

## Parc national des Ecrins

### **Séminaire sur la cartographie de végétation**

27-28 novembre 2013, Molines-en-Champsaur (Hautes-Alpes)

#### *Invités :*

- |                      |  |
|----------------------|--|
| * Michel Godron      | Professeur des universités à la retraite   |
| * Jean-Pierre Dalmas | Fondateur et ancien directeur du Conservatoire botanique national alpin (CBNA)   |
| * Jérémie Van Es     | Botaniste au CBNA, membre du Conseil scientifique du Parc national des Ecrins  |
| * Philippe Choler    | Chercheur CNRS, Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA), membre du Conseil scientifique du Parc national des Ecrins   |
| * Nicolas Wyler      | Conservateur, responsable de l'Unité des systèmes d'information géographique et de télédétection (SIG-TD), Conservatoire et Jardin botaniques de Genève (CJBG) |
| * Pascal Martin      | Adjoint scientifique, Unité SIG-TD (CJBG)  |
| * Karin Allenbach    | Adjointe scientifique, GRID UniGE, Genève  |
| * Laura Savio        | MNHN   |
| * Vincent Thierion   | Chercheur IRSTEA, Grenoble   |

#### *Excusé :*

Thierry Tatoni                      Professeur des universités et directeur du laboratoire IMBE, Aix-Marseille

#### *Organisateurs :*

- |                  |  |
|------------------|--|
| * Cédric Dentant | Botaniste, Parc national des Ecrins (PNE)  |
| * Richard Bonet  | Responsable du Service scientifique du PNE |

## **I. Introduction**

Ce séminaire de travail porte sur le retour d'expérience cartographique du PNE, en le confrontant à des démarches historiques, actuelles et prospectives. Il est issu de la proposition du Conseil scientifique du PNE faisant suite à la présentation du programme CarHAB qui lui a été faite le 5 avril 2013.

Il s'agit donc d'un état des lieux des méthodes de travail du PNE en matière de cartographie et des réflexions inhérentes, débattues par les différents participants au regard de leurs propres expériences.

Un cadre de travail est initialement proposé par une série de présentations :

- le cadre historique et les contextes de réalisation des cartes de végétation du CNRS au 20<sup>e</sup> siècle. Michel Godron rappelle ainsi l'importance pour ces pionniers des objectifs pratiques des cartes : orientation d'aménagements ; optimisation de la production agricole ; gestion forestière ; *etc.*
- le programme actuel de cartographie des végétations de France (CarHAB). Laura Savio en présente les différentes composantes, le calendrier de réalisation et les objectifs affichés. Piloté par le Ministère de l'écologie, ce programme vise à établir une cartographie des végétations naturelles et semi-naturelles du territoire

métropolitain à l'échelle du 1 : 25 000 suivant une typologie "dynamico-caténale". Pour y parvenir, deux fonds cartographiques (appelés "fonds blancs") seront produits par l'IGN : un fond blanc physionomique et un fond blanc écologique.

Ces deux fonds blancs seront vraisemblablement intégrés et mis à disposition des écologues de terrain des conservatoires botaniques pour établir la cartographie finale de la végétation (phytosociologie paysagère).

- La conception de la carte des milieux naturels du canton de Genève, réalisée par le service SIG des Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève, est détaillée par Pascal Martin. Cette carte est basée sur des données à haute résolution (orthophotos, MNH, cadastres, *etc*), une modélisation et un système expert de classification des objets cartographiques.
- Enfin, le PNE expose les différents programmes cartographiques dans lesquels il a été totalement ou partiellement impliqué. A chacun d'eux est associé un ou plusieurs "gains" en terme de retour d'expérience.

De nombreuses questions se posent quant à l'adéquation des méthodes de travail et des objectifs d'utilisation des cartes produites. L'histoire de la cartographie de la végétation, le programme actuel CarHAB et les expériences du PNE montrent que des interrogations sur la nature des données collectées et la définition des attentes sont récurrentes.

## II. Objectifs des cartes de végétation

Ils reposent sur 4 catégories, plus ou moins perméables :

- réglementation (rapportage DHFF, carte N2000, TVB, SRCE, *etc*)
- gestion (pastorale, forestière, espèces patrimoniales, *etc*)
- connaissance (constat, stratification)
- mesure d'évolution (naturelle, liée à une gestion)

### II.1 Objectif d'ensemble et importance de la donnée brute

\* Quelques soient les objectifs, il est à plusieurs reprises souligné l'importance de récolter des données brutes non interprétées. Ces données peuvent être issues de télédétection (images satellites, photographies aériennes, lidar), de capteurs (stations météorologiques, sondes) ou d'observateurs *in situ* (relevés de végétation, de perturbations, d'usages).

Cette démarche permet d'apporter à la communauté des utilisateurs de nombreuses informations cartographiées, lesquelles pourront être analysées et manipulées suivant leurs attentes. Les données interprétées étant biaisées, elles sont *de facto* très peu profitables aux démarches scientifiques. En effet, une carte de végétation est généralement dédiée à un objectif spécifique et n'a pas une vocation "universelle".

