

**DEMARCHE DE SPATIALISATION DE LA CONNAISSANCE
DE LA BIODIVERSITE SUR LA REGION BIOGEOGRAPHIQUE
MEDITERRANEENNE**

EXEMPLES D'UTILISATION DU TABLEAU DE BORD GEOGRAPHIQUE



MARS 2004

Démarche de spatialisation de la connaissance de la biodiversité au travers du tableau de bord géographique sur la région biogéographique méditerranéenne

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	2
2	CONTEXTE – HISTORIQUE DU PROJET – PROBLÉMATIQUE	3
2.1	LE TABLEAU DE BORD GÉOGRAPHIQUE	3
2.1.1	L’outil TBG	3
2.1.2	Applications antérieures du TBG dans une démarche de cartographie d’habitats Natura 2000	4
2.2	PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DU PROJET	7
3	DÉMARCHE DE SPATIALISATION DE LA CONNAISSANCE DE LA BIODIVERSITÉ	8
3.1	LE SITE D’ÉTUDE ET LES CRITÈRES	8
3.1.1	Le site d’étude	8
3.1.2	Les critères	9
3.1.2.1	<i>Etude sur les Habitats de la typologie CORINE Biotopes</i>	9
3.1.2.2	<i>Données de validation : localisations connues d’Habitats de référence</i>	16
3.2	MÉTHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE DE PRESENCES PROBABLES D’HABITATS	16
3.2.1	Entrée « critères écologiques »	18
3.2.1.1	<i>Mise en œuvre des clés, approche classique SIG (Mapinfo)</i>	18
3.2.1.2	<i>Mise en œuvre des clés suite à des unités de référence (Mapinfo)</i>	22
3.2.1.3	<i>Mise en œuvre des clés avec le TBG</i>	23
3.2.2	Entrée « espèces végétales »	23
3.2.2.1	<i>Utilisation des espèces « indicatrices » des cahiers d’habitats</i>	24
3.2.2.2	<i>Utilisation des espèces caractéristiques issues de la phytosociologie et des espèces « indicatrices » des cahiers d’habitats</i>	25
3.2.2.3	<i>Démarche à prendre en compte</i>	26
3.3	RÉSULTATS : LA CARTOGRAPHIE DE PRÉSENCES PROBABLES DES GRANDS TYPES D’HABITATS	26
3.3.1	Entrée « Espèces »	27
3.3.2	Entrée « Critères écologiques et physionomie »	28
3.3.3	Entrée « Lieux-dits »	29
4	BILAN, LIMITES ET PERSPECTIVES DE L’ÉTUDE	30
4.1	BILAN ET AVANTAGES DE L’UTILISATION DU TBG DANS CETTE DÉMARCHE	30
4.2	LIMITES DU TRAVAIL	31
4.3	UNE DÉMARCHE SUSCEPTIBLE D’INTÉRESSER UN PUBLIC VARIÉ	32
4.4	QUELLES PERSPECTIVES ?	32
	BIBLIOGRAPHIE	34
	ANNEXES	36

1 INTRODUCTION

La préservation de la diversité biologique et sa connaissance sont devenues aujourd'hui, un des enjeux internationaux majeurs pour le développement durable. En France, la Direction de la Nature et des Paysages (DNP), service du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD), face à la multitude des démarches mises en œuvre pour la connaissance et le maintien de la biodiversité (inventaires ZNIEFF, ZICO, cahiers d'habitat, réseau « Natura 2000 »...), souhaite suivre, évaluer et comparer les différents résultats, afin d'assurer la cohérence nationale vis à vis de l'évaluation de la biodiversité.

Ainsi, l'Atelier Technique des Espaces Naturels (ATEN, www.espaces-naturels.fr), dans le cadre d'une de ses missions, consistant à développer des outils cartographiques de planification et de gestion, pour les espaces naturels a été mandaté par la DNP, afin de réaliser des outils, pour la mise en œuvre de Natura 2000.

L'ATEN est un Groupement d'Intérêt Public rassemblant le MEDD et les différents espaces naturels français (parcs nationaux, fédération des parcs naturels régionaux, réserves naturelles...). Il apparaît dans le Schéma Directeur des Systèmes d'Information de la DNP comme une entité technique ayant pour rôle de faciliter la circulation de l'information entre les principaux niveaux de gestion. Cette entité doit faire le lien entre l'échelle nationale (DNP, Muséum), le niveau régional (DIREN) et le niveau local.

L'ATEN est également chargé d'accompagner la mise en place du réseau Natura 2000 à différents niveaux : Formation des opérateurs (depuis 1999), publication d'un guide de réalisation des documents d'objectifs (2000), projet bilan-évaluation de la mise en œuvre du document d'objectifs (2004). Dans ce contexte se pose le problème d'une part, de faire le point sur l'état actuel des connaissances en matière de biodiversité et d'autre part, de la cartographie des sites Natura 2000 aux échelles locales (responsabilités des Conservatoires Botaniques Nationaux) et régionales voire nationales... C'est à ce niveau que l'ATEN a pris des initiatives dans le cadre d'études antérieures en utilisant l'outil « Tableau de Bord Géographique », un outil informatique d'aide à la gestion.

Ainsi, notre travail lancé par l'ATEN est parti intégrante de ce projet. Il concerne une démarche de spatialisation de la connaissance de la biodiversité au travers du Tableau de Bord Géographique (TBG). Le principal objectif de ce projet est de réaliser une cartographie de présences probables des Habitats de la Directive de la Communauté Européenne (Natura 2000), sur la zone biogéographique méditerranéenne. Cette démarche constitue une étape très intéressante car elle permettra l'apport de nouvelles données, de nouvelles cartes concernant la répartition des Habitats, ce qui est, à l'heure actuelle et dans le contexte de Natura 2000, au centre des préoccupations. Ainsi, cet outil peut intéresser l'ensemble des gestionnaires de l'espace, impliqués dans la mise en place du réseau Natura 2000.

Une première partie permettra d'apporter quelques précisions sur l'outil TBG ainsi que sur les applications antérieures du TBG dans une démarche de cartographie de Natura 2000. Ceci nous permettra de mieux appréhender la démarche mise en place dans notre projet et son apport spécifique. Enfin, après une présentation des résultats, les perspectives et limites du projet seront abordées.

2 CONTEXTE – HISTORIQUE DU PROJET – PROBLÉMATIQUE

2.1 LE TABLEAU DE BORD GÉOGRAPHIQUE

2.1.1 L'outil TBG

Le tableau de bord géographique est un outil d'aide à la gestion et à la planification, qui, à partir de données géographiques, offre de façon simple et rapide des cartographies et informations statistiques générales concernant : des descriptions du territoire, des diagnostics et scénarii, ainsi que des suivis d'actions...(C. MOUTON, 1998) (cf. *annexe 1*). Son principal intérêt est de rendre accessible des analyses de type SIG à des utilisateurs non-spécialistes et de valoriser les données disponibles.

En effet, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) invitent souvent à raisonner en termes de couches d'informations, possédant leurs propres typologie, logique... Ils permettent de réunir, dans un même système, des sources, des données différentes et de les combiner entre elles, pour mettre en œuvre des processus de choix spatiaux interactifs pour évaluer, par exemple, l'impact d'évènements sur le territoire (J.CLAUDIN, G. LIGNON, 1995).

Ceci est rendu possible au niveau du TBG grâce à une unité d'intégration qui agrège statistiquement les informations issues des couches à croiser. Il s'agit d'unités spatiales de référence qui reflètent l'organisation écologique du territoire. Ces dernières sont associées à une base de données et des fonctions automatiques d'interrogation développées, méthodes de sélection multicritères. Cependant, la base de données étant construite directement sur les unités de référence, toute l'information sur la spatialisation des données est perdue, à l'intérieur de ces unités. Ainsi, pour pallier cette perte d'information, un maillage raster a été intégré dans la structuration du Tableau de Bord Géographique, selon une proposition de Gérard Lignon (G.LIGNON, 2000). Il s'agit de relier la base de données non seulement aux unités de référence mais à chaque maille de la grille. Ces mailles sont ensuite attribuées à une unité de référence. Cette solution permet la conservation des informations sur la spatialisation des données à l'intérieur d'une unité.

L'outil permet une interrogation simple et rapide des unités spatiales de références afin de visualiser les résultats à travers des unités compréhensibles à l'utilisateur. Une interrogation directe à travers les mailles via l'outil est également rendue possible mais dans ce cas, la cohérence assurée par les unités de référence est perdue.

La restitution des résultats s'effectue automatiquement sous forme de cartes, d'histogrammes et de tableaux. Cependant, l'interrogation du TBG ne vise pas à obtenir l'information la plus précise mais la plus probable (J. CLAUDIN, S. MEYER-ROUX et G. LIGNON, 1996)

2.1.2 Applications antérieures du TBG dans une démarche de cartographie d'habitats Natura 2000

Dans ce cadre, seule l'approche « physionomique » a été traitée (NOVEL-CATIN, 1998), en se basant sur les travaux réalisés par J. C. Rameau définissant des clés de détermination des Habitats CORINE Biotopes, bâties sur des critères d'expertises ainsi qu'à partir de données cartographiques existantes.

La démarche mise en place sur le Parc National du Mercantour (CLAUDIN & RAMEAU, 1999) a consisté à réaliser une cartographie de localisation des unités physionomiques de végétation contenant potentiellement les Habitats forestiers de la Directive, à partir de clés de détermination des habitats (cf. *annexe 2*).

Ces clés d'identification des habitats permettent :

- d'identifier et de hiérarchiser les principales espèces caractéristiques d'une alliance ou d'un habitat
- de définir un lien permettant de passer de la classification CORINE biotopes à la classification phytosociologique lorsque celui-ci n'existe pas.

A l'issue du travail effectué sur ce site test (NOVEL-CATIN, 1998), on dispose d'une proposition d'échantillonnage qui facilite la phase de prospection de terrain et de délimitation précise des habitats, puisque l'on sait où prospecter avec un maximum d'efficacité (cf. *annexe 2*).

Par ailleurs, Claire Beisson, lors d'un projet Mastère SILAT (2000) a montré l'intérêt du TBG, pour répondre à la problématique de la DNP, c'est-à-dire, évaluer au niveau régional ou national, l'apport et la cohérence des différentes démarches pour la connaissance et le maintien de la biodiversité (inventaires ZNIEFF, ZICO, réseau Natura 2000). Son étude portait sur une région test, la région méditerranéenne (régions Languedoc-Roussillon, PACA et les départements de la Drôme et de l'Ardèche). http://www.espaces-naturels.fr/naturalis7/5outils/5_outi_2.htm

Cette démarche a été divisée en trois grands axes de travail traduisant les principales préoccupations de la DNP :

✓ **L'évaluation de la connaissance** : l'objectif visé consistait à évaluer l'apport des différents inventaires cartographiques (ZNIEFF, ZICO, Natura 2000) pour la connaissance de la biodiversité en France. Pour cela, un référentiel cartographique qui rend compte de la diversité des écosystèmes à l'échelle du territoire national a été retenu : le découpage des régions phyto-écologiques de G. DUPIAS et P. REY (1985). Ainsi, le gestionnaire peut confronter les différents inventaires à ce référentiel national afin d'évaluer les manques et de juger d'éventuelles redondances.

✓ **La spatialisation de la connaissance** : il s'agit de resituer ces inventaires, notamment Natura 2000, dans une connaissance plus globale de la diversité des Habitats en France.

Dans cette partie, une première ébauche de méthodologie de cartographie phytosociologique a été élaborée :

- Dans un premier temps, il s'agit de déterminer les formations végétales intéressantes pour décrire l'habitat considéré grâce à une entrée par la physionomie sur le TBG. Or, à une formation végétale peuvent correspondre plusieurs associations végétales (GUINOCHET, 1973).
- De ce fait, une deuxième étape a consisté à cartographier les alliances phytosociologiques uniquement à partir des aires de répartition des principales espèces caractéristiques. Ceci constitue l'entrée « espèces » du TBG.
- Dans une troisième étape, lorsque les alliances existent uniquement dans les zones géographiques identifiées, des informations concernant les localisations géographiques sont ajoutées à ces données sur les espèces : c'est l'entrée « espèces + mots clés géographiques » du TBG.
- Enfin, dans les autres cas, les aires de répartition des espèces sont ajoutées à un deuxième niveau de sélection faisant intervenir des paramètres écologiques (étages de végétation, occupation du sol, pente, altitudes). Il s'agit de l'entrée « espèces + écologie » du TBG.

Cependant, les premiers résultats de ce travail sont à utiliser avec beaucoup de précautions car la logique suivie n'a pas pu être totalement expérimentée et le début de validation à partir de ces résultats n'était pas suffisant.

✓ **L'aide à la planification** : cela concerne la pertinence des démarches de protection de la biodiversité au regard des tendances actuelles, des enjeux et des objectifs définis par les responsables. Cette démarche doit également permettre (à condition que l'on dispose de modèles) la réalisation de scénarii d'évolution ainsi que la définition d'indicateurs indispensable pour le suivi des actions.

Il s'agit de disposer de différentes données traduisant le contexte régional : fonctions exercées sur les territoires, pressions sur la biodiversité, enjeux identifiés et objectifs définis. Pour ce faire, Claire Beisson s'est basée sur l'un des neuf Schémas de Services Collectifs des Espaces Naturels et Ruraux SSCENR, élaborés par les DIREN. Il a pour objectif d'identifier l'offre actuelle des espaces naturels et ruraux, de confronter cette offre à la demande sociale et de faire des propositions pour l'avenir en définissant des objectifs territoriaux.

Dans le cadre de son projet de mastère SILAT (2002), Sarah Oswald a poursuivi le travail effectué par Claire Beisson sur la partie « aide à la planification », en s'appuyant également sur la région méditerranéenne (régions Languedoc Roussillon, PACA et les départements de la Drôme et de l'Ardèche). Son stage portait sur la mise en place d'une méthodologie de suivi et d'évaluation des sites Natura 2000, au regard « de l'état favorable de conservation des habitats » à l'échelon national en

utilisant l'outil Tableau de Bord Géographique. Ceci permet de restituer, à l'Europe, l'état des sites Natura 2000 et justifier ainsi les financements européens mis en œuvre.

