



**CONTRIBUTION A LA DEFINITION D'UNE METHODE
POUR L'EVALUATION DE L'EVOLUTION DES SITES NATURA 2000
APPLICATION AU PARC NATIONAL DU MERCANTOUR**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR LE DIPLOME D'INGENIEUR
DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HORTICULTURE ET D'AMENAGEMENT DU PAYSAGE**

SOPHIE SEJALON

E.N.S.H.A.P 2 rue Le Nôtre – 49045 ANGERS Cedex 01	MEMOIRE DE FIN D'ETUDES - DIPLOME D'INGENIEUR de l'E.N.S.H.A.P. Date: le 30 septembre 2002
Auteur: Sophie Séjalon	Organisme d'accueil: l'Atelier Technique des Espaces Naturels Adresse: 2, place Viala 34060 MONTPELLIER Cedex 2 Maître de stage: M. Jacques Claudin
TITRE : Contribution à la définition d'une méthode pour l'évaluation de l'évolution des sites Natura 2000. Application au Parc National du Mercantour.	
<p>RESUME : Évaluer l'évolution des sites Natura 2000, tel est l'objet du projet Earth Observation for Natura 2000+, projet européen portant sur la mise en œuvre d'indicateurs environnementaux à partir d'images satellitales et du Système d'Information Géographique.</p> <p>Cette étude vise à définir une méthode pour le choix et l'élaboration de ces indicateurs spatiaux à partir d'un outil SIG, le Tableau de Bord Géographique, sur un des sites Natura 2000 tests : la zone centrale du Parc National du Mercantour.</p> <p>La méthode présentée repose sur l'analyse des besoins des acteurs concernés par le suivi. La réponse à ces besoins est traitée au travers d'une analyse paysagère. Elle comporte quatre étapes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'identification des grandes composantes du paysage permettant d'améliorer la connaissance de l'espace et des pressions qui s'y exercent ; - La compréhension du fonctionnement du paysage dans un objectif d'un maintien favorable à la conservation des milieux ; - L'analyse de l'évolution potentielle du paysage pour fournir des éléments d'aide à la gestion des espaces et de la biodiversité associée ; - La détection de « points noirs » à une échelle plus fine, permettant de suivre et contrôler les pressions exercées sur les milieux. <p>Cette étude reste exploratoire, certains résultats semblent déjà intéressants et susceptibles d'être repris en tant que méthodologie. Ainsi, il convient de les valoriser et de les valider par une mise en œuvre concrète et pourquoi pas une ré-utilisation sur d'autres sites ou à d'autres échelles.</p>	
<p>ABSTRACT : EON 2000+ (Earth Observation for Natura 2000+) is a European project about the evaluation of Natura 2000 sites by using environmental indicators related to remote sensing.</p> <p>The study aims at defining a method to choose and produce indicators. It will use the geographical dash-board, for one of the Natura 2000 sites: the central zone of the National Park of the Mercantour.</p> <p>The research method is based on the user's needs. Fulfilling those needs is done through a landscape analysis which can be divided into four parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - The identification of the main components of the landscape, that will enable to improve the knowledge level on the area and area pressures; - The understanding of the landscape functioning to maintain the ecosystem protection; - The analysis of the landscape potential evolution so as to provide elements helping the environment and bio-diversity management; - The detection of "hot spots" to a more accurate scale, in order to monitor and control pressure. <p>This study remains exploratory but some parameters seem to be relevant and could be reused in a methodological framework. Results should be developed and validated in the context of concrete applications e.g. by using them on different sites at different scales.</p>	
<p>MOTS CLES : Évaluation, indicateurs spatiaux, Système d'Information Géographique, Mercantour, paysage, pastoralisme, ouverture du paysage, érosion.</p>	

PREAMBULE.....	7
INTRODUCTION.....	8
I- APPROCHE ET METHODES MISES EN ŒUVRE.....	1
	0
1- COMPRENDRE POURQUOI ET COMMENT UTILISER DES INDICATEURS ?.....	10
1-1-POURQUOI UTILISER DES INDICATEURS.....	10
1-2-LES DIFFERENTS TYPES D'INDICATEURS.....	10
1-3-CARACTERISTIQUES D'UN BON INDICATEUR.....	11
1-4-PROBLEMATIQUES D'ECHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES	11
1-4-1-L'échelle spatiale.....	11
1-4-2-L'échelle temporelle.....	12
2- COMPRENDRE LES BESOINS DES GESTIONNAIRES : UNE BASE POUR LA CONSTRUCTION D'INDICATEURS.....	1
	2
3- UTILISER UN OUTIL POUR REPONDRE AUX BESOINS DU GESTIONNAIRE : LE TABLEAU DE BORD GEOGRAPHIQUE.....	1
3-1-LES OBJECTIFS ET LE FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL TABLEAU DE BORD GEOGRAPHIQUE.....	15
3-2-BASES DE DONNEES DU PARC NATIONAL DU MERCANTOUR.....	16
3-3-LES MODIFICATIONS A APPORTER POUR LE CALCUL AUTOMATIQUE D'INDICATEURS.....	16
II- DETERMINATION D'INDICATEURS BASES SUR LE PAYSAGE ET LA BIODIVERSITE ASSOCIEE : APPLICATION AU PARC NATIONAL DU MERCANTOUR.....	17
1-INTERET DES INDICATEURS PAYSAGERS.....	1
	7
2-COMMENT APPREHENDER UN INDICATEUR PAYSAGER.....	1
	7
2-1-LA SPHERE DES COMPOSANTES BIOLOGIQUES.....	18
2-2-LA SPHERE DES COMPOSANTES ABIOTIQUES.....	18
2-3-LA SPHERE DES COMPOSANTES SOCIO-ECONOMIQUES.....	18
2-3-1-L'impact de l'activité pastorale.....	18
2-3-2-L'activité touristique.....	20
3-CONCEPTION D'INDICATEURS PAYSAGERS AU NIVEAU DES SITES NAURA 2000 : UNE DEMANDE DE LA COMMISSION EUROPEENNE ; APPLICATION AU SITE DU MERCANTOUR.....	22
3-1-LES INDICATEURS « PRE-PAYSAGERS » DE COMPOSITION DE L'ESPACE	23
3-1-1-Application à la composante biologique : les types d'occupation biophysiques des terres... a) Approche générale sur le massif du Mercantour.....	24
b) Approche plus précise sur le site Natura 2000.....	25
3-1-2-Le <i>substratum</i> et le climat.....	26
3-1-3-Les usages.....	27
3-2-LES INDICATEURS DU FONCTIONNEMENT DU « SYSTEME PAYSAGER ».....	28
3-2-1-Les indicateurs d'homogénéité et d'hétérogénéité de la couverture végétale.....	28
3-2-2- Mise en évidence des principales corrélations existantes entre les différents systèmes au moyen de l'indicateur AIREp.....	31
3-2-3-Proposition d'unités de fonctionnement homogène : les unités paysagères.....	33
3-2-4-Les indicateurs de structure et de fragmentation du paysage.....	33
3-3-ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION POTENTIELLE DU PAYSAGE PAR DES INDICATEURS DE STABILITE ET DE VULNERABILITE.....	39
3-3-1-Proposition d'un indicateur global de stabilité du paysage	39
3-3-2-Proposition d'un indicateur de vulnérabilité : l'érosion liée à l'activité pastorale.....	41
3-3-3-Les indicateurs d'importance écologique du paysage : les espèces indicatrices.....	44
3-4-PROPOSITION DE MODELES DE DYNAMIQUES DU PAYSAGE : SCENARII D'ÉVOLUTION.....	47
4- LES INDICATEURS D'ÉTAT ET DE PRESSION AU SERVICE DES GESTIONNAIRES : UNE DEMANDE DES GESTIONNAIRES POUR LA CONTRACTUALISATION DES CTE	5
	2
III- BILAN - LIMITES ET POSSIBILITES D'EXTENSION DES RESULTATS.....	5
	5
1-BILAN SUR L'ÉTUDE DU PARC NATIONAL DU MERCANTOUR.....	5
	5
2-LES LIMITES A CONSIDERER.....	5
	5
3-DE L'ÉTUDE DU SITE DU MERCANTOUR A UNE POSSIBILITE D'EXTENSION DE LA DEMARCHE.....	5
	6
4-UNE SOLUTION POUR L'APPROCHE D'UN SITE ET LA MISE EN ŒUVRE D'UN DISPOSITIF DE	6

