Rapatriement des données



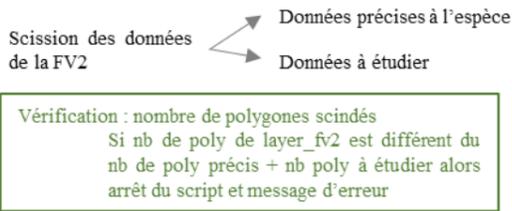
1- Mise en relation des données

1-1 - Manipulation des données d'origine

Cycle III	FV2
Supp des 'AUTRE' et 'ESPACE VERT URBAIN'	Ajout/calcul de tfv_code, tfv_lib, fv2_len/fv2_area
Ajout/calcul de cyc3_len/cyc3_area	Remplacement des lib_tfv pour LA
Supp des champs	Modif des codes F31/32
	Supp des champs

1-2 - Jointure des codes équivalents

Jointure des tables fv2 et cyc3 (codes d'équivalence pour comparaison après la jointure spatiale)



1-3 - Jointure spatiale

Entre les polygones à étudier de la FV2 et le cycle III

1-4 - Création et calculs des champs de comparaison

Intersection entre les polygones à étudier de la FV2 et le cycle III
Ajout et calcul intersec_len et intersec_area

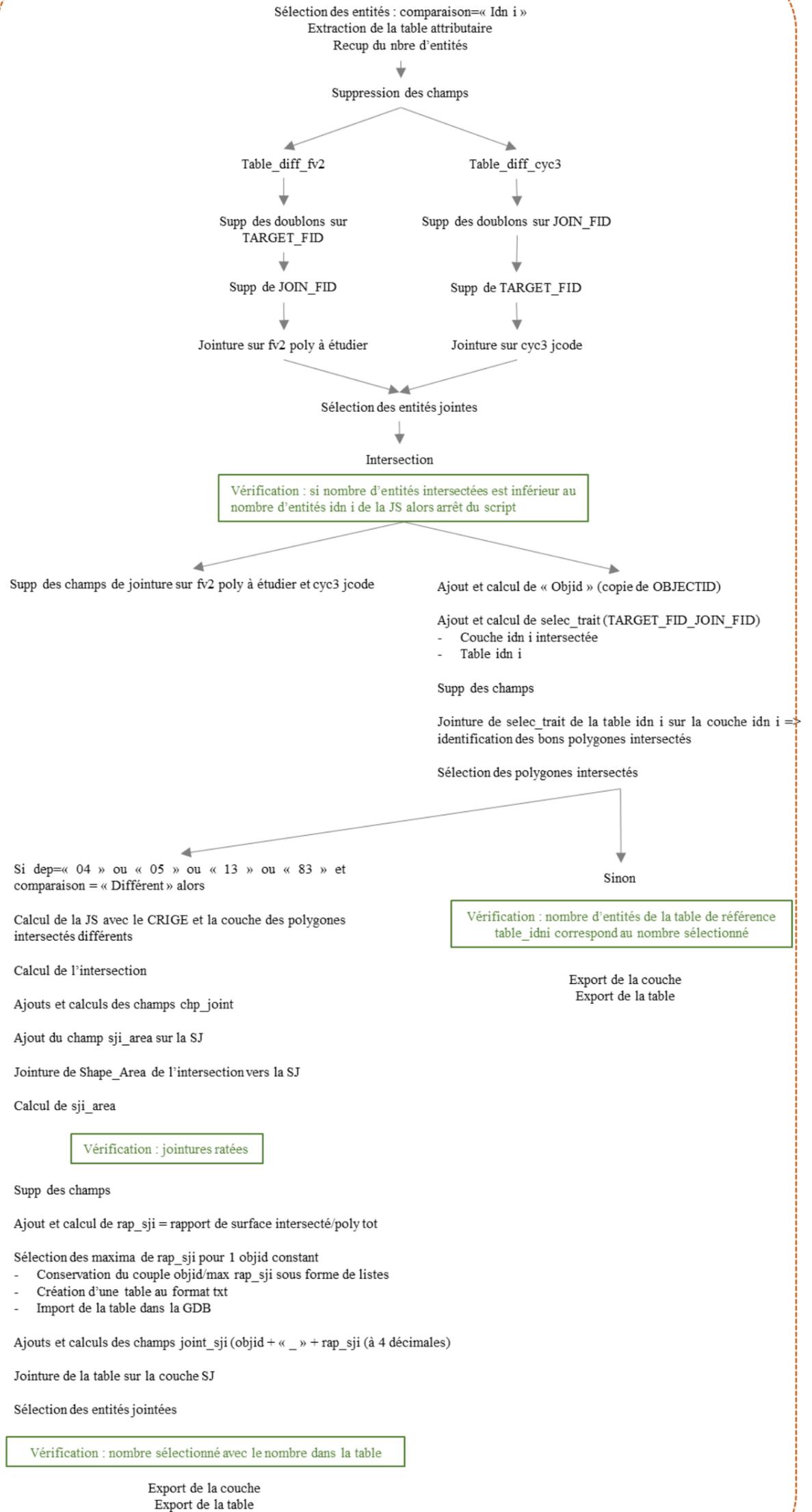
Vérification : jointures ratées
Test entre JOIN_FID strictement positifs et surface jointée non nulle
Si 0 jointure ratée alors exécution du script
Si entre 0 et 50 jointures ratées alors suppression des entités => fausses jointure de la JS
Sinon arrêt du script