Ce projet découle directement d'une commande du MEDD à l'ATEN, qui consiste à « proposer les expertises et études qui déboucheront sur des outils d'évaluation opérationnels des SIC (Sites d'Importance Communautaire). « Tant pour l'évaluation d'une politique publique en France que pour répondre aux obligations des Directives Habitats et Oiseaux, la France a besoin de bilans évaluation qui indiquent en quoi le programme d'actions énoncées (documents d'objectifs) a été réalisé, en quoi les moyens affectés étaient adaptés et en quoi l'état de conservation a été maintenu grâce aux actions menées ». Ainsi, l'objectif était de diffuser une méthode opérationnelle d'évaluation bilan des sites Natura 2000 afin que la France puisse en répondre devant l'Union.

Durant son projet, Sarah Osswald a préconisé, en s'appuyant sur des textes réglementaires, bibliographie ainsi que sur des expériences étrangères, qu'il était d'une part plus à notre portée, de mesurer les conditions de maintien de l'état de conservation plutôt que le bon état de conservation et d'autre part, qu'il s'agissait de deux démarches complémentaires.

Elle a alors utilisé la notion d'intégrité écologique, développée par les canadiens, qui repose sur l'idée principale que la capacité d'accueil et la qualité des habitats se mesurent surtout par leurs caractéristiques biologiques et physiques comme le type de sol, la topographie, la végétation, les masses d'eau et les régimes climatiques. Les écosystèmes sont intègres lorsque leurs composantes indigènes (plantes, animaux et autres organismes) et leurs processus (croissance, reproduction..) sont intacts. La santé et l'intégrité de ces composantes peuvent être modifiées temporairement et même de façon permanente par des causes naturelles, comme les inondations ou plus souvent par des activités humaines comme les changements dans l'utilisation des terres et la pollution.

L'idée est donc de mesurer les risques pour les habitats, liés aux activités humaines.

Le modèle Pression-Etat-Réponse (PER) a été retenu pour répondre à cette problématique. Il permet de formaliser les rapports de causalité et d'impact entre les activités anthropiques et l'environnement. Le MEDD s'est basé sur ce modèle pour construire le tronc commun des descripteurs régionaux de l'environnement. Afin d'éviter toute confusion, plutôt que le terme d'indicateur qui nécessite de se référer à un seuil ou valeur de référence, inexistant ici, le terme de descripteur a été choisi. Ces descripteurs deviendront des indicateurs de suivi-évaluation dès lors que des normes de référence seront définies, correspondant à des choix issus de jugement de valeur.

Dans la démarche, les descripteurs retenus sont directement fonction des données disponibles, d'ordre socio-économique et environnemental (données INSEE, RGA, SAGE...)

L'intégration des descripteurs dans le TBG permet ainsi la sortie de fiches types des sites Natura 2000 (Cf. *annexe 3*), décrivant pour chaque site, son contexte local, puis son contexte territorial quant

aux conditions de maintien de l'état de conservation. Leur représentation est effectuée sous formes de graphiques rendant les informations comparables. Les descripteurs étant identiques pour l'ensemble du territoire rendent alors possible la comparaison des sites entre eux mais ces descripteurs sont resitués dans leur contexte et les régions biogéographiques auxquelles ils appartiennent.

Le TBG permet alors une cartographie des sites selon un « classement » en fonction des conditions de maintien ou non, de l'état de conservation.

La description des sites donne une connaissance statique : image à un moment donné. Cette connaissance deviendra « dynamique » voire prospective dès lors qu'il y aura comparaison de 2 images du territoire à x années d'intervalle. Ainsi, la description de l'influence du contexte territorial sur les sites doit servir à améliorer la gestion des sites.

L'intérêt de la méthode développée par Sarah Osswald, repose sur la prise en compte d'une dimension globale du territoire et les interférences entre ses différents aspects : elle restitue les principaux enjeux du territoire des sites Natura 2000.

Les résultats de l'étude réalisée sur le Parc du Mercantour sont encourageants. Nous souhaitons, dans le cadre de notre projet, rendre cette démarche généralisable à l'ensemble d'une région plus étendue, la région biogéographique méditerranéenne.

D'autre part, notre étude s'inscrit tout à fait dans la continuité du projet de Claire Beisson. En effet, les résultats obtenus définissent les bases méthodologiques de notre étude qui a été réalisée en collaboration avec Jean-Claude RAMEAU (ENGREF) expert en phytosociologie.

Notre projet porte plus particulièrement sur la « Spatialisation de la connaissance » abordée par Claire Beisson, qui constitue la problématique fondamentale de notre étude.

2.2 PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS DU PROJET

Le nouveau projet lancé par l'ATEN, concerne une démarche de spatialisation de la connaissance de la biodiversité au travers du TBG.

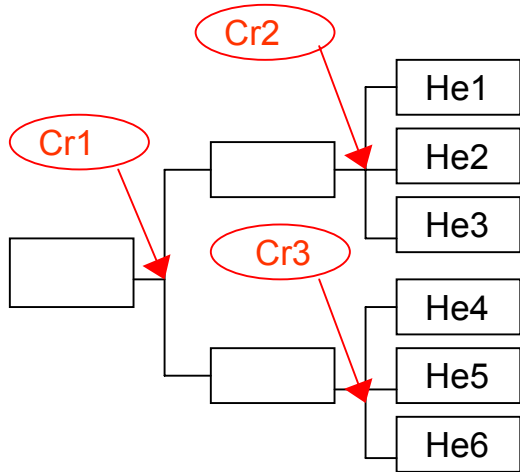
Le principal objectif de ce projet est de réaliser une cartographie de présences probables des grands types d'Habitats (Natura 2000) (cf. *annexe 4*) sur la zone biogéographique méditerranéenne.

Pour ce faire, deux entrées s'appuyant sur deux grands modèles conceptuels sont possibles :

- Une entrée par la phytosociologie, au niveau de l'alliance. Ce modèle phytosociologique qui a produit peu de démarches cartographiques, semble incontournable puisqu'il est la base de la démarche Natura 2000 et de la typologie associée CORINE Biotopes.
- Une entrée par la physionomie (niveau 3 de Corine Land Cover). De nombreux outils cartographiques adaptés à cette démarche existent, mais pour être utilisée dans le cadre de Natura 2000, elle nécessite l'existence d'un lien entre ces deux modèles.

Dire d'Expert

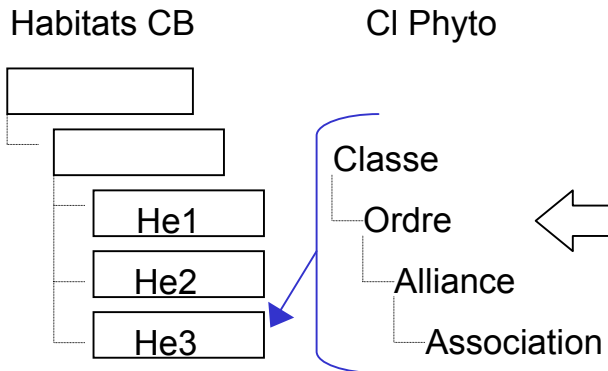
- 1 Mise en évidence des critères de détermination des Habitats à partir de documents papier



Cr : Critère de détermination des Habitats
He : Habitat élémentaire

- 2 Lien Habitat typologie CORINE Biotopes/ Phytosociologie

Ex : Forêt



CB : CORINE Biotopes
CI Phyto : Classification phytosociologique

Traduction du Dire d'Expert en couches géographiques numériques

Choix des couches, validées par Experts

- Couche de référence
- Couches descriptives (critères) :
Substrat
Etage de végétation
Physionomie végétale
...

Tableau de Bord Géographique (TBG)

- Intégration des couches géographiques numériques dans le TBG



- Elaboration des requêtes

Validation

Validation des résultats par expertise

Le projet peut alors se décomposer en quatre grands axes de travail (cf. *annexe 5 + schéma*) :

♦ **Un premier travail consiste à mettre en évidence des critères (ou mots-clés)** permettant de distinguer et d'identifier chacun des Habitats de la typologie CORINE Biotopes et de mettre en place un lien entre les Habitats et la classification phytosociologique correspondante. Cette démarche nécessite un fort apport d'expertise, c'est pourquoi elle s'effectue en collaboration avec J. C. Rameau (ENGREF).

Les résultats seront intégrés à un projet de site internet Kiosque Natura 2000 de l'ATEN, projet réalisé par la société Kaliop.

♦ **Ensuite, il s'agit de mettre en place le TBG, c'est-à-dire, choisir les unités de référence et les données cartographiques** à intégrer en fonction des critères de détermination d'Habitats prédéfinis en tenant compte d'une contrainte précise : utiliser des données existantes et disponibles au niveau national. La base de données associée pourra alors être créée.

♦ **La méthodologie de cartographie de présences probables des grands types d'Habitats peut, à ce stade, être élaborée.** L'analyse des possibilités d'utilisation du TBG est alors effectuée en utilisant les modules de « requête multicritères » et de « description statistique » en fonction de notre problématique, en collaboration avec la société GEOTER , Gérard Lignon.

♦ **Une dernière étape concerne la validation de la cartographie obtenue.** Il s'agit d'un repérage effectué, à l'aide de localisation connue d'Habitats de référence. Cette étape est effectuée en même temps que l'élaboration de la cartographie afin de comparer les résultats obtenus via le TBG et les informations dont on dispose sur les observations de terrain. Elle permet également d'améliorer les requêtes.

3 DÉMARCHE DE SPATIALISATION DE LA CONNAISSANCE DE LA BIODIVERSITÉ

3.1 LE SITE D'ÉTUDE ET LES CRITÈRES

3.1.1 Le site d'étude

L'étude porte sur la région biogéographique méditerranéenne. Pour matérialiser la limite de la région méditerranéenne par rapport à la région de l'Europe tempérée, une solution traditionnelle consiste à adopter pour limite, celle de la culture de l'Olivier. Cependant, se référer à une culture est très aléatoire car elle se trouve liée à des conditions de sol et exclut de ce fait des zones où le climat reste cependant du type considéré.

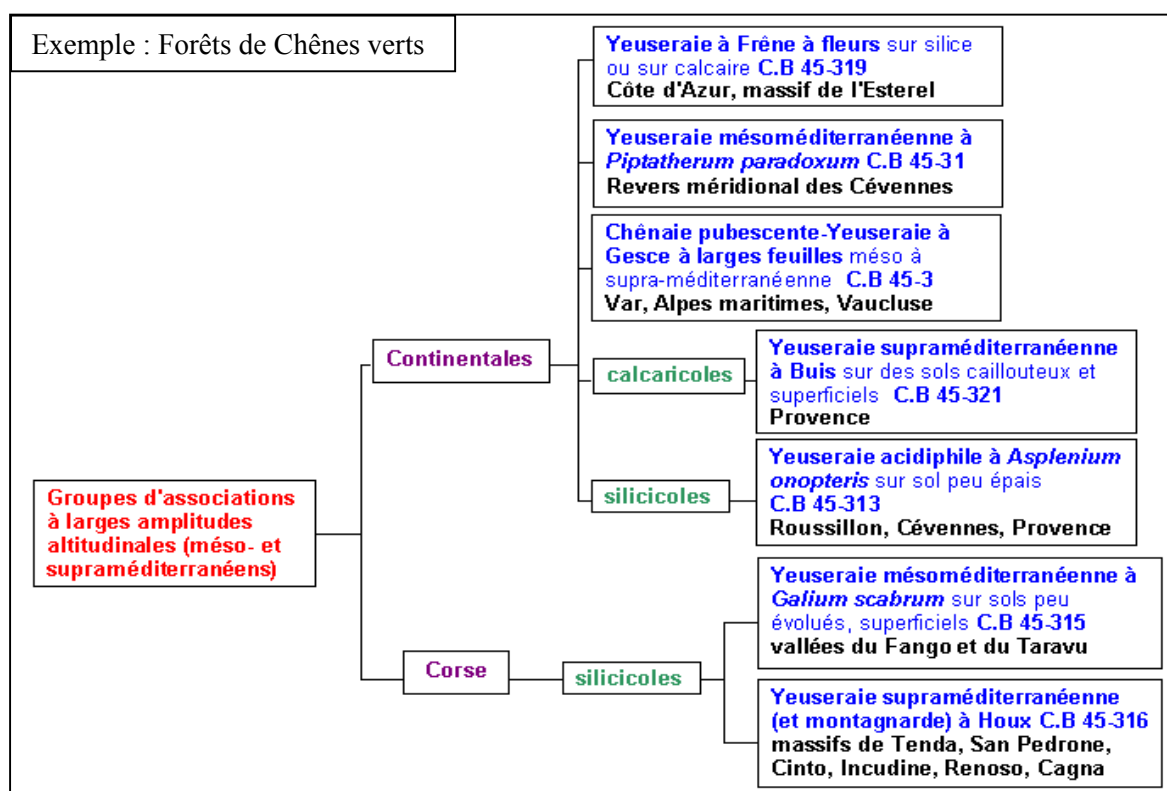
3.1.2.1.1 Détermination des critères d'identification des Habitats

Elle a été effectuée en deux étapes :