SUIVI PAR DES INDICATEURS : L'ANALYSE PAYSAGERE.....	0
CONCLUSION.....	6
...	2
DEFINITIONS.....	6
.	3
BIBLIOGRAPHIE.....	6
	7

CONSEIL POUR LA NAVIGATION INTERACTIVE :

Vous pouvez cliquer :

- dans le sommaire, ou dans la liste des illustrations pour atteindre la partie choisie
- sur les adresses web pour ouvrir votre navigateur et voir le site référencé
- sur les annexes pour les consulter. Pour revenir au rapport cliquez sur la flèche « retour arrière » dans la barre de navigation.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES :

Figure 1 :Les divers sites européens testés pour EON 2000+, replacés dans leur contexte biogéographique et situation du site Natura 2000 « Le Mercantour »	9
Figure 2 :Interaction des différents indicateurs PSR avec exemple succinct du Mercantour.....	11
Figure 3 :Analyse des besoins des gestionnaires du Mercantour pour rendre compte du suivi des sites Natura 2000.....	14
Figure 4 : Fonctionnement du Tableau de Bord Géographique à partir d'unités spatiales de référence.....	15
Figure 5 : Place du paysage au sein des composantes biologiques, abiotiques et socio-économiques.....	19
Figure 6 : L'activité pastorale.....	21
Figure 7 : Échelle de description des différentes couches composantes de l'espace.....	23
Figure 8 : Calcul de AIREp sur la couche CORINE Land Cover sur les ZC et ZP du Parc.....	24
Figure 9 : Calcul de l'indicateur AIREp sur la couche des « ambiances paysagères sur la zone centrale et sélection des huit typologies principales.....	25
Figure 10 : Calcul de AIREp pour la couche des lithofaciès de la zone centrale.....	26
Figure 11 : Calcul de l'indicateur AIREp pour les usages et statuts sur les ZC et ZP.....	27
Figure 12 : Les catégories d'éléments du paysage.....	29
Figure 13 : Schématisation d'une mosaïque d'écart relatif de SHDI de 7,5%.....	30
Figure 14 : Caractérisation des territoires non pâturés selon la couche des grands types d'habitats pastoraux.....	32
Figure 15 : Caractérisation des étages non pâturés selon le couche des grands types d'habitats pastoraux.....	32
Figure 16 : Cartographie des unités de fonctionnement homogène : les unités paysagères.....	34
Figure 17 : Représentation des unités paysagères sur le terrain.....	36
Figure 18 : Cartographie des indicateurs de stabilité globale du paysage.....	41
Figure 19 :Cartographie des classes de vulnérabilité sur la zone centrale du Parc	43
Figure 20 : Carte des unités paysagères de l'alpin constituée sur au moins 50% de leur surface de substratum fragile (indice>2).....	42
Figure 21 : Illustrations du Circaète Jean-le-blanc.....	44
Figure 22 : Localisations des sites de nidification de Circaète dans le Haut Var et de certain lieux de chasse connus.....	46
Figure 23 : Carte des habitats potentiels du Circaete.....	46
Figure 24 : Transect de sélection d'unités paysagères dans le Haut-Var et analyse de l'évolution de ces unités en 75 ans.....	51
Figure 25 : L'Unité Pastorale de Trotte.....	53
Figure 26 : Description de l'unité de Trotte par les usages.....	53
Figure 27 : Description de l'Unité Pastorale de Trotte par les séries de végétation.....	53
Figure 28 : Évolution des mélèzes sur l'unité pastorale de Trotte.....	54
Figure 29 : Actions à mener au regard des résultats fournis par les indicateurs et des objectifs envisagés.....	58
Figure 30 : Approche mise en œuvre pour répondre aux besoins des gestionnaires traduits au travers d'indicateurs.....	61

PHOTOS :

Photo 1 : Pistes de randonnées aménagées au sein du PNM.....	20
Photo 2 :Mosaïque de landes et pelouses.....	28
Photo 3 :Calibrage d'une rivière par le service du RTM.....	59

Tableaux :

Tableau1 : Calcul de l'indicateur SHDI pour la couche des six grandes typologies d'habitats pâturables.....	29
Tableau 2 : Indicateurs de structure et de fragmentation des unités paysagères	37
Tableau 3 : Matrice de pression sur les différents étages de végétation.....	39
Tableau 4 : Indices de stabilité du paysage.....	40
Tableau 5 : Évolution potentielle de la végétation sur l'étage alpin.....	49
Tableau 6 : Évolution potentielle de la végétation sur l'étage subalpin.....	49
Tableau 7 : Évolution potentielle de la végétation sur l'étage montagnard.....	49

Préambule :

« Les changements globaux constatés dans l'environnement, tels que ceux liés au réchauffement de la planète, à la réduction de la biodiversité, à la désertification et autres phénomènes ont un impact direct sur l'environnement. Des pressions supplémentaires, entre autres socio-économiques, menacent de plus en plus les paysages, habitats et espèces rares présentes en Europe. Chaque État membre, l'ensemble de l'Union Européenne et les organisations mondiales ont mis en place une large gamme d'instruments légaux et de conventions internationales pour la protection de l'environnement et une utilisation durable des ressources naturelles.