- Supp des champs
Ajout et calcul de
- r_surf = rapport surface intersectée avec la surface du polygone de la fv2
 - rla_intersec : rapport périmètre/surface des polygones intersectés
 - Comparaison (cf. fonction codebloc):
 - FV2 seule (FID_FV2 et FID_Cyc3=-1)
 - Rap_surf_int/fv2inf5% = r_surf <= 5% pour les entités feuillus/conifères du cycle III
 - Pb_contours = rla_intersec > 1 (polys longs et fins)
 - Idn1
 - Idn2
 - Idn3
 - Idn4
 - Diff

- Non traités par la suite :
- Rap_surf_int/fv2inf5% ⇔ rapport surface cyc3/fv2 -5% si le cycle III n'est pas précis à l'espèce ou au genre
 - Pb_contours ⇔ résultante des problèmes de chevauchement

1-5 - Intersections des entités idn1 à 3 et différents

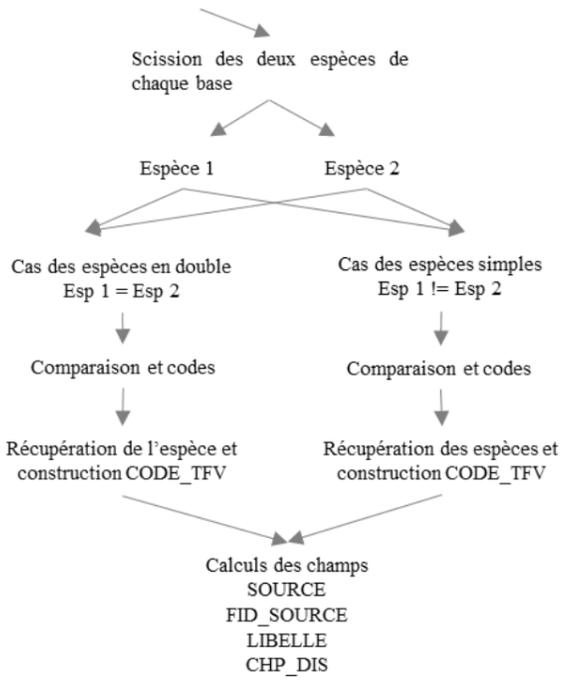
Mêmes traitements pour les comparaison=« Idn1 », « Idn2 », « Idn3 » et « Diff »



2- Traitements Excel et jointures

2-1 - Traitements des tables en Excel

- Module 1 : Création des feuilles
 Module 2 : Import des tables idn1, idn2, idn3 et diff
 Module 3 : Ajouts des colonnes
 Module 4 : Import des tables de référence (tab_tfv, tab_corresp_ocsol) depuis un autre classeur xlsm
 Module 5 : Traitements de la table idn1
- Comparaison des niveaux 3 et 4
 - Calcul des trajectoires d'évolution
 - Calcul des espèces:



TRAJECTOIRES

Si FV2="LA4" et le cyc3="LA6" alors "Doute lande/FH"
 Si FV2="F" et le cyc3="L" alors "Evol LA->F"
 Si FV2="FF" et le cyc3="FO" alors "Evol FO->FF"
 Si FV2="FF" et le cyc3="BL" alors "Evol BL->FF"
 Si FV2="FO" et le cyc3="BL" alors "Corresp BL/FO"
 Sinon "Pas de trajectoire d'évolution"