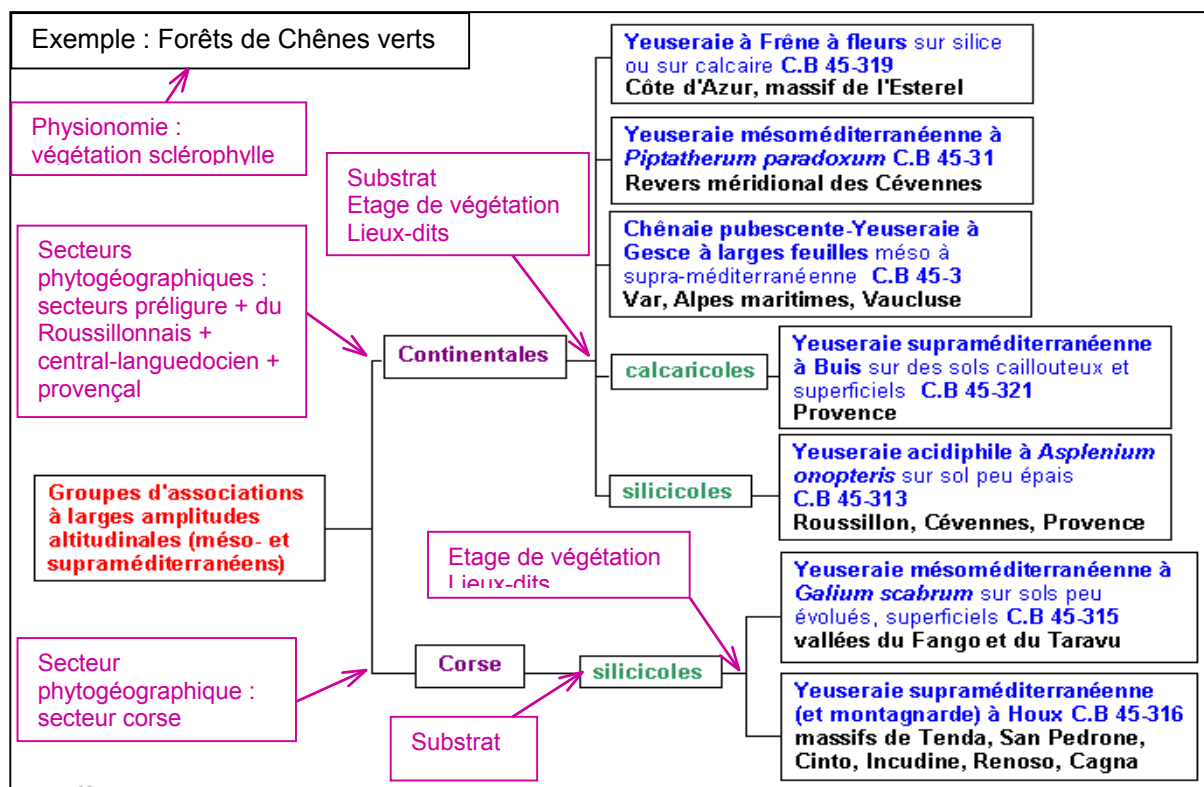
Il s'agit dans un premier temps, de travailler sur les documents papier fournis par J. C. Rameau, afin de mettre en évidence, à chaque dichotomie rencontrée, des critères ou mots-clés qui permettent de distinguer et identifier chacun des habitats. En effet, les grands complexes d'habitats de la nomenclature CORINE Biotopes (cf. *annexe 14*) sont organisés sous forme d'une arborescence. Plus on descend dans les niveaux, plus on obtient des précisions concernant la description des habitats.

Afin de faciliter la compréhension du travail effectué, nous avons choisi de traiter un exemple, à titre didactique : les forêts de Chênes verts.

FIG 1. Présentation des documents originaux sur lesquels a porté notre étude : il s'agit des habitats décrits selon la nomenclature CORINE Biotopes.
Sur ce document, chaque habitat élémentaire apparaît en bleu.



L'objectif est de mettre en évidence, à chaque dichotomie rencontrée, des critères ou mots-clés permettant d'identifier et de distinguer chaque habitat.



Les différents mots-clés définis peuvent concerner :

- La localisation géographique en prenant en compte non seulement les grands territoires phytogéographiques (domaine-secteur- district... par exemple domaine liguro-thyrrénien) mais aussi les lieux-dits (situations locales et précises : par exemple, Corbières).
- La situation écologique, c'est-à-dire mettre en évidence les critères écologiques (substrat, étage de végétation, exposition, topographie...) qui décrivent au mieux les habitats.
- La physionomie végétale de l'habitat qui constitue un premier critère d'identification dans les grands complexes d'habitats de la typologie CORINE Biotopes.

L'ensemble de ce travail a été validé par J. C. Rameau.

La suite de la démarche consiste à trouver les couches géographiques numériques adéquates permettant de traduire le plus précisément possible la liste des critères déterminés. Certaines de ces couches sont déjà présentes dans le Tableau de Bord Géographique, notamment concernant le Continent et semblent convenir à la problématique.

Il s'agit de :

Tableau 1: Les données déjà existantes dans le TBG (cf. annexe 7).

Description	Echelle	Utilité ou informations qu'on peut tirer
carte des régions phyto-écologiques de G.DUPIAS et P.REY (1985)	1/ 1 000 000	référentiel écologique national (unité de référence), lieux-dits
BD géographiques des sols d'Europe	1/ 1 000 000	la roche mère, la texture ou encore la profondeur des sols
MNT MONA	(Maille 250m, ΔZ : 3,5m – 12,5m dans les zones de fort relief)	les altitudes, les pentes et les expositions
carte de la végétation potentielle de la France réalisée par P. OZENDA et M. J. LUCAS (1986)	1/1 500 000	les étages et les séries de végétation
couche Corine Land Cover (1987-1988)	1/100 000	les formations végétales

Il a été nécessaire de procéder à l'acquisition de données supplémentaires concernant l'ensemble de la zone d'étude plus particulièrement, la Corse, données qui ont été ajoutées et intégrées au TBG :

Tableau 2 : Les données acquises pour l'ensemble de la zone d'étude et la Corse (cf. annexe 7).

Description	Echelle	Utilité ou informations qu'on peut tirer
carte des limites des régions forestières départementales de l'IFN (continent + Corse)	1/25 000	unité de référence
carte du découpage phytogéographique de la région méditerranéenne, comprenant la Corse (s'appuie sur la carte de G. DUPIAS et P. REY)	1/ 1 000 000	localisations géographiques
MNT MONA Corse	(Maille 250m, ΔZ : 3,5m – 12,5m dans les zones de fort relief)	les altitudes, les pentes et les expositions
carte de la végétation de la France – Corse (1965) réalisée par G. DUPIAS, H. GAUSSEN, M. IZARD et P. REY	1/200 000	les étages de végétation et les types de sols
couche Corine Land Cover (1987-1988) Corse	1/100 000	les formations végétales

Tout ce travail réalisé permet d'alimenter l'entrée « écologie » au niveau du tableau de bord géographique.

3.1.2.1.2 Détermination d'un lien entre Habitats/ Classification phytosociologique correspondante

Là encore, deux étapes ont été nécessaires :

Il s'agit, pour chacun des grands complexes d'habitats auxquels nous nous intéressons, de mettre en place une correspondance entre les Habitats de la typologie CORINE et la classification phytosociologique syntaxonomiques (cf. *annexe 8 et 14*). Les documents papiers fournis par J. C. Rameau ont à nouveau été utilisés en faisant figurer pour chaque type d'habitat, toute la hiérarchie phytosociologique correspondante afin d'arriver jusqu'au niveau phytosociologique le plus détaillé, en l'occurrence l'association voire la sous-association pour certains habitats.

Une fois encore, pour faciliter la compréhension, nous avons pris le même exemple traité précédemment (forêts de Chênes verts).

Pour mettre en place cette correspondance, nous disposons de documents explicitant les différentes classifications phytosociologiques rencontrées en région méditerranéenne.

FIG 3. Présentation des documents explicitant les différentes classifications phytosociologiques des habitats élémentaires de forêts de Chênes verts

Phytosociologie: groupements méditerranéens d'arbres et d'arbustes souvent sempervirents et sclérophylles

Groupements méditerranéens d'arbres et d'arbustes souvent sempervirents et sclérophylles
 Classe: *Quercetea ilicis*: communautés méditerranéennes, d'arbres ou d'arbustes souvent sempervirents et sclérophylles:
 Ordre: *Quercetalia ilicis*: communautés arborées fermées
 Alliance: *Quercion ilicis*: communautés du méditerranéen subhumide
 Sous-alliance: *Quercenion ilicis*: chênaies vertes méditerranéennes (C.B 45-3)

Groupe d'Associations les plus thermophiles:
Arisaro-Quercetum ilicis: yeuseraie thermophile à la base du mésoméditerranéen; Var, Alpes maritimes (****)
Groupe d'Associations mésoméditerranéens:
Epipactido microphyllae-Quercetum ilicis: yeuseraie mûre continentale du mésoméditerranéen, conditions sciaphiles; S-E de la région méditerranéenne (****)
Viburno tini-Quercetum ilicis: yeuseraie calcicole mésoméditerranéenne à Laurier tin; Provence (****)

Groupe d'Associations à large amplitude altitudinale (mésoméditerranéen parfois inférieur, supraméditerranéen parfois):

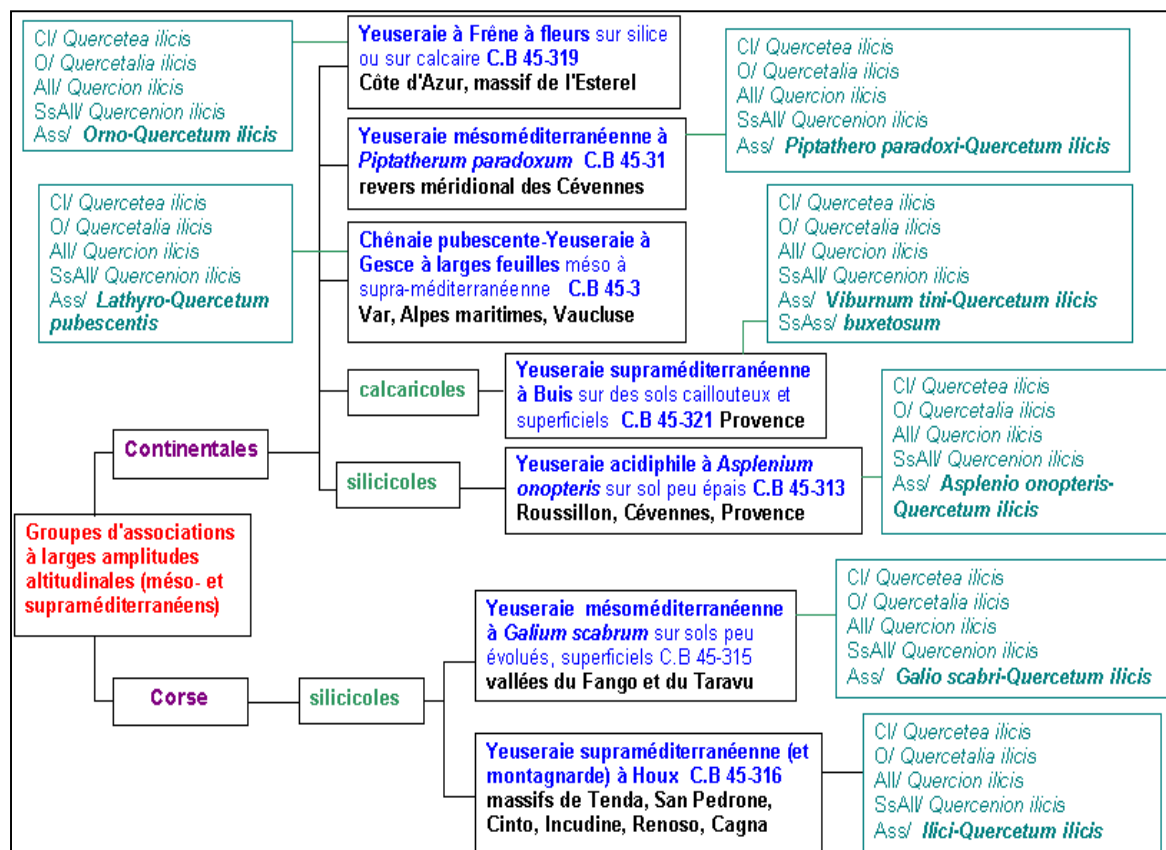
Piptathero paradox-Quercetum ilicis: yeuseraie calcicole mésoméditerranéenne: revers méridional des Cévennes (***)
Asplenio onopteris-Quercetum ilicis: yeuseraie acidiphile mésoméditerranéenne; Cévennes, Pyrénées orientales
 Sous-associations : *ilicetosum*: peuplement d'f au mésoméditerranéen; Cévennes (Espinouse, Caroux)
Lathyro-Quercetum pubescentis: chênaie pubescente-yeuseraie à Gesce à larges feuilles; Alpes maritimes, Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse de 200 à 900 m (****)
Orno-Quercetum ilicis: yeuseraie mésoméditerranéenne à Frêne à fleurs; sur calcaire; "Côte d'Azur"
Viburnum tini-Quercetum ilicis: yeuseraie calcicole supraméditerranéenne;
 Sous-associations : *buxetosum*: Provence
Gallio scabri-Quercetum ilicis: yeuseraie mésoméditerranéenne à Gaillet scabre, Corse (vallée du Fangu) (*****)
ilici-Quercetum ilicis: yeuseraie supraméditerranéenne à Houx; Corse

Séparation des associations végétales selon leur localisation géographique
¹ associations de la région méditerranéenne (large extension géographique)
² associations du Languedoc-Roussillon
³ associations de la Provence-Alpes-Côtes d'Azur
⁴ associations de Corse

L'accolade en rose précise le groupe d'associations concernant les habitats de forêts de Chênes verts, considérés.

Nous avons repris les habitats décrits selon la nomenclature CORINE Biotopes en faisant figurer, en vert, toute la classification phytosociologique correspondante.

FIG 4. Présentation du lien entre les habitats de la typologie CORINE Biotopes et la classification phytosociologique



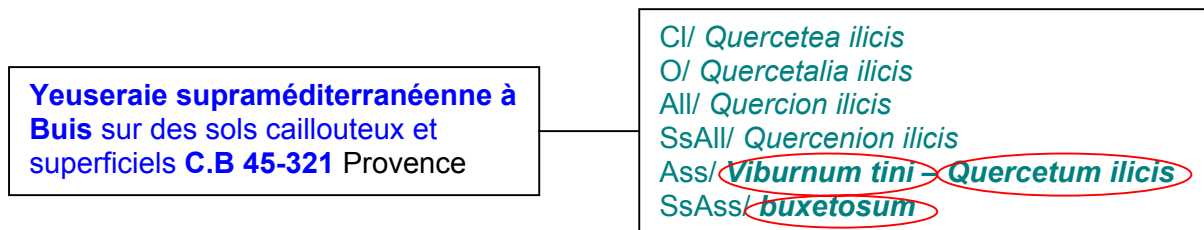
C'est à partir de ces documents que nous pourrions mettre en évidence les principales espèces caractéristiques relatives à chaque habitat.