Le problème majeur consiste à déterminer une façon de protéger l'environnement »

Tel est le cadre dans lequel le projet EON 2000+ (Earth Observation for Natura 2000+ : <http://geospace.co.at/EON2000p>) a choisi de s'inscrire. Ce projet contribue à apporter une réponse à la détermination d'une « façon de protéger l'environnement » par la production d'informations destinées à évaluer, mesurer et gérer les sites protégés et les espaces associés. Il utilise une approche basée sur les indicateurs* issus de l'observation de la terre qui permettent de renseigner les décideurs sur les résultats obtenus par la mise en œuvre de mesures destinées à protéger l'environnement. A ce projet d'une durée de vie de trois ans (de juillet 2001 à juillet 2004), participent sept États membres de l'Union Européenne : la Grande-Bretagne, la Norvège, la Finlande, l'Autriche, l'Allemagne, l'Espagne et la France.

« A terme, le projet devra établir un lien entre les résultats obtenus pour les problèmes auxquels sont confrontés les utilisateurs au niveau local et les problèmes qui relèvent de la politique européenne. Le projet évaluera également les moyens d'harmoniser les indicateurs à un niveau paneuropéen et le développement d'approches pouvant être reproduites à différentes échelles. Les indicateurs développés dans le cadre de ce projet viendront compléter les indicateurs supplémentaires obtenus dans le cadre d'autres initiatives locales, nationales et européennes. Ensemble, ils fourniront aux organisations européennes des informations indépendantes pour mesurer les résultats et effets à l'échelle locale et régionale des politiques mises en œuvre au niveau national et européen » (annexe 2-I) (EON 2000+, 2000).

La France, représentée par le Cemagref (<http://www.cemagref.fr/>) et l'ATEN (Atelier Technique des Espaces Naturels : <http://www.espaces-naturels.fr>, annexe I), a choisi de répondre à cet appel d'offre en utilisant la télédétection et la photographie aérienne pour les étapes suivantes :

- La cartographie de l'occupation du sol combinée à d'autres paramètres servira à la constitution d'unités paysagères pour l'élaboration d'indicateurs paysagers.
- A ces unités paysagères sera associée une clé de détermination des typologies de CORINE biotope permettant alors d'en déduire la carte de présence des habitats potentiels ;
- Les pressions, qu'elles soient positives ou négatives, seront classées selon une échelle de risque par rapport l'impact qu'elles ont sur la dégradation du paysage et de la biodiversité.
- Une matrice devra alors être élaborée pour représenter les unités paysagères selon deux entrées : l'intensité des pressions et la dégradation de la biodiversité

Mon travail consistera donc à développer une méthode respectant les propositions faites par la France à l'appel d'offre (annexe 2, II).

Évaluer l'évolution des sites Natura 2000, tel est l'objet du projet Earth Observation for Natura 2000+, étude relative à divers sites Natura 2000, qui fait suite au projet EON 2000 consacré exclusivement aux milieux forestiers. EON 2000+ est un projet européen portant sur l'élaboration d'une **méthode** destinée à évaluer l'**opérationnalité** du suivi du réseau Natura 2000, suite à l'application de la Directive Habitat. Cette application repose sur une **gestion** adaptée des sites dont l'objectif est de maintenir un état de conservation favorable.

La mise en œuvre de cette méthode relève du suivi de l'état et de l'évolution des habitats et ce, par la création d'informations nécessaires à la mesure et au contrôle des sites protégés et des paysages associés. Cette approche est basée sur la **conception d'indicateurs à partir d'images satellitales et intégrés aux Systèmes d'Information Géographiques (SIG)**. Ce projet EON 2000+ est expérimental puisque, contrairement aux indicateurs économiques et sociaux largement utilisés depuis des décennies, les indicateurs environnementaux sont encore à leur première phase de développement, développement résultant de l'Agenda 21 signé à Rio en 1992 visant à enrichir l'information et l'évaluation du développement durable.

En France les Cemagref de Montpellier et de Grenoble et l'ATEN sont les maîtres d'œuvre du projet. Les sociétés Tarnium et Geoter sont sous-traitantes de l'ATEN. A l'inverse de l'Angleterre et de l'Allemagne qui ont une stratégie Nationale-descendante ou « Top-down », la stratégie choisie par la France est qualifiée de « bottom-up », elle consiste en une approche « gestionnaire » qui vise à analyser les besoins et informations exprimés par les opérateurs des sites Natura 2000 avant de faire remonter l'information au niveau national.

Le projet EON 2000+ est organisé en sept tâches que l'on peut décliner selon trois phases: l'identification des besoins des utilisateurs en matière d'indicateurs, la détermination des indicateurs et leur possibilité d'exploitation.

Au niveau européen, divers écosystèmes sont testés (les prairies, les zones humides, les forêts, les tourbières et les zones montagneuses), cela permettra d'envisager un grand panel d'acteurs et de pressions socio-économiques associées (Figure 1).

En France, les deux sites tests retenus sont les zones humides de la Réserve Naturelle de Camargue et les pelouses d'altitude du **Parc National du Mercantour (PNM)** ([annexes 2- III et IV](#)). Le site du PNM a été choisi car de nombreuses données sont déjà à disposition et organisées en base de données opérationnelles dans un **Tableau de Bord Géographique**. Ce dernier permet une utilisation aisée du SIG pour des usagers non avertis. Le site Natura 2000 est constitué par la zone centrale du Parc situé pour $\frac{3}{4}$ dans les Alpes Maritimes et pour $\frac{1}{4}$ dans les Alpes de Haute-Provence, il occupe une superficie de 53 050 ha dont 16 569 ha sont des pelouses d'altitude (Figure 1). Les zones humides de la Grande Camargue (13 117 ha) constituent également une zone intéressante d'un point de vue écologique. Cependant la structuration des données y étant moins avancée, elles ne seront pas l'objet de notre étude.