CHP_DIS

⇒ Récapitule les infos précédentes
 COMP_CODE/SOURCE/FID_SOURCE//TRAJ_CODE/CODE_TFV/LIB_TFV

- Module 6 : Traitements de la table idn2
 Même principe que la table idn1
 Module 7 : Traitements de la table idn3
 Même principe que la table idn1
 Module 8 : Traitements de la table des différents

Si le département est 04, 05, 13 ou 83 (données CRIGE postérieures aux données forestières)

- Conversion des codes CRIGE
- Calcul des trajectoires d'évolution
- Comparaison CRIGE/FV2/Cyc3
 - Si il y a une évolution => FV2
 - Sinon CRIGE oriente l'attribution FV2/cycle3
- Si espèce cycle3 plus précise => recup espèce
- Calcul des champs

SOURCE
 FID_SOURCE
 CODE_TFV
 LIBELLE
 CHP_DIS

Sinon

- Calcul des trajectoires d'évolution
- Attribution automatique de la FV2
- Si espèce cycle3 plus précise => recup espèce
- Calcul des champs

SOURCE
 FID_SOURCE
 CODE_TFV
 LIBELLE
 CHP_DIS

COMPARAISON CRIGE/FV2/CYC3

Si Cycle III="REB" alors
 Comparaison="FV/CY_REB"
 Si niveau 1 cycle III = niveau 1 CRIGE alors
 Comparaison = "CRIGE-Cyc3 id"
 Si niveau 1 FV2 = niveau 1 CRIGE alors
 Comparaison = "CRIGE-FV2 id"
 Sinon
 Comparaison = "CRIGE diff fv2-Cyc3"

Module 8 : Copie des données à joindre dans les 4 feuilles dédiées

Module 9 : Copie du classeur dans le répertoire temporaire

Module 10 : Suppression des feuilles, tables de traitement

Module 11 : Export du classeur de jointure en xlsx

3- Import des tables et jointures

Import des tables dans la GDB

Jointure des tables sur les couches exportées au 1.6

4- Traitement de la végétation

Conversion des couches

Suppression des champs

Vérification : test d'intersection pour chevauchement

4-1 - Export des couches

Export des couches

Suppression de tous les champs sauf CHP_DIS

4-2 - Combinaison des couches

Combinaison des couches idn 1 à 3 et diff

Vérification : test d'intersection pour chevauchement

4-3 - Récupération des entités de la FV2

Différence symétrique entre la combinaison et la couche de la FV2 originelle

Test : sélection des attributs de la combinaison

Si présence => suppression des attributs

Calcul du CHP_DIS

Vérification : calcul des CHP_DIS

Suppression des champs

Combinaison de la couche idn1/2/3/diff et de la différence symétrique

4-4 - Dissolve et manipulations finales

Dissolve sur CHP_DIS

Vérification : test d'intersection pour chevauchement

Pas de chevauchement

Si chevauchement

Créations et calculs des champs
 DEP
 SOURCE TRAJ_CODE
 FID_SOURCE TRAJÉTOIRE
 COMP_CODE CODE_TFV
 COMPARAISON LIB_TFV

Arrêt des traitements

Suppression des champs

Vérification : calculs des champs (présence de None)

Export de la couche

4-5 - Polygones voisins

Calcul du champ
 FID_SOURCE_FV2

Récupération de la surface du polygone d'origine

Vérification : nombre de jointure

Calcul du rapport de surface : surface poly/surface du poly d'origine

Conversion des polygones multi-parties vers une partie

Ajout et calcul du champ de rapport du nouveau polygone en fonction de son polygone d'origine

Ajout et calcul de OBJ_COPIE, copie de OBJECTID

Sélection et export de la table des rapports inférieurs à 1%

Suppression des champs
 Suppression des entités identiques (FID_SOURCE_FV2)

Jointure des FID_FV2 sur la couche single part pour identifier les polygones voisins à traiter
 Export des entités jointées

Identification des polygones voisins à partir de la couche des polygones sélectionnés de la FID_FV2

Suppression des voisins à nœuds (sauvegarde des voisins à arrêtes)

Jointure des FID_SOURCE_FV2 et rapports des polygones sources et des polygones voisins