L'objectif de cette étape est double :

- D'une part, elle aidera la société Kaliop à mettre en place plus facilement, les liens entre les habitats CORINE et la phytosociologie sur leur site internet (cf. annexe 14).
- D'autre part, au niveau de notre projet, elle permet l'obtention de renseignements supplémentaires sur le choix des espèces à utiliser, concernant l'entrée « espèces » au niveau du tableau de bord géographique.

Ainsi, après retour des documents revus et corrigés par J. C. Rameau, pour valider la correspondance entre les Habitats CORINE Biotopes et la classification phytosociologique, la démarche consiste à reprendre, plus précisément, toute la hiérarchie phytosociologique validée, pour chacun des Habitats des grands complexes étudiés. Le but est de faire ressortir les espèces végétales caractéristiques décrivant au mieux les Habitats.

Prenons le cas d'un feuillus des forêts méditerranéennes sempervirentes et sclérophylles. La détermination des espèces végétales permettant de caractériser chaque habitat, est déduite des descriptions phytosociologiques présentées de la façon suivante :



Dans ce cas, dans les documents phytosociologiques que nous disposons, nous arrivons à identifier trois espèces caractéristiques au niveau de l'alliance: *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Buxus sempervirens*.

En ce qui concerne les Habitats forestiers, des informations supplémentaires telles qu'une liste d'espèces végétales « indicatrices » du type d'habitat, figurant dans les cahiers d'Habitats (cf. *annexe 9*) sont disponibles (Les cahiers d'habitats pour les pelouses/prairies, Landes/ Fruticées, Rochers/ Eboulis sont en cours d'élaboration).

Ainsi, des questions peuvent se poser concernant le choix des données à utiliser : espèces caractéristiques issues de la phytosociologie ? Espèces indicatrices issues des cahiers d'habitats ? Les deux ?

Ce choix sera effectué dans la partie méthodologie.

Dans une seconde étape, les données concernant les aires de répartition des espèces végétales caractéristiques et « indicatrices » identifiées pour chaque habitat ont été récupérées, dans la banque de données phytosociologiques SOPHY « Banque de données botaniques et écologiques » (cf. *annexe 10*), accessible sur Internet (<http://sophy.u-3mrs.fr/>) et intégrées au TBG.

Cette banque de données recense la présence et l'abondance de 4300 taxons dans 155 000 relevés situés dans toutes les sortes de formations végétales. Les données proviennent des inventaires relativement standardisés par le protocole de la phytosociologie et publiés dans environ 2000 publications depuis un siècle en France. La zone méditerranéenne et la Corse sont particulièrement bien couvertes par les relevés. Elle fournit d'une part, des cartes de présence observée, d'autre part, des cartes de présences probables pour les mêmes taxons.

Dans le cadre de notre étude, seules les cartes de présence observée ont été retenues.

La présence des différentes espèces végétales est représentée sur les cartes du site par des symboles dont le centre est situé sur le lieu du relevé. En récupérant cette information, les symboles ont pu être en quelques sortes « spatialisés », c'est-à-dire que la totalité de la surface couverte par le symbole

est considérée comme une zone de présence de l'espèce végétale. La localisation de chaque symbole est réalisée grâce aux mailles.

3.1.2.1.3 Détermination des localisations géographiques pour l'ensemble de la zone d'étude

Tous les lieux-dits cités dans les documents papiers fournis par J.C. Rameau, ont été répertoriés et associés, lorsque cela était possible, aux codes des lieux-dits définis dans les régions phytocéologiques de G. DUPIAS et P. REY. Par ailleurs, lorsque ces localisations d'habitats s'avèrent peu précises, faisant références à une région ou à un département, les cartes de l'INSEE relatives aux départements, aux cantons ou aux régions seront utilisées.

Une base de données a été établie afin de faire apparaître, pour chaque lieu considéré, la liste des habitats susceptibles d'être rencontrés.

3.1.2.2 Données de validation : localisations connues d'Habitats de référence

Des localisations connues d'Habitats de référence sont nécessaires pour deux raisons :

- Afin de pouvoir valider les résultats de la cartographie de présences probables d'habitats obtenus via le TBG
- Afin d'améliorer les résultats obtenus via le TBG

Elles n'ont pas été faciles à acquérir. Après de nombreuses demandes auprès des fondateurs de la base de données SOPHY, le site du ministère de l'écologie et du développement durable (<http://natura2000.environnement.gouv.fr/habitats/idxhab.html>) a été finalement utilisé. En effet, il est possible d'effectuer des recherches de sites Natura 2000 par types d'habitats et donc de connaître la présence et la localisation de l'habitat choisi (cf. *annexe 11*).

D'autre part, nous utiliserons les données sur les inventaires Natura 2000, qui ont été intégrées au TBG, suite au travail de Claire Beisson.

Dans le dossier définitif, il est indispensable de disposer de données de localisations (x, y) d'habitats de référence (cf. *annexe 12*). A défaut, des localisations de sites Natura 2000 (la plupart du temps au 1/25000^{ième}) seront utilisées.

3.2 MÉTHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE DE PRESENCES PROBABLES D'HABITATS

Pour répondre à notre objectif, c'est-à-dire réaliser une cartographie des présences probables des grands types d'habitats sur la zone biogéographique méditerranéenne, différents types d'approches ont été mis en place, en imaginant les attentes probables des utilisateurs. Ainsi, trois entrées différentes au niveau du TBG ont pu être élaborées :

◆ D'une part, l'utilisateur peut s'intéresser à un habitat particulier et voudrait savoir où il a des chances de le rencontrer, connaître la présence probable de l'habitat : Dans ce cas, deux entrées sont disponibles au niveau du TBG, selon les connaissances qu'il détient sur l'habitat :

❶ Une première **entrée concerne les critères écologiques et la physionomie végétale** :

Dans un premier temps, si les différents critères écologiques qui permettent d'identifier cet habitat ne sont pas connus par l'utilisateur, il pourra les récapituler, soit par l'intermédiaire du travail effectué en amont sur les habitats de la typologie CORINE, soit en consultant le site internet Kiosque Natura 2000 de l'ATEN.

Ainsi, l'utilisateur, par requête multicritère va interroger le TBG en sélectionnant pour chaque thème écologique (substrat, étage de végétation, physionomie végétale...), le critère correspondant à l'habitat. Il obtiendra alors, une cartographie de présences probables de l'habitat. Par ailleurs, grâce au module de « caractérisation de la sélection » du TBG, il pourra connaître la représentation du ratio de chaque critère sélectionné par rapport à la sélection considérée, dans l'unité de référence choisie (en général, la carte des régions phyto-écologiques de Dupias et Rey ou la carte des limites des régions forestières de l'IFN).

❷ Une seconde **entrée concerne les « espèces végétales »** :

Une fois encore, si l'utilisateur ne connaît pas la classification phytosociologique correspondante à l'habitat considéré, il peut s'en référer au site internet Kiosque Natura 2000 de l'ATEN.

Dans ce cas, l'utilisateur sélectionnera les espèces caractéristiques ou indicatrices de l'habitat choisi. Il obtiendra une carte de présence probable de l'habitat sélectionné.

Ainsi, pour ces deux dernières entrées, nous allons mettre en évidence les différentes méthodes mises en place afin de répondre à notre objectif principal.

◆ D'autre part, une autre question qui pourrait être posée par un utilisateur concernant les habitats : je me trouve dans tel lieu (localisation précise ou grand ensemble), quels habitats suis-je susceptible de rencontrer ?

Pour répondre à cette question, une **entrée par les lieux-dits ou mots clés géographiques** a été mise en place. Il suffit alors à l'utilisateur, de sélectionner, par requête multicritère, le lieu qui l'intéresse pour que le TBG dresse une liste des habitats présents. Pour aller plus loin dans la démarche, une liste des caractéristiques écologiques correspondantes au polygone se référant au lieu considéré, est également proposée, par le biais du module « caractérisation de la sélection ».

3.2.1 Entrée « critères écologiques »

Afin de mieux appréhender la méthode de cartographie mise en place de façon quasi-automatique au niveau du TBG, (l'utilisateur ayant juste à entrer les critères l'intéressant grâce au module d'interrogation par requête multicritères), plusieurs essais ont été effectués sous SIG avec le logiciel Mapinfo, en se basant sur une utilisation des critères écologiques.

3.2.1.1 Mise en œuvre des clés, approche classique SIG (Mapinfo)

Le but de cette étape est de réaliser un croisement brut des différentes couches géographiques numériques, grâce à l'outil « overlay.mbx » sur Mapinfo.

La première phase a alors consisté à sélectionner un habitat au hasard parmi les habitats auxquels nous nous sommes intéressés et à récapituler les différents critères écologiques intervenants dans sa détermination et son identification.

Notre choix s'est porté sur l'habitat (C.B 45.211) suivant : « Suberaie mésophile à Cytise de Montpellier, station du mésoméditerranéen à *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* ».

Les critères écologiques permettant de l'identifier sont :

- Au niveau du découpage phytogéographique : l'habitat intéresse les secteurs préligure et provençal
- Au niveau de l'étage de végétation : l'habitat est présent à l'étage mésoméditerranéen
- Au niveau de la physionomie végétale : l'habitat appartient à la végétation sclérophylle

3.2.1.1.1 Croisement brut des couches

Dans Mapinfo, nous avons fait figurer les couches correspondantes à chacun des critères à l'aide de requêtes SQL.

Exemples de requêtes SQL effectuée sur MapInfo

Sélection SQL

Colonnes: AIRELUP, coderegionphytoge, regionphytoge

Tables: découpagephytoqéc

Critères: coderegionphytoge in ("1.1.1", "1.1.2", "2.4.2", "2.4.1.1", "2.4.1.2", "2.4.3")

Grouper par Colonnes:

Trier par Colonnes:

Résultat dans Table: Selection

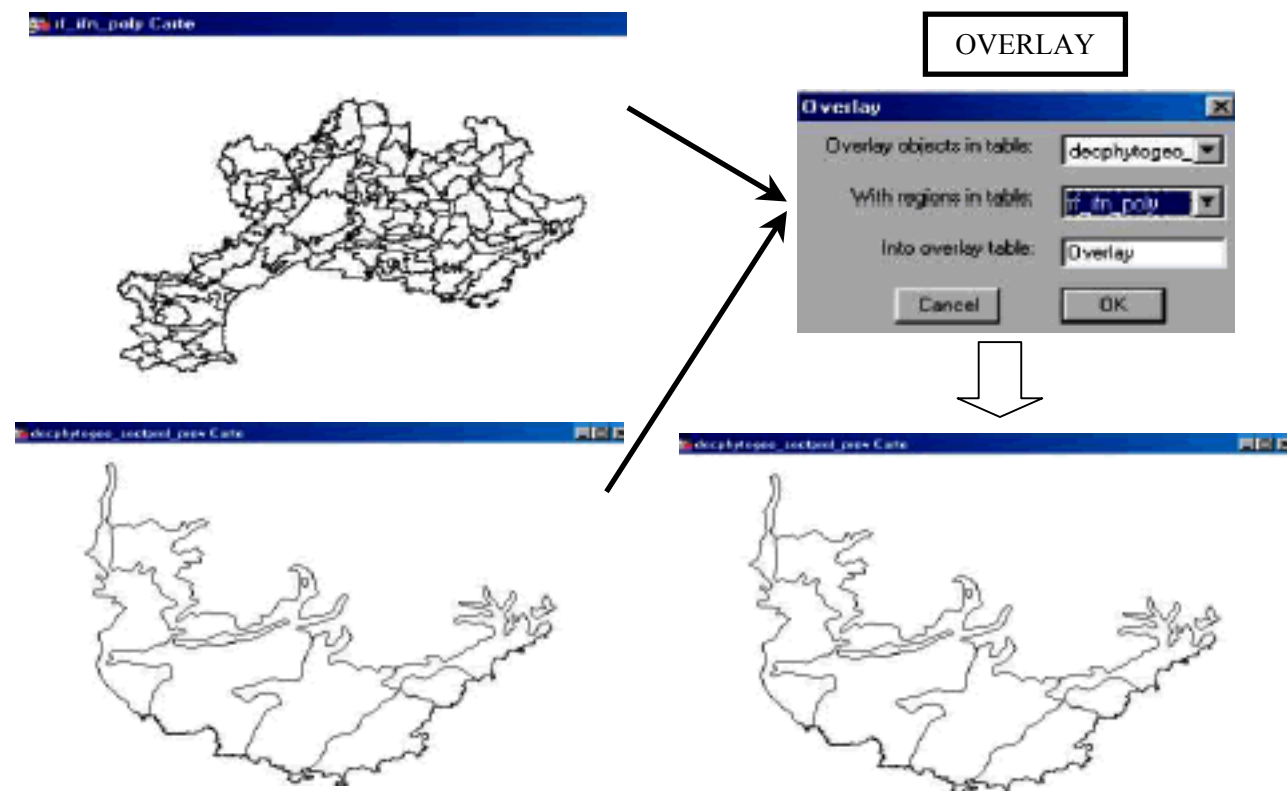
Afficher les données résultat

OK Annuler Effacer Vérifier Aide

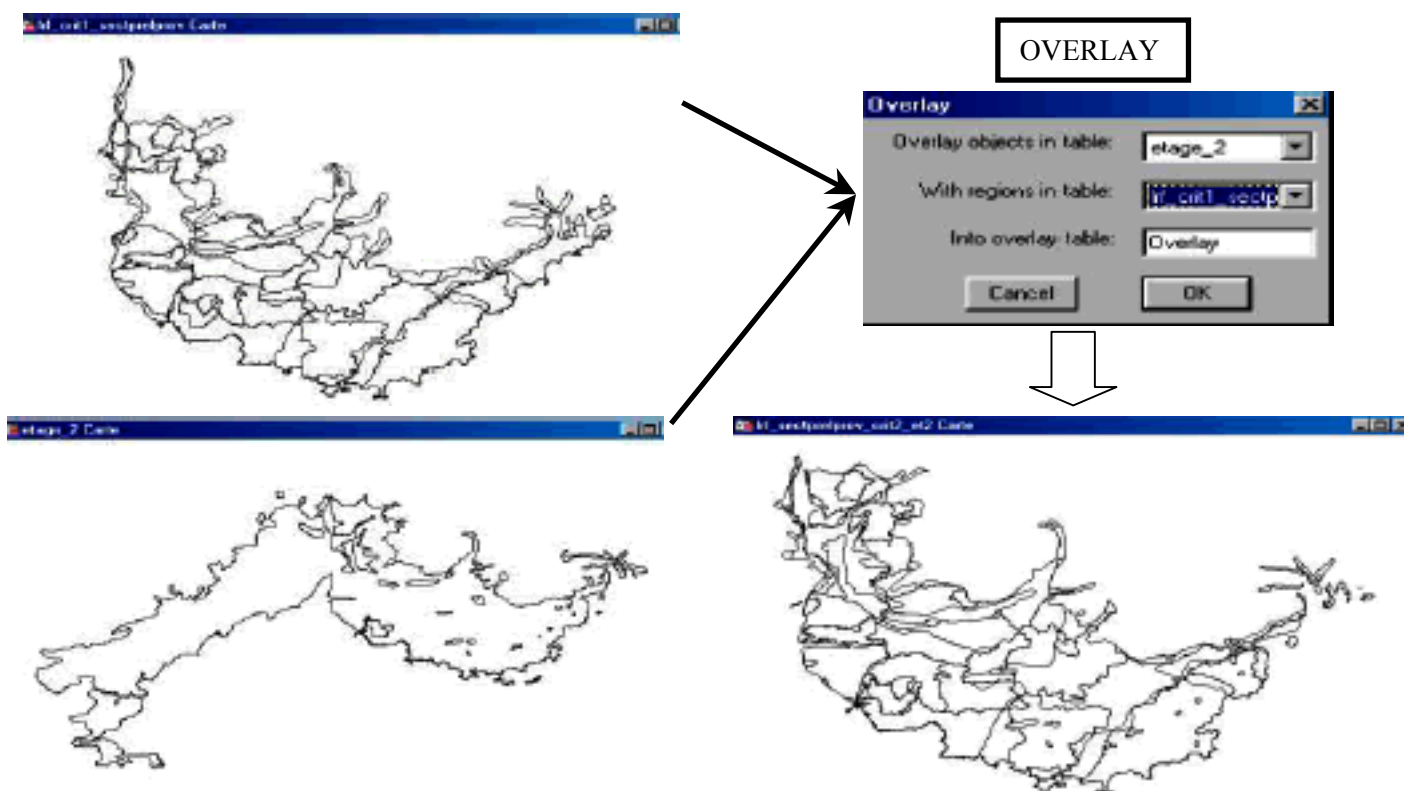
Sauver Modèle Charger Modèle

Tables Colonne Opérateurs Agréger Fonctions

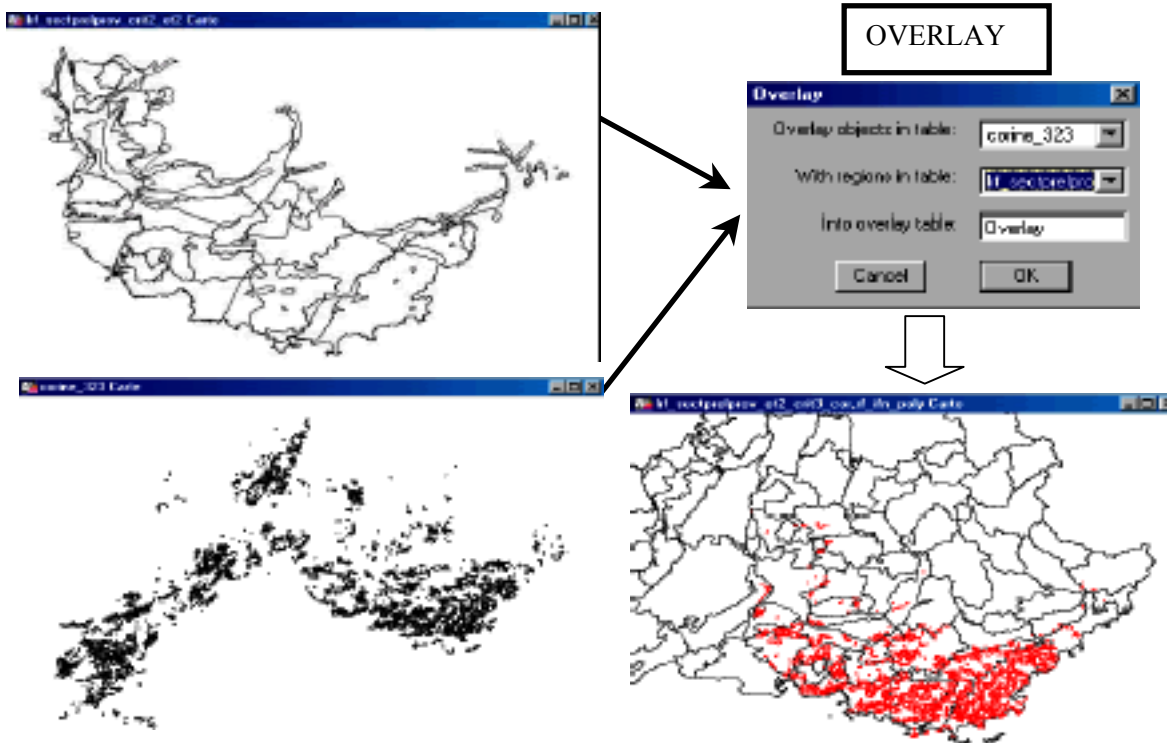
Dans un premier temps, comme l'intérêt se porte sur un habitat forestier, la carte des régions forestières de l'IFN a été croisée avec la carte des découpages phytogéographiques concernant uniquement les secteurs préligure et provençal.



Puis, la couche obtenue a été croisée avec l'étage de végétation considéré, c'est-à-dire l'étage mésoméditerranéen.



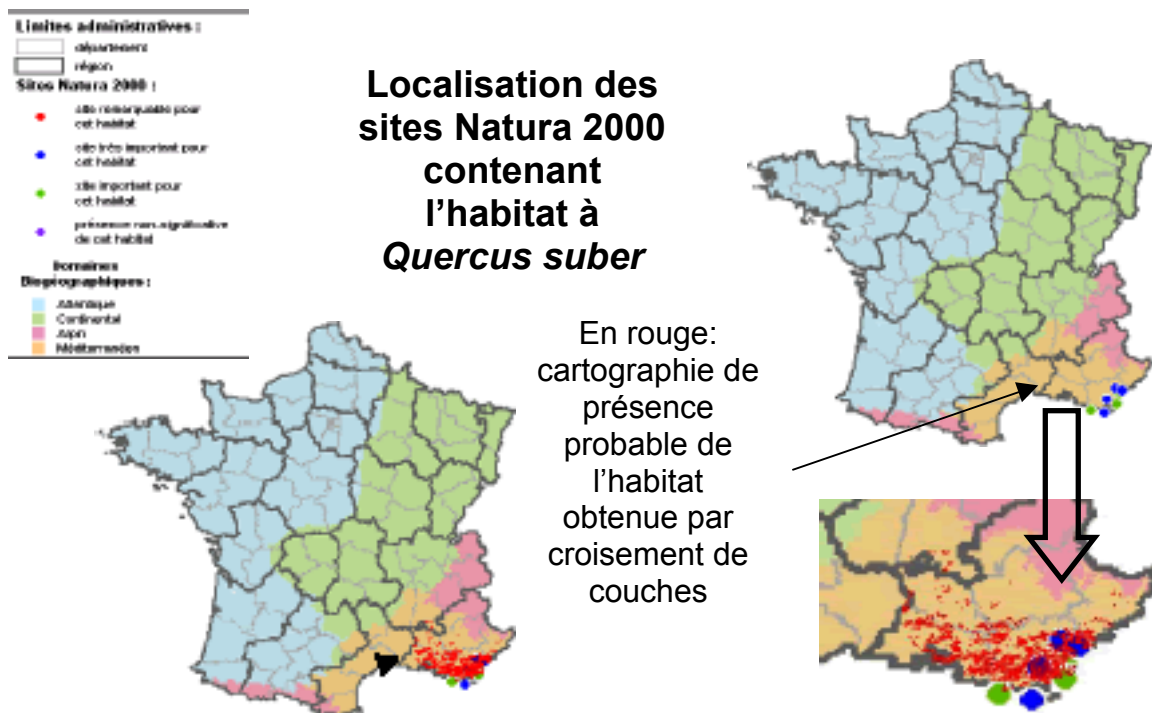
Enfin, cette couche résultat a été à nouveau croisée avec la végétation sclérophylle sélectionnée sur la couche Corine Land Cover.



Ainsi, au fur et à mesure des croisements, des localisations de plus en plus précises se sont dessinées, localisations dans lesquelles l'habitat considéré est susceptible d'être rencontré.

3.2.1.1.2 Vérification du résultat avec la référence et amélioration de la cartographie

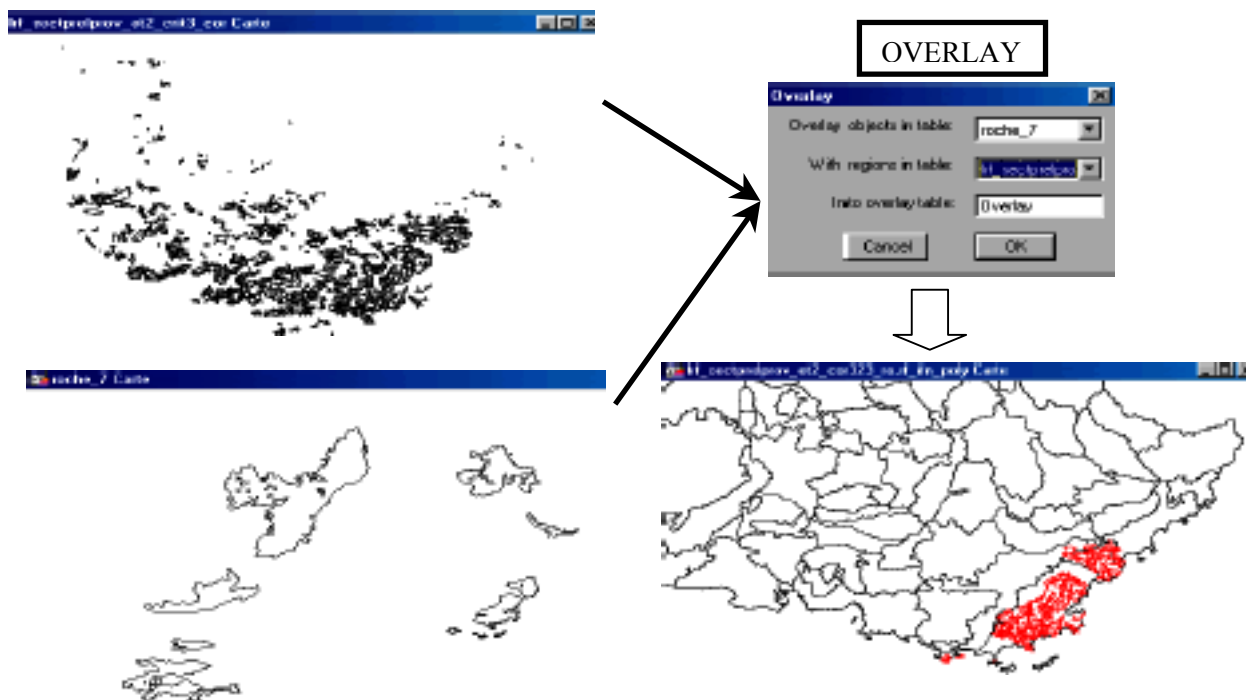
Sur le site du ministère, nous avons recherché la carte des sites Natura 2000 contenant l'habitat « forêt à *Quercus suber* » correspondant à l'habitat considéré précédemment, afin de pouvoir effectuer un repérage entre la cartographie de présence probable de l'habitat (en rouge) obtenue via le TBG, avec la symbolisation des sites Natura 2000 comprenant l'habitat considéré.



En rouge: cartographie de présence probable de l'habitat obtenue par croisement de couches

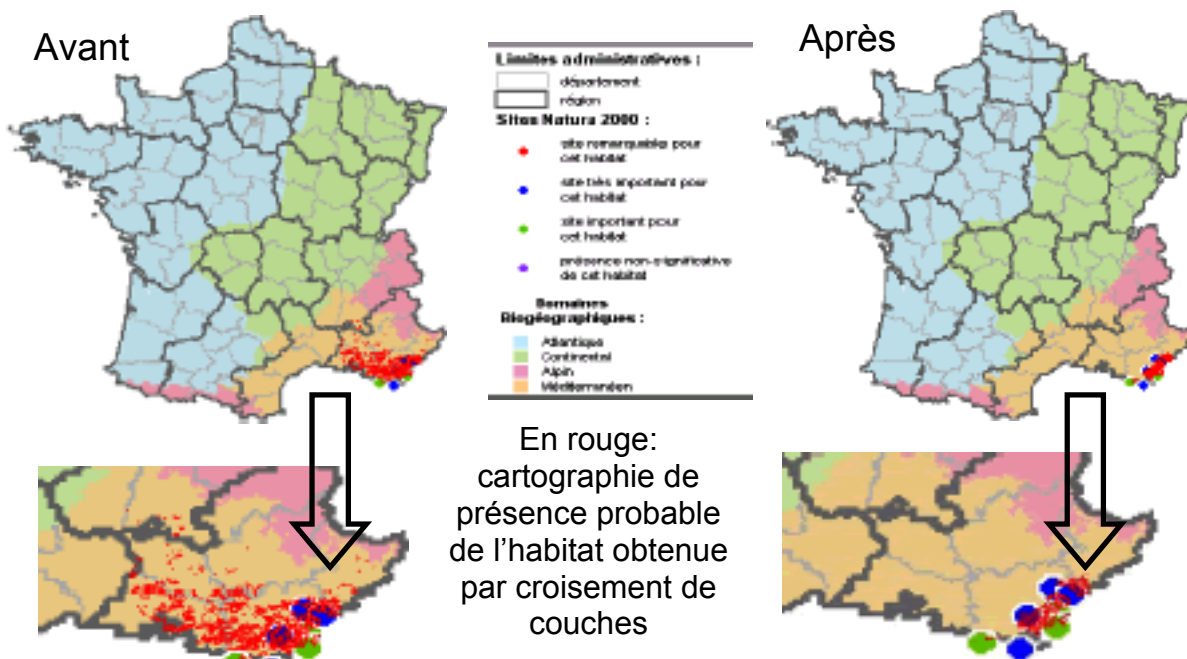
Ainsi, le résultat obtenu par croisement brut des couches via un SIG, afin de cartographier la présence probable de l'habitat, semble être relativement correct.