Qu'est-ce qu'un indicateur ? Quel est son intérêt pour les utilisateurs ? Comment peut-on modéliser un indicateur ? Peut-on établir un méthode pour la détermination d'indicateurs ? Telles sont les questions développées tout au long de ce rapport et appliquées sur les pelouses du Parc National du Mercantour dont le fonctionnement est bien connu.

Nous définirons donc dans une première partie ce qu'est un indicateur, les besoins des gestionnaires en terme d'indicateurs et les outils nécessaires pour y répondre. La deuxième partie consistera à développer les indicateurs pour répondre aux besoins énoncés, et la dernière partie aura pour objectif de généraliser les résultats à partir du site test « Le Mercantour ». Afin de suivre la trame proposée par la France lors de la réponse à l'appel d'offre d'EON 2000+, l'ATEN m'a demandé de **développer en priorité les indicateurs liés au paysage et à la biodiversité qui y est associée.**

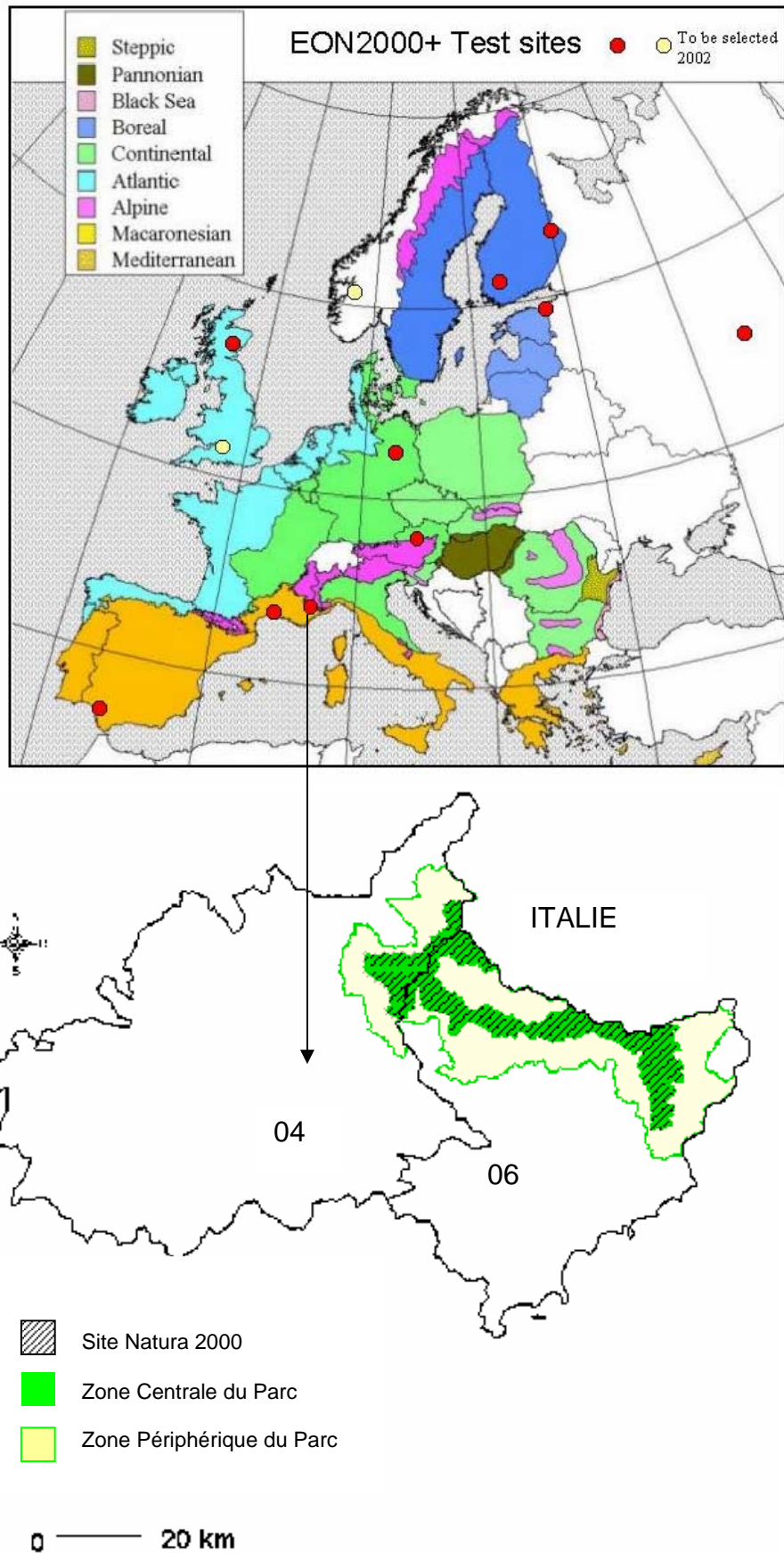


Figure 1 : Les divers sites européens tests pour EON 2000+, replacés dans leur contexte biogéographique et situation du site Natura 2000 test « Le Mercantour ». Source : EON 2000+CONSORTIUM (06/2001-05/2002)

1- COMPRENDRE POURQUOI ET COMMENT UTILISER DES INDICATEURS ?

1-1- POURQUOI UTILISER DES INDICATEURS ?

Les indicateurs environnementaux sont des **outils** permettant de répondre aux questions des gestionnaires sur des aspects fondamentaux essentiels à la compréhension des problèmes environnementaux. C'est sur cette base que les gestionnaires prennent la décision d'entamer ou non une action. Ils constituent une approximation de la vérité terrain à partir d'informations dérivées de données brutes. Ils permettent ainsi de résumer, simplifier et condenser les données **d'origine**. L'objectif d'un indicateur est aussi de traduire des connaissances de terrain ou cartographiques bien souvent qualitatives (ou visuelles) en **données quantitatives** (WEBER J.L., HALL M., 12/2001). Cette traduction de connaissances nécessite une concertation avec les gestionnaires du site et futurs utilisateurs des indicateurs, les usagers et les experts.