Sélection des polygones voisins ayant le même FID_FV2 que le polygone source - avec un rapport de surface inférieur à 1

Dénombrement des src_OBJ_COPIE

Scission des cas :

- Cas d'un seul voisin avec un rapport de surface supérieur à 1%
- Cas de plusieurs voisins avec au moins un des voisins qui a un rapport supérieur à 1%
- Cas d'un ou plusieurs voisins avec un ou des rapports inférieurs à 1%

Test de scission (somme des cas scindés en comparaison de la table d'origine des voisins)

Cas d'un seul voisin avec un rapport de surface supérieur à 1%
 Attribution des attributs du voisin au polygone source (jointure et calculs de champs)

Cas de plusieurs voisins avec au moins un des voisins qui a un rapport supérieur à 1%
 Identification du polygone avec un rapport supérieur à 1% et la longueur d'arrête maximale
 Attribution des attributs du voisin au polygone source (jointure et calculs de champs)

Cas d'un ou plusieurs voisins avec un ou des rapports inférieurs à 1%

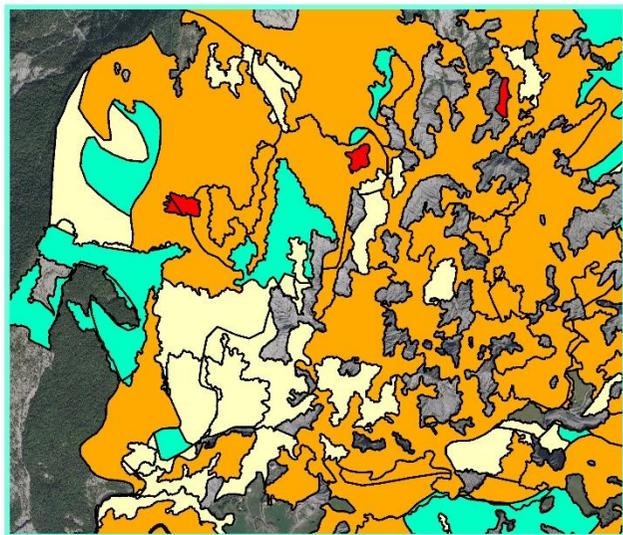
Merge en une table des deux cas précédents
 Test si le voisin de ce cas a été traité dans les deux cas précédents

- Si un voisin avec un rapport inférieur à 1% traité précédemment -> attribution des attributs du voisin du voisin au poly source
- Si un voisin avec un rapport inférieur à 1% non traité précédemment -> cas limite mis de côté
- Si plusieurs voisins avec des rapports inférieurs à 1% traités précédemment -> attribution des attributs du voisin du voisin (déjà traité ou si plusieurs voisins déjà traités, recherche du rapport le plus grand) au poly source
- Si plusieurs voisins avec des rapports inférieurs à 1% traités précédemment -> cas limite mis de côté

Merge de toutes les tables de voisins à modifier
 Jointure sur la couche de végétation temporaire en single part
 Modification des attributs
 Dissolve sur le champ dis pour combiner tous les petits polygones traités