Par ailleurs, sur la couche de référence, il s'avère que les sites Natura 2000 comportant l'habitat à *Quercus suber* sont tous, situés en Provence cristalline. Ainsi, la cartographie obtenue peut probablement être améliorée, en ajoutant un critère écologique supplémentaire concernant le type de substrat, critère qui n'avait pas été spécifié dans les documents, auparavant.



L'ajout du critère écologique concernant le type de substrat améliore davantage la cartographie de présence probable de l'habitat.

Amélioration de la cartographie de présence probable de l'habitat à *Quercus suber* grâce au critère « substrat » ajouté



D'autres essais de cartographie de présences probables d'autres types d'habitats ont également été effectués via cette méthode et ont donné des résultats très encourageants.

3.2.1.1.3 Discussion sur la méthode

Cette méthode de croisement brut des différentes couches sous SIG semble tout à fait convenir dans l'obtention d'une cartographie de présence probable d'un type d'habitat donné. Cependant, ces résultats sont à prendre avec précautions.

En effet, de nombreuses couches à échelles différentes ont été utilisées (cf chapitre 2.1.2.1.1) : les couches à petites échelles sont beaucoup moins précises et beaucoup plus généralisées que les couches à échelles plus importantes. Ainsi, il se peut que l'information apportée par la carte ne corresponde pas exactement à la réalité du terrain.

Or, par le biais de cette méthode de croisement brut de couches, de petits polygones de présences probables de l'habitat ont été individualisés. Cependant, il est très probable qu'en effectuant une prospection terrain dans ces localisations, l'habitat auquel on s'intéresse ne soit pas retrouvé. Ainsi, il serait peut-être plus judicieux pour l'utilisateur, d'obtenir une cartographie moins précise, c'est-à-dire ciblant des polygones plus larges contenant de façon quasiment certaine l'habitat.

3.2.1.2 Mise en œuvre des clés suite à des unités de référence (Mapinfo)

Lors de cette étape, nous avons voulu avoir une démarche identique à celle mise en oeuvre au niveau du TBG, en utilisant un SIG. Ainsi, le but est de considérer une unité de référence, unité qui rend compte du fonctionnement écologique du territoire et de la croiser avec chacune des couches géographiques qui traduit les critères écologiques de détermination de l'habitat. Cependant, contrairement à la méthode testée auparavant, il s'agit dans ce cas, de donner les résultats des croisements par rapport à l'unité de référence choisie, en mettant en évidence le ratio de l'unité de référence intéressé par chacun des critères.

Ainsi, le même exemple traité précédemment a été utilisé : l'habitat (C.B 45.211) « Suberaie mésophile à Cytise de Montpellier, station du mésoméditerranéen à *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* ».

Puisqu'il s'agit d'un habitat forestier, la couche de référence qui semble le mieux convenir est la carte des limites de régions forestières de l'IFN.

Cette couche a alors été intersectée avec chacune des couches relatives aux critères écologiques propres à l'habitat, de la même manière que précédemment (outil overlay). Les ratios ont été obtenus en rapportant la surface des polygones concernant le critère considéré par rapport à la surface du polygone de la région forestière intéressée par le critère.

Contrairement à la méthode précédente, les zones prospectables obtenues sont données directement par les polygones de la carte des limites des régions forestières avec les ratios de chacun des

critères. Ainsi, pour pouvoir localiser les zones où l'habitat est susceptible d'être rencontré, il s'agit de déterminer des seuils pour chaque critère.

Une comparaison entre cette démarche et celle mise en œuvre au niveau du TBG sera effectuée dans la partie « Discussion ».

3.2.1.3 Mise en œuvre des clés avec le TBG

Cette démarche a été choisie afin de réaliser la cartographie de présences probables des Habitats de la Directive. Elle sera présentée dans la partie « résultat ». (cf. *annexe 13*)

3.2.2 Entrée « espèces végétales »

Le but est de proposer une méthodologie globale de cartographie de présences probables des habitats, en utilisant comme entrée, les espèces végétales. Or, à l'heure actuelle, seuls les habitats forestiers sont caractérisés par deux sortes de données sur les espèces (espèces caractéristiques issues de la phytosociologie et espèces « indicatrices » des cahiers d'habitats). Ainsi, cette partie sera exclusivement consacrée aux habitats forestiers.

La méthodologie ainsi élaborée, pourra alors être utilisée ultérieurement, pour les autres habitats, lorsque les cahiers d'habitats des autres grands complexes seront édités.

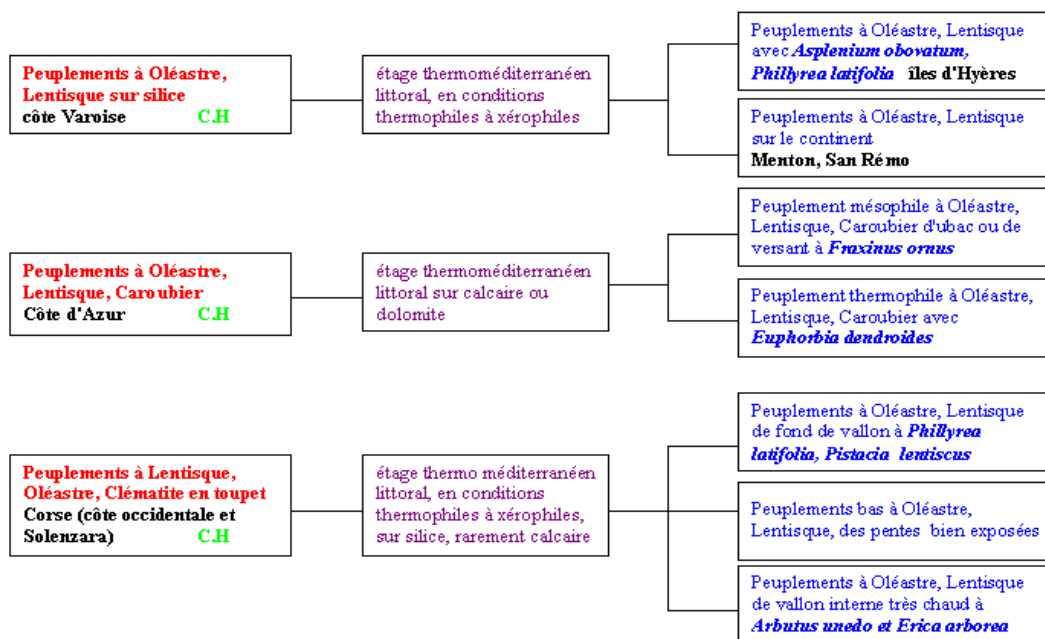
Ainsi, après réflexion et selon les données disponibles, deux méthodes de cartographie ont pu être élaborées et testées :

- une première méthode consiste à caractériser chaque habitat forestier en utilisant uniquement les principales espèces « indicatrices » du type d'habitat, issues des cahiers d'habitats
- La seconde consiste à utiliser les espèces caractéristiques de la classification phytosociologique et, en compléments les espèces « indicatrices » des cahiers d'habitats.

Ces deux méthodes ont été appliquées sur le même habitat à savoir « Les forêts d'Oliviers et de Caroubiers » (C.B. 45.1) (cf. illustration). Cet habitat générique est décliné en trois habitats élémentaires (en rouge sur illustration) :

- Les peuplements à Oléastre, Lentisque sur silice (Côte Varoise)
- Les peuplements à Oléastre, Lentisque, Caroubier sur calcaire ou dolomie (Côte d'Azur)
- Les peuplements à Lentisque, Oléastre, Clématite en toupet (Corse)

Cependant, il faut préciser que ces trois habitats élémentaires se retrouvent, eux-mêmes déclinés en deux ou trois habitats plus précis (en bleu sur l'illustration) dans les documents papiers fournis par J. C. Rameau. En effet, ces documents traitent exclusivement des habitats méditerranéens et décrivent alors des habitats plus précis que ce que l'on peut rencontrer aussi bien dans la typologie CORINE Biotope que dans la version Eur 15, qui, eux, traitent de l'ensemble des régions biogéographiques couvertes par l'Europe.



3.2.2.1 Utilisation des espèces « indicatrices » des cahiers d'habitats

Dans les cahiers d'habitats figurent des fiches en-tête présentant l'habitat générique et, une ou plusieurs fiches correspondant à chaque habitat élémentaire (cf. annexe 9). Les habitats qualifiés de « génériques » sont issus des intitulés des habitats décrits dans le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (version EUR 15).

Ainsi, dans chaque fiche d'habitat élémentaire, parmi les nombreuses informations sur les caractères diagnostiques de l'habitat, les correspondances phytosociologiques, la dynamique de végétation... figure une liste d'espèces « indicatrices » du type d'habitat.

Selon l'habitat, cette liste d'espèces est plus ou moins longue et les espèces « indicatrices » de plus grande importance apparaissent en gras.

Ainsi, chaque habitat a été caractérisé, uniquement par les espèces végétales « indicatrices » notées en gras. De plus, la hiérarchie dans laquelle ces espèces sont listées dans les cahiers d'habitats a été respectée.

En ce qui concerne l'habitat générique « forêts d'Oliviers et de Caroubiers », les trois habitats élémentaires cités précédemment, sont décrits dans les cahiers d'Habitats.

Les espèces indicatrices de ces trois habitats sont les suivantes :

Tableau 3

	Peuplements à Oléastre, Lentisque sur silice (Côte Varoise)	Peuplements à Oléastre, Lentisque, Caroubier (Côte d'Azur)	Peuplements à Lentisque, Oléastre, Clématite en toupet (Corse)
Espèces indicatrices	<i>Calycotome villosa</i> <i>Myrtus communis</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Olea europaea</i>	<i>Olea europaea</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Cneorum tricoccum</i> <i>Chamaerops humilis*</i> <i>Euphorbia dendroides</i> <i>Coronilla valentina</i>	<i>Pistacia lentiscus</i> <i>Myrtus communis</i> <i>Clematis cirrhosa*</i>

* Espèces dont la carte de présence n'existe pas dans la base de données SOPHY

Ensuite, les cartes de ces espèces « indicatrices » ont été récupérées lorsqu'elles existent, dans la base de données SOPHY et intersectées dans un ordre bien précis (ordre dans lequel elles sont citées dans les cahiers d'Habitats), à l'aide du TBG.

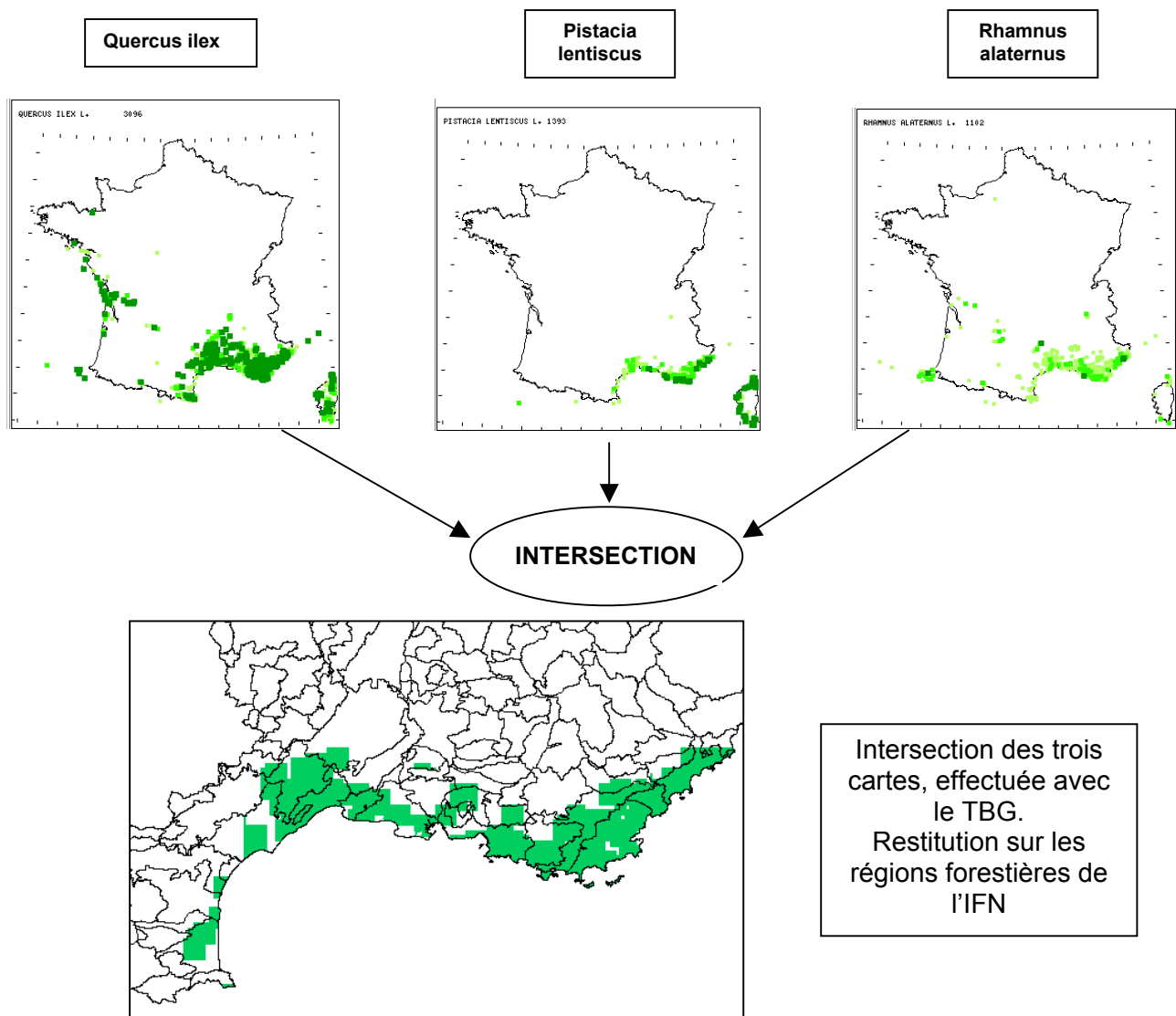
Les espèces végétales citées dans les habitats plus précis des documents de J. C. Rameau (elles apparaissent en gras sur l'illustration), ont également été prises en compte et intersectées avec les cartes précédentes, afin de réaliser la cartographie de présence probable de l'habitat par l'entrée « espèces ».