Dans le cadre de l'application des Directives* Habitats* (1992) et Oiseaux* (1979) sur des zones appelées Natura 2000 ([annexe 3](#)), ces indicateurs constituent surtout un outil d'évaluation pour les différents acteurs (acteurs locaux, régionaux, nationaux et européens) quant à l'efficacité des mesures politiques mises en œuvre, tant au niveau local et national qu'au niveau européen.

En France, le Document d'Objectifs (DocOb), propre à chaque site Natura 2000, est la clé de voûte de l'application des Directives Habitats et Oiseaux. Ce document a pour objet de « faire des propositions quant à la définition des objectifs et des orientations de gestion et quant aux moyens à utiliser pour le maintien ou le rétablissement des habitats naturels et des espèces dans un état de conservation favorable ». Le contenu du DocOb est détaillé en [ANNEXE 3](#). Il est important de remarquer que l'élaboration d'indicateurs fait partie intégrante du DocOb puisque un cahier des charges doit être proposé pour chaque mesure contractuelle envisagée. Dans ce cahier des charges figurent notamment des « **indicateurs permettant le suivi et l'évaluation de la mise en œuvre des mesures contractuelles** » (MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE, 05/2002).

1-2-LES DIFFERENTS TYPES D'INDICATEURS

Suivant le modèle développé par l'OCDE (Organisation for Economic Co-Operation and Development), il existe plusieurs types d'indicateurs (WEBER J.L., HALL M., 12/01) :

- les **indicateurs d'état** décrivant la situation environnementale, écologique, physique, socioéconomique d'un milieu à un instant donné ainsi que les changements d'état dans le temps ;
- les **indicateurs de pression** rendant compte des pressions liées aux activités humaines et aux processus naturels sur l'évolution du milieu ;
- les **indicateurs de réponse** permettant d'évaluer l'efficacité des efforts entrepris ou dans le cas contraire les efforts à mettre en place par la société dans le but de résoudre un problème environnemental.

Ces divers types d'indicateurs reposent sur une notion de causalité : les activités humaines exercent des **pressions** sur l'environnement et modifient la qualité et la quantité de ressources (**état**). La société répond à des changements en adoptant des mesures de politique environnementale, économique ou sectorielle (**réponse**). Ces dernières agissent rétroactivement sur les pressions par le biais des activités humaines (RESEAU DE COLLECTIVITES EUROPEENNES, 03/2000) (Figure 2).

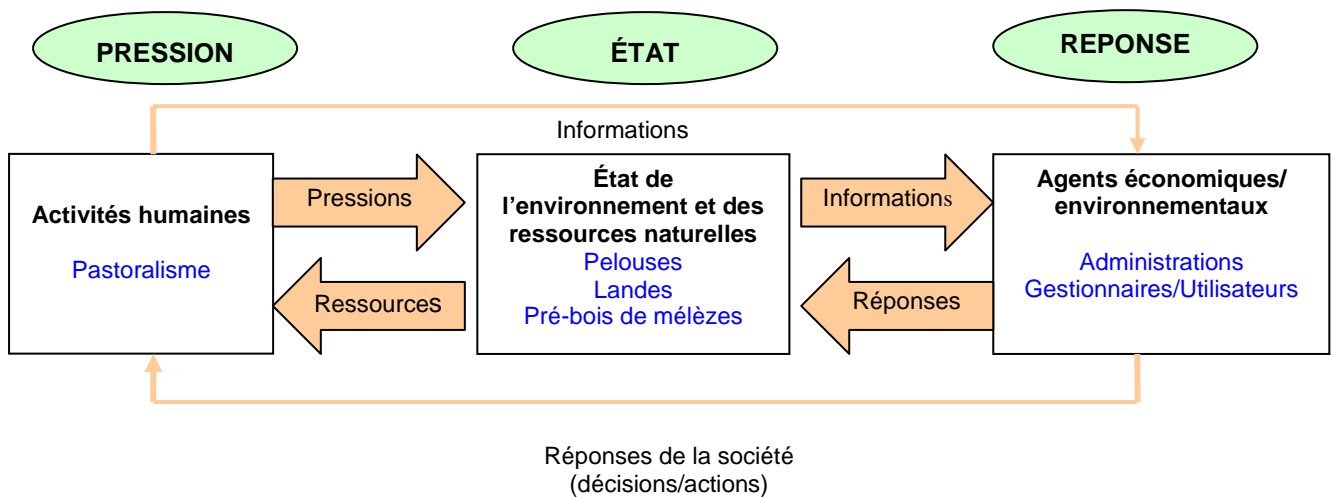


Figure 2: Interaction des différents indicateurs (P.E.R.) avec exemple succinct du Mercantour

1-3- CARACTERISTIQUES D'UN BON INDICATEUR

Un bon indicateur doit (selon le projet EON 2000+ : Estreguil C., Maggi M., 10/01) :

- Fournir une image représentative des conditions environnementales, des pressions exercées sur l'environnement et /ou des réponses au niveau politique ;
- Être sensible aux changements de l'environnement et aux activités humaines qui en découlent, pouvoir montrer les tendances sur le long terme à des fins de surveillance ;
- Couvrir un large secteur ou être largement applicable ;
- Être simple et facile d'interprétation ;
- Être théoriquement bien fondé techniquement et scientifiquement ;
- Fournir une base pour des comparaisons européennes ;
- Avoir une valeur seuil ou de référence à laquelle le comparer de sorte que les utilisateurs décisionnaires puissent évaluer la signification des valeurs qui lui sont associées ;
- Contenir un ensemble d'indicateurs complémentaires permettant de satisfaire à l'ensemble de ces propriétés.

A cela, on pourrait ajouter qu'un bon indicateur doit pouvoir s'inscrire à diverses échelles spatiales et temporelles.

1-4- PROBLEMATIQUE D'ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES

1-4-1- L'échelle spatiale

Comme nous le suggère le projet EON 2000+, il est nécessaire de considérer l'étude sur des périmètres plus vastes que ceux désignés en application de la Directive Habitat. Ainsi, l'Autriche (ENVIRONNEMENTAL AGENCY, 04/02) a fait noter, que dans de nombreux sites protégés, la situation ne change que sur le long terme tandis que les conditions environnantes (en sites non protégés) changent beaucoup plus rapidement. Ces pressions extérieures au site (anthropiques ou naturelles) sont des facteurs importants qu'il est nécessaire de contrôler. A l'instar de ce qui se passe en Autriche, la pression pastorale exercée sur le Parc du Mercantour ne se limite pas à la seule zone centrale du Parc classée Natura 2000 puisque le découpage des unités pastorales est indépendant de celui relatif aux habitats de la Directive.