Illustration du projet

Après traitements

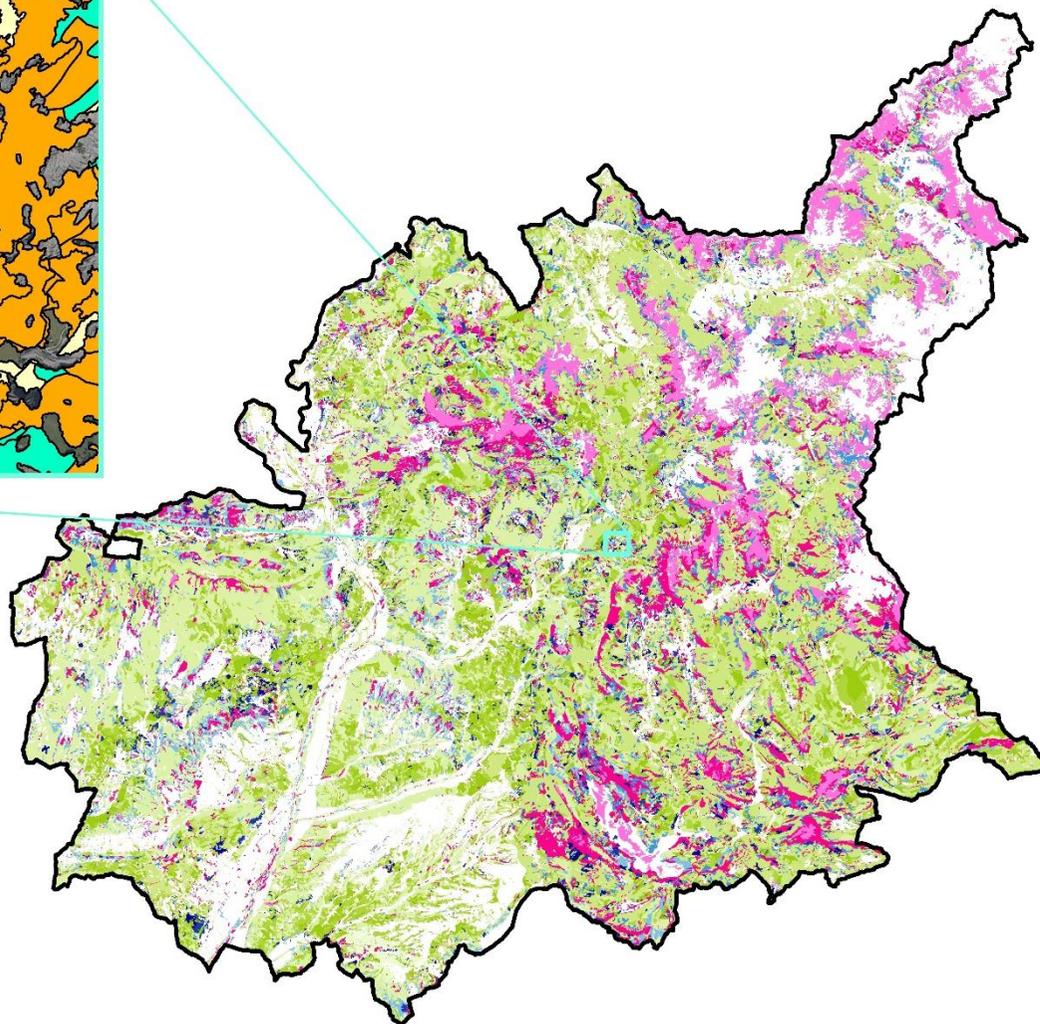


- Gain de précision
- Identique non précis
- Identique précis
- Changement d'occupation

Occupations principales

- FF0
- FF1
- FF2
- FF3
- FF31
- FF32
- FO0
- FO1
- FO2
- FO3
- FO31
- FO32
- LA4
- LA6
- FP

Avant traitements



Résumé en français

Le projet décrit dans cette thèse professionnelle s'intitule « Requalification et harmonisation des bases de données forestières existantes en vue de la constitution d'une base zonale de végétation répondant aux problématiques et aux usages de DFCI ». L'objectif du projet est la création d'une base de données de végétation décrivant les espaces naturels ouverts et fermés dans les régions PACA, Midi-Pyrénées, Corse ainsi que les départements de la Drôme et de l'Ardèche.

Ce projet a été réalisé au sein de l'Agence spécialisée de Défense des Forêts Contre les Incendies de l'Office National des Forêts. La base de données créée est adaptée aux missions de l'Agence.

Cette thèse professionnelle aborde le projet d'un point de vue technique, ainsi que d'un point de vue de gestion de projet. Une analyse a été menée sur les besoins de l'équipe projet et les bases de données sources afin de mettre en place une méthodologie et une chaîne de traitement reproductible et clairement identifiée. Ce document explicite également les résultats obtenus, et les perspectives d'avenir pour compléter ce projet.

Abstract

This study deals with the requalification and the standardisation of available geographical databases in France which describe the forestry stands. This project was led by the French forest board and more specifically in the wildfire prevention department. The final database ought to reply to the requirements and technical uses of the service. The project purpose is focused on the most exposed French regions, i.e. Provence-Alpes-Côte-D'azur, Midi-Pyrénées, Corse and the two provinces Drôme and Ardèche.

This study describes the project in a technical way and explains how the project has been managed. An analysis was done in order to highlight the project team needs and in order to describe the main forestry databases previously used. A methodology and a repeatable processing chain were developed. Finally, this study shows the achieved results and the future prospects which will complete this project.