3.2.2.2 Utilisation des espèces caractéristiques issues de la phytosociologie et des espèces « indicatrices » des cahiers d'habitats

Les trois habitats élémentaires de l'habitat « Forêts d'Oliviers et de Caroubiers » sont décrits par la même classification phytosociologique à savoir :

CI/ <i>Quercetea ilicis</i> O/ <i>Pistacio lentisci</i> – <i>Rhamnetalia alaterni</i> All/ <i>Oleo sylvestris</i> – <i>Ceratonion siliquae</i>	Les espèces caractéristiques que l'on peut mettre en évidence sont les suivantes : <i>Quercus ilex</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> , <i>Olea sylvestris</i> , <i>Ceratonion siliqua</i>
--	---

Ainsi, les cartes de présence de chacune de ces espèces ont été récupérées dans la base de données SOPHY et géoréférencées. Puis, à l'aide du TBG, elles ont été intersectées en respectant la hiérarchie phytosociologique.



Ensuite, les cartes des espèces « indicatrices » de chaque habitat élémentaire, listées précédemment, ont également été intersectées dans un ordre bien précis (ordre dans lequel elles sont citées dans les cahiers d'Habitats).

Une fois encore, les espèces végétales citées dans les habitats plus précis des documents de J. C. Rameau interviennent et sont intersectées à nouveau avec les cartes précédentes.

3.2.2.3 Démarche à prendre en compte

En comparant les cartographies de présences probables d'habitats, obtenues via les deux démarches proposées précédemment, avec des localisations connues d'habitats de référence, il s'avère que de meilleurs résultats sont obtenus en utilisant en complément des espèces caractéristiques, les espèces indicatrices.

3.3 RÉSULTATS : LA CARTOGRAPHIE DE PRÉSENCES PROBABLES DES GRANDS TYPES D'HABITATS

Dans cette partie, trois exemples vont être traités afin de mieux appréhender les trois entrées mises en place au niveau du TBG.

3.3.1 Entrée « Espèces »

Exemple : Je souhaite connaître la présence probable de l'habitat (C.B. 45.1) suivant :

« Peuplements à Oléastre, Lentisque, Caroubier sur calcaire ou dolomie »

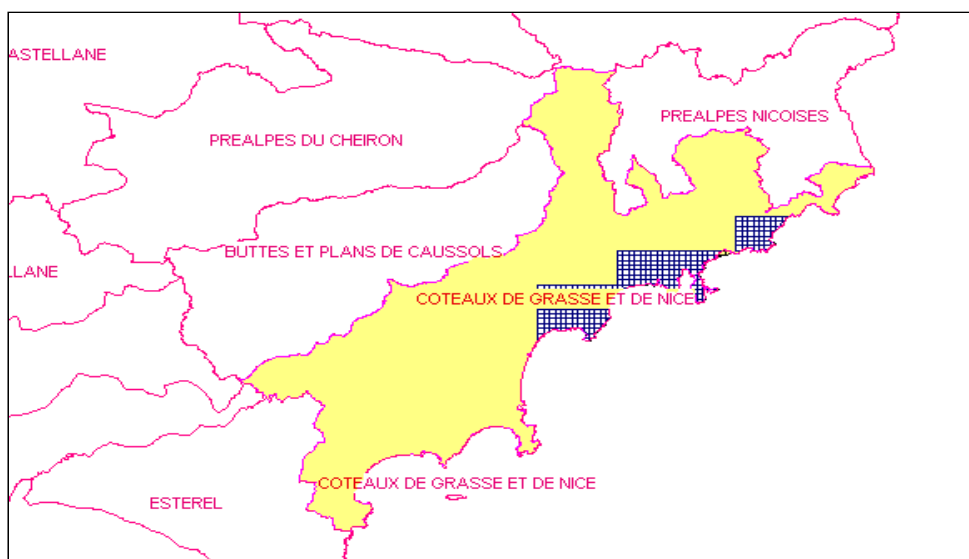
TBG : ETAPE 1

Requête multicritères

- Couche de référence : mailles
- Critères de sélection (cf. *annexe 14* + site internet Kiosque Natura 2000 de l'ATEN)

Couche – Critère de sélection	Sous-thème	Modalités du critère	Type d'espèce
FORETESPECE	QUERCUS ILEX	présente	Espèce caractéristique (phytosociologie)
FORETESPECE	PISTACIA LENTISCUS	présente	Espèce caractéristique (phytosociologie)
FORETESPECE	RHAMNUS ALATERNUS	présente	Espèce caractéristique (phytosociologie)
FORETESPECE	OLEA SYLVESTRIS	présente	Espèce caractéristique (phytosociologie)
FORETESPECE	CERATONIA SILIQUA	présente	Espèce caractéristique (phytosociologie)
FORETESPECE	CNEORUM TRICOCCUM	présente	Espèce indicatrice (cahiers d'habitats)
FORETESPECE	EUPHORBIA DENDROIDES	présente	Espèce indicatrice (cahiers d'habitats)
FORETESPECE	CORONILLA VALENTINA	présente	Espèce indicatrice (cahiers d'habitats)
FORETESPECE	FRAXINUS_ORNUS	présente	Espèce végétale citée dans la description de l'habitat

ETAPE 2 : Après avoir « intersecté » les différentes espèces, à l'aide du module « requête multicritères » avec les mailles, une cartographie de présences probables de cet habitat est obtenue. A l'arrière plan, figurent les limites des régions forestières de l'IFN. La région forestière comprenant l'ensemble des espèces apparaît en jaune.



Limites administratives :

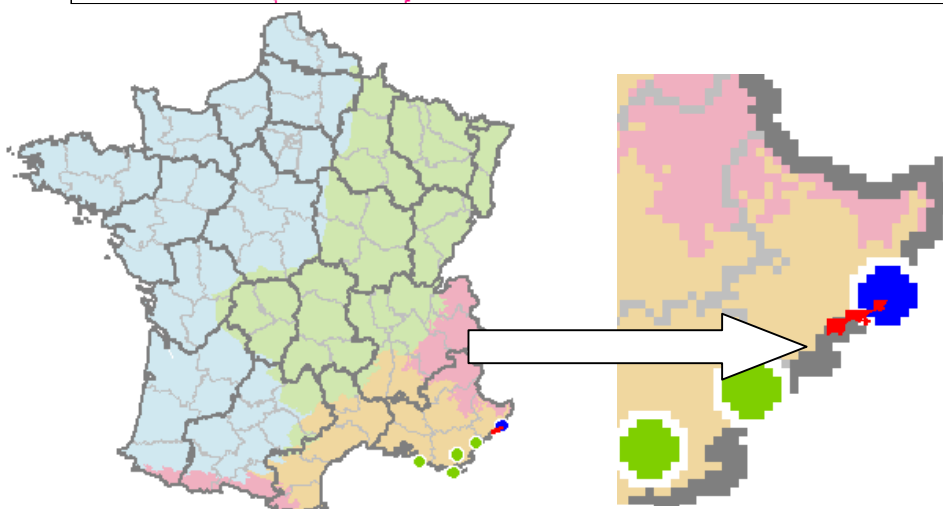
- département
- région

Sites Natura 2000 :

- site remarquable pour cet habitat
- site très important pour cet habitat
- site important pour cet habitat
- présence non-significative de cet habitat

Domaines Biogéographiques :

- Atlantique
- Continental
- Alpin
- Méditerranéen



Repérage de la cartographie de présence probable de l'habitat (en rouge) obtenue via le TBG, avec la symbolisation des sites Natura 2000 comprenant l'habitat considéré.

3.3.2 Entrée « Critères écologiques et physionomie »

Exemple : Je souhaite connaître la présence probable de l'habitat (C. B. 45.211) suivant :
 « Suberaie mésophile à Cytise de Montpellier, station du mésoméditerranéen à *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* ».

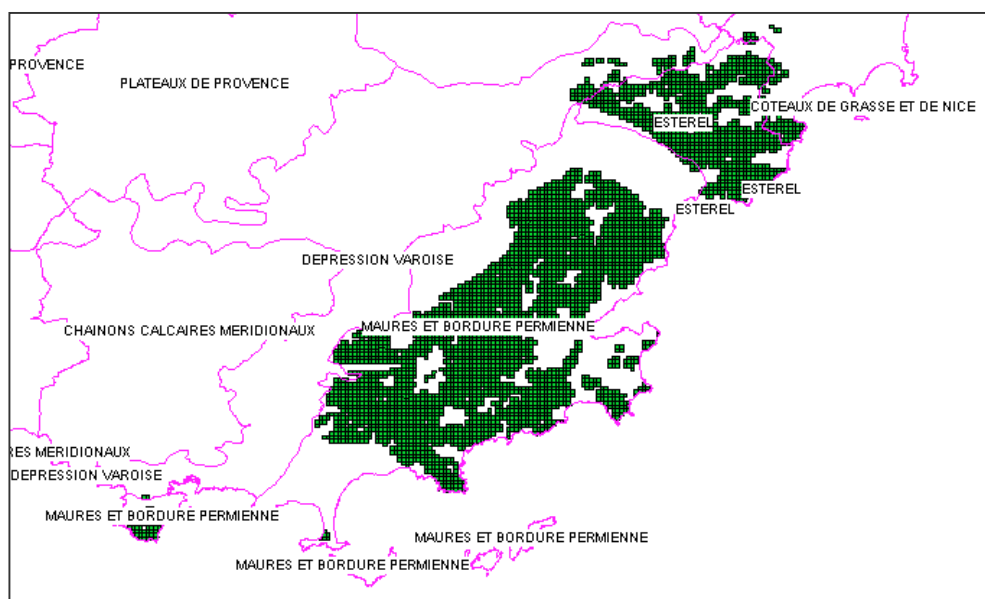
TBG : ETAPE 1

Requête multicritères

- Couche de référence : mailles
- Critères de sélection : (cf. *annexe 14* + site internet Kiosque Natura 2000 de l'ATEN)

Couche – Critère de sélection	Sous-thème	Modalités du critère
REGIONPHYTOGEO	PHYTOGEO NIVEAU2	Secteurs préligure et provençal
ECOLOGIE	ETAGE	Etage mésoméditerranéen
SUBSTRAT	ROCHE20C1	Roches cristallines
PHYSIONOMIE	CORINE	Végétation sclérophylle

ETAPE 2 : Après avoir « intersecté » les différents critères, à l'aide du module « requête multicritères » avec les mailles, une cartographie de présences probables de cet habitat (**vert**) est obtenue. A l'arrière plan, figurent les limites des régions forestières de l'IFN



Limites administratives :

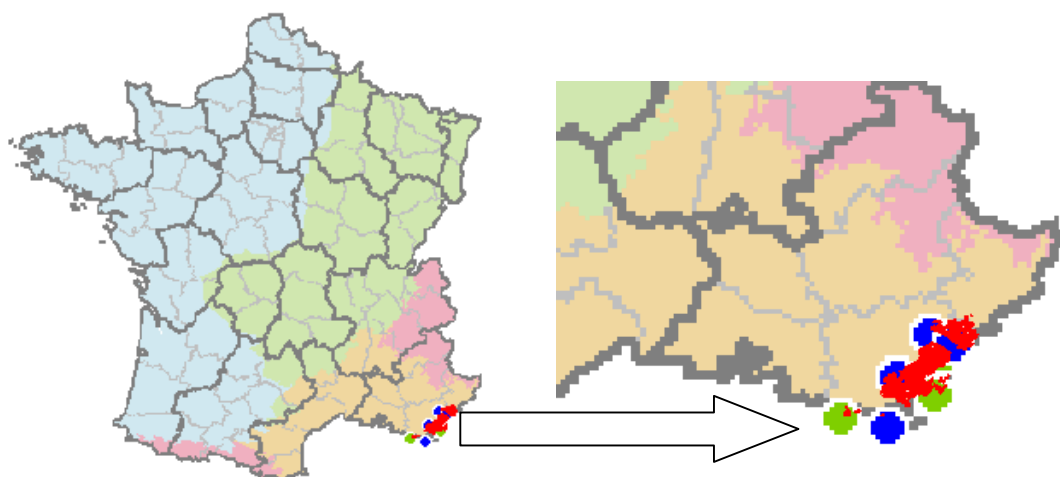
- département
- région

Sites Natura 2000 :

- site remarquable pour cet habitat
- site très important pour cet habitat
- site important pour cet habitat
- présence non-significative de cet habitat

Domaines Biogéographiques :

- Atlantique
- Continental
- Alpin
- Méditerranéen



Repérage de la cartographie de présence probable de l'habitat (**en rouge**) obtenue via le TBG, avec la symbolisation des sites Natura 2000 comprenant l'habitat considéré.

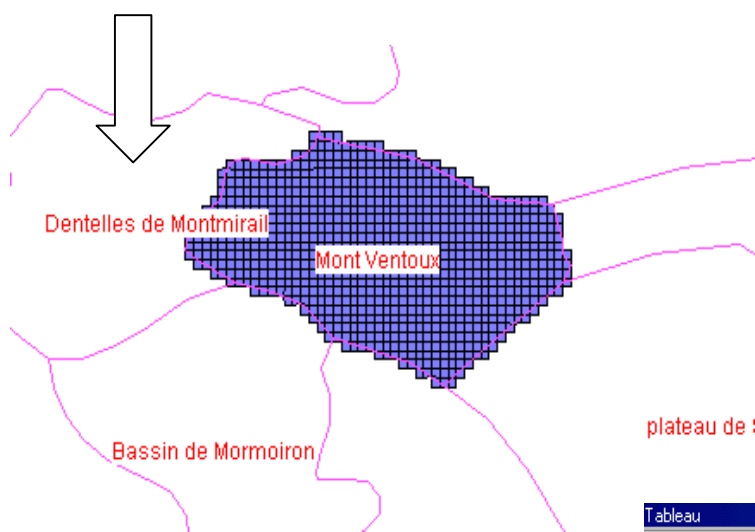
3.3.3 Entrée « Lieux-dits »

TBG : ETAPE 1

Requête multicritères

- Couche de référence : maille
- Entrée « Lieu-dit » : Mont Ventoux
- Calcul puis visualiser

→ Obtention dans la fenêtre cartographique, des mailles correspondantes au Mont Ventoux (bleu), en avant plan figurent les régions phyto-écologiques de G. DUPIAS et P. REY (rose).