L'appréhension des principaux types d'occupation du sol à l'intérieur et autour de ces sites donnent une bonne identification des principales pressions.

Il est donc important d'avoir accès aux frontières réelles du site (celles inscrites pour Natura 2000) et de développer une méthode visant à considérer les zones de pression périphériques à celle du site étudié.

En conclusion, les habitats de la Directive certes nécessitent des plans de gestion internes mais aussi des plans de gestion externes aux sites Natura 2000. Il y a donc un jeu d'échelles à considérer entre l'échelle de gestion locale et l'échelle de gestion régionale ou nationale.

Ainsi, si l'échelle au 1/25000^{ème} semble être un bon compromis entre les différents niveaux de précision souhaités, elle est trop petite pour la mise en place des Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE) (FRAT J., 03/2002). Les contrats passés avec les propriétaires ne peuvent s'effectuer qu'à l'échelle de la parcelle cadastrale, c'est à dire entre 1/500^{ème} et 1/5000^{ème}. Par ailleurs, si l'échelle 1/25000^{ème} semble convenir en tant qu'échelle opérationnelle, l'échelle de restitution doit être envisagée au 1/50000^{ème} ou au 1/100000^{ème} afin de contenir le site Natura 2000 dans son entier.

1-4-2- L'échelle temporelle

La connaissance de l'état initial est fondamentale pour prévoir la dynamique d'un site Natura 2000 et pour l'application d'indicateurs qui ne peuvent fonctionner qu'à partir d'une référence prise à un instant To. Selon BUREL F. et BAUDRY J. (2000), les conditions initiales sont constituées à la fois par l'état instantané du paysage mais aussi par l'information qui s'y est accumulée dans le passé. Dans le cas du PNM, une cartographie de la physionomie végétale ayant été réalisée en 1983, ce sera cette date qui sera considérée comme le temps To de base pour les indicateurs. Le problème inhérent aux pelouses alpines et subalpines du PNM est que le pas d'évolution y est très lent. On considère (communication personnelle, CLAUDIN J.), en effet, qu'au delà de l'étage forestier, le pas de temps d'évolution est supérieur à cinquante ans. L'approche par « Feed Back » s'avère donc difficile. Quelques auteurs tels que SOLICHON J.M. (1985) et GABORIAUT C.(1984) s'y sont essayés et confirment l'intérêt de la notion de série de végétation, par ailleurs largement utilisée par le CNRS (REY P. & IZARD M., 1988). Les séries ont été cartographiées sur le Mercantour par BARBERO M. & al.(1988). Nous utiliserons cette notion de série de végétation décrite en [annexe 4](#) pour l'établissement de *scenarii* sur la dynamique végétale.

Les indicateurs sont donc des outils de gestion, de suivi et d'évaluation de l'efficacité des mesures entreprises. Ils permettent en effet de traduire quantitativement l'évolution dans l'espace et dans le temps des écosystèmes. Mais cette traduction de connaissances nécessite une concertation entre les concepteurs d'indicateurs et les gestionnaires, futurs utilisateurs.

2- COMPRENDRE LES BESOINS DES GESTIONNAIRES : UNE BASE POUR LA CONSTRUCTION D'INDICATEURS

Un projet est avant tout la volonté de réaliser une œuvre commune entre tous les partenaires par la traduction des **besoins** en **résultats** quantifiés, ce qui implique de connaître :

- les objectifs des utilisateurs ;
- les possibilités et la faisabilité d'un tel projet (d'un point de vue humain, technique et financier) ;
- les compétences et l'intérêt des utilisateurs pour l'utilisation d'un tel outil par la suite;

L'expression du besoin s'exprime sous la forme conventionnelle d'un cahier des charges, document rassemblant les obligations et les éléments nécessaires à la définition du besoin (traitement d'informations, méthodes et outils de travail..., **l'identification des fonctions de service du projet** : ce sont en fait les fonctions (désignées par des verbes d'action) que devra renseigner le projet) et les principales **contraintes** à respecter pour le satisfaire.

L'utilisateur final s'exprimant fréquemment sous forme de produit souhaité, l'analyse du besoin s'effectuera au travers des résultats qu'il sous-entend et qui sont exprimés au fil des diverses réunions de travail. Il nous appartient donc de définir des indicateurs derrière chaque objectif (de gestion ou de connaissance) que l'utilisateur émet.

Dans le cas du Parc du Mercantour, l'utilisateur n'est autre que le gestionnaire. La tâche principale d'un gestionnaire est d'évaluer les besoins, les facteurs de pressions, leurs impacts et l'état des ressources de façon à apporter des réponses relatives à des objectifs prioritaires. Ces actions peuvent être entreprises sur les différents facteurs de pressions ou directement sur les ressources. Afin de savoir sur quel domaine il est nécessaire d'intervenir, le gestionnaire a besoin d'**outils** pour décrire et analyser son territoire mais aussi de **modèles** pour prédire les effets des actions envisagées, là est tout l'intérêt du projet EON 2000+.

L'analyse des besoins des gestionnaires du Parc National du Mercantour est issue d'une réunion relative à EON 2000+ (FRAT J., 03/2002.). Elle s'inscrit donc dans le cadre de Natura 2000 avec obligation de la part des gestionnaires de rendre compte des mesures adoptées et de leur impact.

Ainsi, la figure 3 représente les fonctions de service (réécrites en gras ci-dessous) que doit renseigner le projet, elles-mêmes déclinées en objectifs (résumés en style normal ci-dessous).

1) Connaître les espaces et leur répartition

1-1-Distinguer les milieux herbacés des milieux ligneux

1-2-Connaître le contexte environnemental des pelouses : les mosaïques d'habitats

1-3-Distinguer deux catégories de pelouses : les pelouses à graminées sociales (envahissantes) et les pelouses plus diversifiées

1-4-Disposer d'un inventaire fin de la typologie des pelouses

2) Conserver/Préserver les espaces

2-1-Maintenir la pelouse dans un état de conservation favorable

3) Gérer la biodiversité

3-1-Favoriser le maintien d'un certain degré d'ouverture des milieux

3-2-Eviter l'érosion liée au surpâturage

3-3-Favoriser le maintien des populations avifaunistiques associées aux pelouses

3') Gérer les espaces

3bis-Etablir des contrats Natura 2000/CTE

4) Connaître les pressions exercées sur les milieux

4-1-Déterminer les pressions pastorales

4-2-Quantifier le phénomène d'envahissement de la Fétuque paniculée et du Nard raide

4-3-Identifier les pressions touristiques

5) Contrôler les pressions qui s'exercent sur les milieux

5-1-Faire adopter un mode de conduite des troupeaux adapté au territoire

L'annexe 5 détaille les caractéristiques des besoins du Mercantour qui permettent de parvenir à identifier les types d'indicateurs nécessaires et les moyens techniques pour y parvenir.