Sélection géographique

Couche de référence: MAILLE

Couche-Critère de sélection: LIEUDIT Sous theme: LIEUDIT

Modalités du critère

- Mont Fenouillet
- Mont La Clape
- Mont Lozère
- Mont Ventoux
- Montagne d'Alaïc
- Mourre de Chanier
- Narbonnais

Mode de sélection: Intersecte

Nom de la sélection: MaSel1 Couleur

Historique
Méthode : Intersecte, ratio= 99
Nombre d'elements: 816

Calcul Visualiser

TBG : ETAPE 2

Caractérisation de la sélection :

- Critère : habitat

→ Obtention d'un tableau dressant la liste des habitats potentiellement présent sur le Mont Ventoux ainsi que leurs surfaces (Ha)

(Remarque : La liste ci-contre n'est pas exhaustive pour des raisons d'affichage)

Ce tableau est exportable vers un tableur (Excel)

Libellé	Surface (ha)
Chênaie pubescente_Yeuseraie à Gesce à larges feuilles	19877.5
Chênaies pubescentes à If sur calcaire au supraméditerranéen	19966.69
Fourré à Phillyrea angustifolia et Phillyrea media	19877.5
Garrigue à Aphyllanthes mosnepiensis et Genista hispanica	19966.69
Garrigue à Inula montana et Aphyllanthes monspeliensis	19966.69
Garrigue à Lavandula vera et Astragalus purpureus en position d'ubac sur sol calcaire ou marno_calcaire	19966.69
Garrigue à Ononis cristata et Carlina acnathifolia	19966.69
Garrigue à Rosmarinus officinalis et Lithospermum fruticosa sur calcaire marneux	19966.69
Garrigue à Staehelina dubia et Dorycnium suffruticosum	19877.5
Garrigue à Thymelaea ruizi et Aphyllanthes monspeliensis	19877.5
Groupement à Stipa juncea	18865.38
Groupements méditerranéo_montagnards à Valeria tuberosa sur sol calcaire	19966.69
Habitat à Asplenium fontanum et Asplenium ceterach	19676.03
Habitat à Asplenium viride, Carex brachystachys et Valeriana trypteris sur rochers humides	19676.03
Habitat à Centranthus angustifolius et Stipa calamagrostis sur éboulis calcaires et calcaro_marneux	20397
Habitat à Cystopteris fragilis et Asplenium viride sur rochers d'ubac à l'étage montagnard	19676.03
Habitat à Cystopteris fragilis et Phyllitis scolopendrium des falaises de calcaires compacts du collinéen au	19676.03
Habitat à Cystopteris fragilis, Cystopteris regia et Asplenium viride remplaçant l'association Asplenio_Cy	19676.03
Habitat à Galium pusillum, Chaenorhynchum origanifolium des fentes et excavations de rocher dolomitique	19877.5
Habitat à Hieracium stelligerum des fentes de rochers calcaires	19877.5
Habitat à Nerium oleander et Rubus inermis race provençale à Tamarix gallica variante à Ampelodesmo:	19966.69
Habitat à Nerium oleander et Rubus inermis race provençale à Tamarix gallica variante à Arundo plinii	19966.69
Habitat à Nerium oleander et Rubus inermis race provençale à Tamarix gallica variante à Tamarix africa	19966.69

4 BILAN, LIMITES ET PERSPECTIVES DE L'ÉTUDE

4.1 BILAN ET AVANTAGES DE L'UTILISATION DU TBG DANS CETTE DÉMARCHE

Nous avons procédé à des interrogations sur des thèmes totalement différents avec des approches par localisations géographiques, par critères écologiques et enfin, par espèces végétales. L'ensemble des résultats obtenus avec le TBG est très satisfaisant. En effet, les trois entrées proposées permettent la réalisation de cartographie de présences probables d'habitats qui se rapprochent assez précisément des habitats dont la localisation est connue. Ainsi, il s'avère que les différentes couches utilisées pour traduire l'ensemble des critères écologiques ou encore, les espèces végétales choisies, pour caractériser le plus précisément possibles les habitats, conviennent à notre problématique.

Une approche identique à celle mise en place dans le TBG a été élaborée sous SIG, avec le logiciel MapInfo : tous les croisements sont effectués à partir d'une unité de référence choisie en fonction de la problématique à traiter, les résultats de ces croisements étant donnés sous forme de ratios par rapport à l'unité de référence.

Plusieurs avantages sur l'utilisation du TBG, dans cette démarche de spatialisation de la connaissance de la biodiversité se sont révélés :

- ◆ L'intersection des différentes couches ainsi que le calcul de ratio par rapport à une unité de référence demandent beaucoup plus de temps à réaliser sur MapInfo alors que tout est automatisé sur le TBG.

En effet, il faut savoir qu'au niveau du TBG, tous les croisements de couches ont été effectués à l'avance : chaque couche SIG est intersectée avec les mailles. Le résultat est stocké dans une base de données. Ainsi, lorsqu'on effectue une requête, on réalise simplement une interrogation de la base de données qui est déjà constituée.

Sur MapInfo, à la première utilisation, lorsqu'on effectue la création de la base de données géographiques, il faut multiplier les étapes avant d'atteindre l'objectif fixé (multiples requêtes SQL ou encore nombreux calculs pour les ratios) et l'application de l'outil « overlay.mbx » servant au croisement de couches, peut prendre un certain temps selon les couches à croiser (exemple Corine land Cover). De plus, une connaissance du logiciel est nécessaire pour réaliser ces différentes opérations.

- ◆ Au niveau du TBG, l'utilisation du module d'interrogation de la fonction « requête multicritère » est puissante et facile à utiliser. C'est une interface souple avec de nombreux éléments paramétrables. Une sélection hiérarchique est proposée et le choix des critères et des seuils de sélection offrent au gestionnaire une résolution des problèmes interactive et récursive. D'autre part, l'obtention des cartes après plusieurs sélections est relativement rapide à obtenir. Ainsi, le TBG est fait pour des utilisateurs non spécialistes.

◆ Par ailleurs, le TBG contient un menu statistique dans lequel il est possible de caractériser les sélections obtenues par requêtes multicritères. Une description de ces zones selon n'importe quel thème présent dans la base de données est réalisable. Par exemple, dans notre étude, il est intéressant d'explorer les cartographies de présences probables d'habitats obtenues à l'aide de la couche « inventaires Natura 2000 ». En effet, cela permet de juger de la représentativité de ces inventaires par rapport à l'habitat. Ainsi, si on estime qu'il n'y a pas assez d'inventaire, on peut orienter la réalisation de nouveaux inventaires en fonction des zones sélectionnées.

◆ Qu'il s'agisse du SIG ou du TBG, la qualité des résultats dépend de la précision des données d'entrée. Cependant, avec le TBG, on ne cherche pas à obtenir le résultat le plus précis mais le résultat le plus probable dans l'unité de référence choisie dont la pertinence aura été déterminée en fonction du thème à traiter.

◆ Enfin, il faut rappeler que le TBG est un outil très facile d'utilisation et donc accessible à des utilisateurs qui ne sont pas spécialistes en SIG. De par ses caractéristiques, c'est un outil d'investigation très intéressant. Il peut être utile au gestionnaire pour tester ses hypothèses et ses modèles mais s'avère également adapté comme support de communication et de négociation.

◆ Le TBG constitue un outil évolutif qui pourra encore être modifié pour répondre le mieux possible aux attentes des utilisateurs.

4.2 LIMITES DU TRAVAIL

Cependant, il existe certaines limites à notre travail et il est nécessaire de bien les avoir à l'esprit afin de ne pas interpréter les résultats obtenus de manière erronée.

Tout d'abord, en ce qui concerne les données utilisées, la contrainte de travailler avec des données existantes et disponibles sur l'ensemble de la France a été respectée mais elle met en évidence deux types de limites :

- La première est liée à la qualité des données elles-mêmes (données pas toujours récentes pouvant être localement obsolètes, numérisation de cartes papiers dont le détail des contours, selon les auteurs, importait moins que le contenu des unités présentées : c'est le cas des données concernant la végétation...)
- La deuxième limite est relative au seuil de validité. En effet, l'étude s'effectue avec des données ayant une précision adaptée à l'échelle nationale mais cette précision n'est pas toujours très pertinente lorsque l'intérêt se porte à une zone très réduite. Il est donc important de ne pas aller plus loin que la précision des données de base dans l'interprétation des résultats.

Il existe également des limites liées à l'outil lui-même. En effet, la pondération des différents critères, au niveau de la requête multicritère s'effectue par des seuils de sélection. Le choix de ces seuils

est un point critique car il a une influence forte sur les résultats obtenus. Ainsi, une validation terrain ou par expertise reste donc indispensable car il ne faut pas oublier que le TBG donne une probabilité de présence et non une certitude.

4.3 UNE DÉMARCHE SUSCEPTIBLE D'INTÉRESSER UN PUBLIC VARIÉ

Dans le contexte de Natura 2000, cette démarche de spatialisation de la connaissance de la biodiversité au travers du TBG est très intéressante. En effet, on dispose d'une proposition d'échantillonnage qui facilite la phase de prospection de terrain et de délimitation précise des habitats, puisque l'on sait où prospecter avec un maximum d'efficacité. Cela apporte ainsi à l'ensemble des gestionnaires de l'espace, un gain de temps dans le travail de terrain.

Cet outil peut également être utile à aux gestionnaires de l'espace naturel. L'Office National des Forêts a pour vocation première la gestion de forêts publiques mais assure également un rôle de gestionnaire d'un patrimoine naturel diversifié tel que les milieux ouverts (maquis, garrigues, pelouses, étangs...). Ainsi, lors de la rédaction des aménagements forestiers, les présences probable d'habitat doivent être listées pour permettre, dans le cadre de travaux, de coupes de prendre en considération les milieux sensibles d'une forêt afin d'éviter toute dégradation ou perturbation. La présence probable peut conduire l'aménagiste à des investigations complémentaires avant de mieux définir les enjeux du territoire. Le TBG, dans ce contexte répond parfaitement à cette demande car il est possible de lister l'ensemble des habitats probablement présents dans un lieu considéré.

A un autre niveau, la DIREN PACA a commandé une étude sur les aires de répartition, l'estimation et le suivi des populations de vipères d'Orsini, en région méditerranéenne. Là encore, le TBG pourrait être un outil très pratique. En effet, il suffirait de connaître les critères de détermination de l'habitat dans lequel niche la vipère d'Orsini afin d'obtenir une cartographie de présences probables de l'habitat et donc, de la vipère. La localisation probable des aires de répartition par le TBG permettrait de cibler l'approche géographique. Cela permettrait de focaliser le travail de terrain sur l'estimation et le suivi des populations.

4.4 QUELLES PERSPECTIVES ?

Cette démarche de spatialisation de la connaissance de la biodiversité a été conduite sur la région biogéographique méditerranéenne. Ainsi, à court-terme, l'objectif principal est de développer cet outil et le faire connaître à l'ensemble des gestionnaires de l'espace de la zone méditerranéenne.

Pour ce faire, lors de ce projet, j'ai mené une enquête auprès de personnes que j'ai côtoyées professionnellement durant mon parcours d'étudiante. La présentation synthétique du TBG et de ses différentes possibilités ont provoqué plusieurs types de réponses :

- De la part des chargés de mission Natura 2000 : l'outil n'est pas perçu de façon très positive. En effet, ils marquent une appréhension sur le fait que le TBG puisse se substituer à eux. La notion d'outils d'aide disparaît devant la crainte de perte d'emploi. On revient en quelques sortes, au débat sur les ordinateurs qui fabriquent du chômage.
- De la part d'un pilote de documents d'objectifs, expert : là encore, l'outil n'est pas accueilli favorablement. La crainte est que l'outil remette en cause ses dires d'experts et qu'un contrôle de son travail soit possible. Les experts usent de référentiels locaux, d'approches différentes suivant leur formation, ils sont donc peu enclins à une normalisation nationale des habitats.

Ainsi, ces réponses prouvent que développer ce genre d'outil nécessite un fort changement de la mentalité des acteurs de l'analyse du territoire. Il serait alors intéressant d'élargir l'enquête, à l'ensemble des gestionnaires de l'espace de la région biogéographique méditerranéenne, en leur présentant de manière plus approfondie une application concrète de l'outil afin qu'ils puissent se l'approprier.

En effet, il faut démontrer que le TBG est complémentaire au travail de terrain d'une part, et qu'il a besoin pour fonctionner des compétences de l'expert. Pour utiliser l'outil, il est nécessaire de construire des requêtes sans lesquelles les résultats seront impossibles à interpréter. La diffusion de cet outil sans formation des utilisateurs est vouée à l'échec.

Pour rendre le TBG totalement opérationnel, il faut avant tout acquérir l'ensemble des données nécessaires pour les trois entrées. Ainsi, pour l'entrée « espèces », il faudra attendre l'édition des cahiers d'habitats des Pelouses/Prairies, Landes/ Fruticées, Rochers/ Eboulis afin d'obtenir la liste des espèces indicatrices.

D'autre part, une fois le TBG opérationnel sur la région biogéographique méditerranéenne, à plus long terme, le but est d'étendre cette méthode à d'autres régions, voire à l'ensemble de la France. C'est pourquoi, l'ensemble des données qui ont été utilisées, sont disponibles au niveau national. Ainsi, le TBG pourra alors être développé par grande région biogéographique. Il reste alors trois régions à traiter, à savoir les régions alpine, atlantique et continentale.