L'analyse des besoins a permis de décliner les objectifs à atteindre selon quatre axes : connaître, conserver, gérer et contrôler. Ces axes pourraient servir de base pour les autres utilisateurs français en les déclinant selon les besoins, intérêts et moyens de chacun et relativement au type d'habitat envisagé. Développons à propos les moyens utilisés pour la détermination d'indicateurs sur le Parc National du Mercantour.

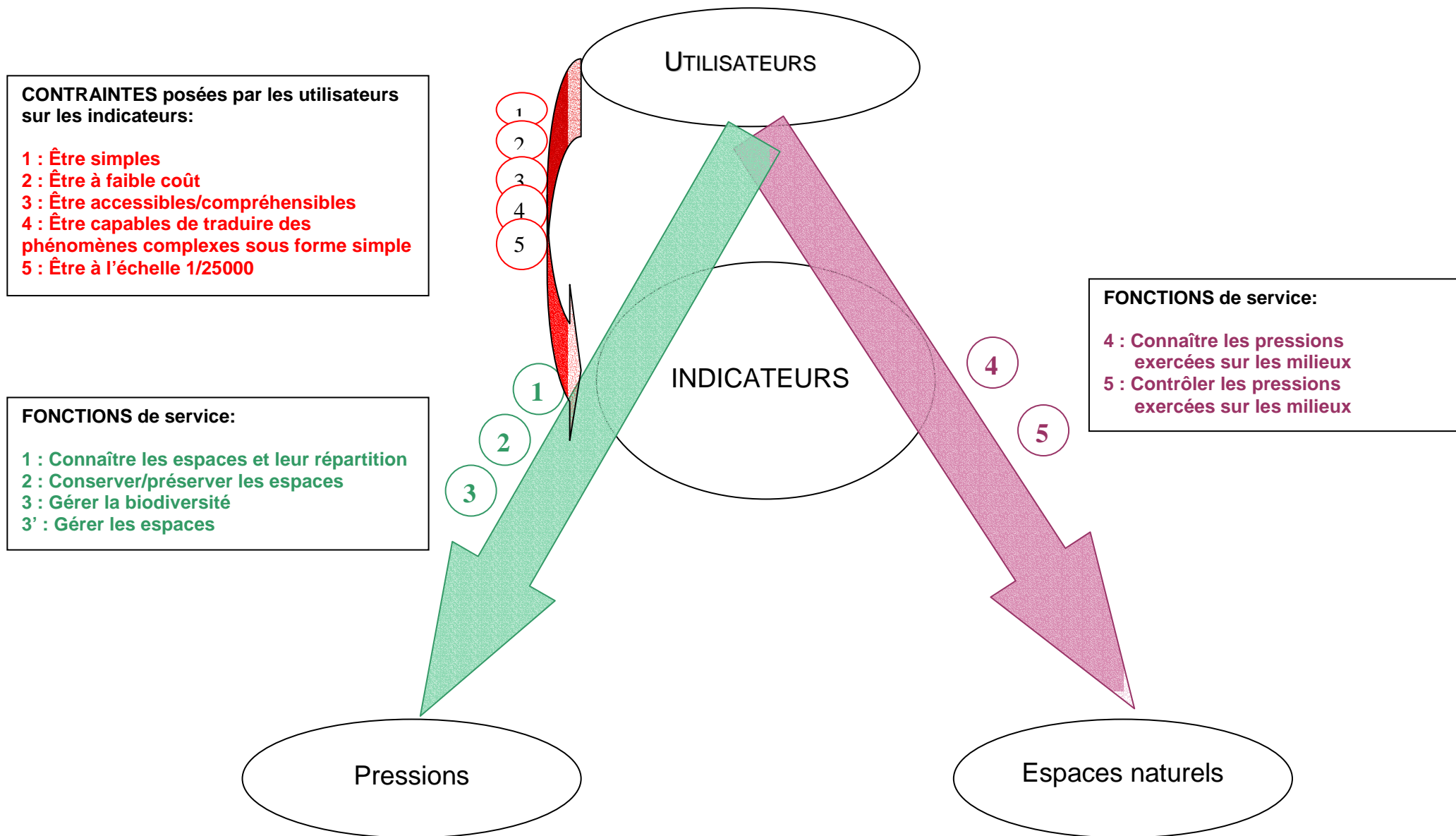


Figure 3 : Analyse des besoins des gestionnaires du Mercantour pour rendre compte du suivi des sites Natura 2000

3- UTILISER UN OUTIL POUR REpondre AUX BESOINS DU GESTIONNAIRE : LE TABLEAU DE BORD GEOGRAPHIQUE

3-1- LES OBJECTIFS ET LE FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL TABLEAU DE BORD GEOGRAPHIQUE

Le Tableau de Bord géographique (TdBG) est un outil de planification et d'aide à la décision destiné aux gestionnaires non avertis en SIG. Le concept a été proposé en 1995 (CLAUDIN J., LIGNON G., 1995) et a fait l'objet d'un travail plus approfondi (LIGNON G., 2000). Il permet d'obtenir de façon simple et rapide, des analyses spatiales avec des cartographies et informations statistiques associées sur les thèmes suivants :

- Description du territoire ;
- Diagnostics ;
- Tendances et scénarios;
- Évaluation des actions.

Chaque Parc National a été doté d'un tableau de bord en mode vecteur fonctionnant sur des unités de référence distinctes à chaque parc, en fonction de leur situation écologique. Ainsi, l'information géographique est stockée dans une base de données où chaque **unité spatiale de référence (USR)** contient la distribution statistique des différentes modalités du thème cartographique à analyser (figure 4). Cette organisation des données selon des unités de référence offre un filtre au gestionnaire pour visualiser le territoire et permet une meilleure intégration des différentes données géographiques (échelle, précision).

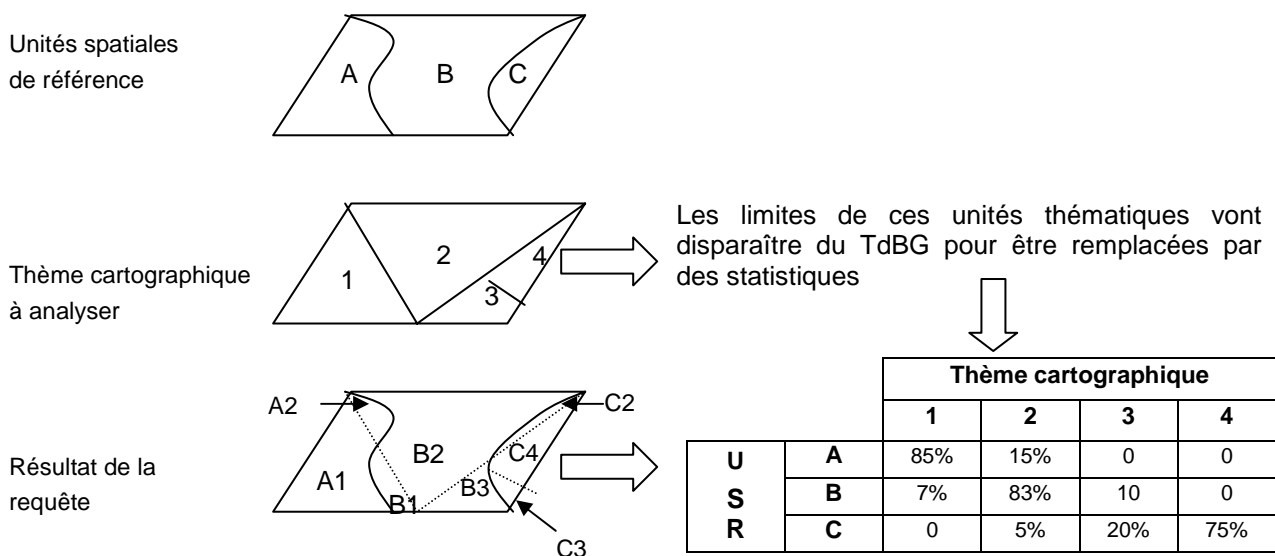


Figure 4: Fonctionnement du tableau de Bord Géographique à partir d'unités spatiales de référence

Il est à noter que nous n'obtenons pas une localisation précise de chaque modalité mais une information statistique au niveau de chaque polygone (appartenant à l'unité de référence) : « l'information du tableau de bord géographique ne vise pas à obtenir l'information la plus précise mais la plus probable » (CLAUDIN J., MEYER-ROUX S., LIGNON G., 1996).

Le Tableau de Bord est composé :

- d'une base de données qui stocke et référence l'information géographique (sous Access) ;
- du SIG (Mapinfo) qui propose des cartographies et réalise des opérations spatiales ;
- d'un programme informatique développé en langage Delphi par Gérard LIGNON. Ce programme permet d'interfacer le SIG et la base de données (BEISSON C. & Al., 2002).

C'est la base de données qui sera ensuite interrogée par des fonctions qui permettent de :

- Décrire des unités selon des thèmes au choix (fonction de description du TdBG) ;
- Localiser des unités en fonction d'un ou plusieurs critères (fonction de requête multicritère qui permet de sélectionner puis de spatialiser les zones qui répondent à tel et tel critère);
- Restituer les résultats sur différentes unités (fonction de caractérisation du TdBG qui permet de décrire des unités, préalablement sélectionnées par requête, par le thème désiré).

Le fonctionnement global du tableau de bord est présenté en [annexe 6-III](#).

3-2- BASES DE DONNEES DU PARC NATIONAL DU MERCANTOUR

Le processus d'analyse des besoins en terme de cartographie et les différentes couches disponibles sur le Mercantour sont présentés en [annexe 6 \(I et II\)](#). C'est sur cette base qu'ont été choisis notamment les unités spatiales de référence. Il existe plusieurs types de cartes de la physionomie de la végétation sur le Parc National du Mercantour ([annexe 6- IV](#)): CORINE Land Cover pour un niveau global ([ANNEXE 7 I](#)), les bassins versants, les unités issues de l'Inventaire Forestier National ([ANNEXE 7-II](#)) et les faciès paysagers de Jean-Louis Laurent (unités jll). Les processus de cartographie des faciès paysagers (unités jll) est présenté en [annexe 7-III](#).

A partir de ces unités jll, ont été construites par CLAUDIN J., les couches de simplification dites des « ambiances paysagères », Niveau 2 et 3 ([annexe 7-IV](#)). En effet, comme il existe 1600 types d'unités jll différentes, il était nécessaire de procéder à des regroupements généraux (ambiances paysagères en 20 classes), selon la stratification verticale (Niveau 2) et horizontale de la végétation (Niveau 3 en 82 classes).

3-3- LES MODIFICATIONS A APPORTER AU TABLEAU DE BORD POUR LE CALCUL AUTOMATIQUE D'INDICATEURS

Un maillage raster de 100*100m a été intégré à l'outil TdBG (par Gérard LIGNON) en croisant les différentes couches avec la couche des mailles. La base statistique est alors structurée autour des mailles et l'agrégation est ensuite faite au niveau des unités de référence souhaitées, il en résulte qu'il est toujours possible d'interroger l'outil par des unités de référence. L'avantage de ce nouveau tableau de bord résulte du fait que la couche de référence pour les requêtes n'est plus imposée, chaque couche du TdBG peut alors devenir couche de référence. Le travail consistera donc à définir l'unité de référence adaptée pour le calcul de chaque indicateur. Cet outil, où tous les croisements de couches sont automatisés, présente l'avantage d'un traitement rapide par rapport à un SIG normal, surtout pour des couches telles que celles de jll constituées de 15 000 polygones avec qui le croisement s'avère très long.

Les indicateurs implémentés dans le tableau de bord dérivent d'un travail bibliographique préalable (notamment à partir des documents de travail proposés par le projet EON 2000+ : Estreguil C., Maggi M., 10/2001) et d'algorithmes développés par fragstat sur le site suivant:

<http://www.innovativegis.com/products/fragstatsarc/manual/>.

Le tableau de bord géographique est un outil SIG qui permet d'automatiser les requêtes multicritères et les caractérisations de couches par calcul statistique. L'implémentation d'indicateurs en mode automatique vise à fournir aux gestionnaires un outil de travail aisé d'utilisation pour répondre à leurs besoins. Les indicateurs développés dérivent du travail exposé ci-après.