*Exemples :*

i) Le maillage de 100 x 100 mètres réalisé sur l'ensemble du PNE, implémenté par une typologie à 7 classes d'occupation du sol (donc très peu interprétée, et avec des règles d'attribution simples pour chaque classe) (Dumas 2010).

ii) Les fonds blancs physionomique et écologique du projet CarHAB : le grand intérêt de la démarche repose sur une segmentation basée sur des informations radiométriques, topographiques et climatiques. Ces données fournies à l'état brut permettront aux utilisateurs de stratifier, suivant les modalités qu'ils voudront, leurs échantillonnages ; de construire des modèles environnementaux ; ou encore d'affiner des cartographies existantes.

iii) Les données environnementales brutes combinées au découpage physionomique du paysage (principalement par segmentation spectrale et contextuelle) ont également permis la réalisation de la carte des milieux naturels très précise du canton de Genève par l'implémentation d'un système expert (Wyler *et al.* 2009 ; Allenbach *et al.* 2010).

\* Il est rappelé que si des données brutes – ou peu interprétées – n’ont pas toujours eu de conséquences opérationnelles, leur simple existence n’en demeure pas moins pertinente. En effet, ces données peuvent à terme trouver une utilité insoupçonnée lors de leur récolte.

*Exemples :*

- i) le traitement des images SPOT 1 en 1995 en vue de la création d’une cartographie agroécologique sur l’ensemble du PNE (Cherpeau 1996) ;
- ii) dans le cadre du programme HABITALP (Lotz 2006), la réalisation d’un orthophotoplan en proche IR à une résolution de 15 cm au sol.

\* Il est également souligné l’importance que dans chaque projet cartographique soient listés autant que faire se peut les usages anthropiques, car tout paysage est le résultat d’une relation entre l’humain et son environnement. Ces usages sont déterminants pour comprendre les trajectoires historiques et l’évolution des végétations. L’importance de la coordination des bases de données agricoles et environnementales apparaît ainsi indispensable, et ce malgré leur appartenance à des ministères différents.

*Exemples :*

- i) Relevé des usages dans le cadre du programme SOPHIE (PNE), permettant d’avoir des variables explicatives sur le changement de végétation.
- ii) Les cartes réalisées par le Service de la carte de la végétation à 1 : 200 000 (Rey 2009), à partir de 1945, distinguaient les facteurs écologiques durables (substrat, pédologie, *etc*) des influences humaines à plus ou moins courts termes (usages). Le but étant d’orienter et d’optimiser la production agricole.

## ***II.2 Objectifs réglementaires***

\* Carte Natura 2000.

A l’échelle du PNE, les seules cartes réglementaires ont été réalisées sur deux sites Natura 2000 : le plateau d’Emparis (Isère) et le Valgaudemar (Hautes-Alpes). Deux approches ont été suivies : concernant le domaine forestier, la typologie Natura 2000 (Eur15 à l’époque) a été directement utilisée, sans référence à la phytosociologie. Pour le domaine supra-forestier (subalpin au nival) il y a eu un premier stade de typification phytosociologique des végétations présentes (Merle et Dentant 2003), puis la mise en correspondance avec Eur15.

Ces cartes n’ont pas eu d’utilité autre que réglementaire, car la typologie est apparue inadaptée à la gestion (cf. § *Objectifs de gestion*) et les données récoltées sur le terrain n’avaient pas été orientées dans cet objectif.

\* Rapportage Directive Habitats-Faune-Flore (DHFF).

A une échelle inférieure à celle du PNE, un programme de suivi sur les Alpes françaises de pelouses arctico-alpines (code Eur28 : 7240 – “ Alpine pioneer formations of *Caricion bicoloris-atrofuscae*”) a été mis en place par le CBNA (Bonnet 2012). Ce suivi, pour être efficient, se base sur un cortège restreint d’espèces caractéristiques (1 à 5) à contacter par maille de 100 x 100 m. Ce protocole illustre à nouveau la puissance statistique de relevés de données simples avec un plan d’échantillonnage par maille. Il permet en effet de suivre les dynamiques de cet habitat prioritaire sur les Alpes françaises.

\*Schéma régional de cohérence écologique (SRCE), Stratégie de création d’aires protégées (SCAP), Trames verte et bleue (TVB).

Les cartes utilisées dans ces programmes reprennent des cartes dérivées existantes. Il n’est jamais apparu utile d’en produire de nouvelles. Le cas échéant (TVB), l’échelle et la problématique posée sont telles qu’une typologie simplifiée de type physionomique est suffisante.

\* Porter à connaissance (public)

La mise à disposition de données au public (directive européenne INSPIRE) se fait via la diffusion de cartes partielles avec la typologie Eur28. Dans des cas particuliers, il peut être fourni une carte d'habitats avec une typologie compréhensible par le plus grand nombre. Les standards CORINE biotopes et EUNIS s'avèrent d'expérience suffisants.

### **II.3 Objectifs de gestion**

\*Ces objectifs apparaissent comme les principaux moteurs de cartographie. Pourtant, dans les exemples abordés, le constat est fait de manière redondante qu'il ne peut exister une carte répondant à tous les objectifs. Presque systématiquement, une carte précise est nécessaire pour chaque objectif. Toutefois, une carte d'occupation du sol (ou physionomique), simple et synthétique, permettant une première vision d'ensemble, semble pertinente.

*Exemples :*

i) Pour définir les milieux favorables au Tétralyx, une carte des types physionomiques par maille (100 x 100 mètres) a été réalisée à l'échelle des Alpes françaises (programme Agrifaune). La physionomie de la végétation a permis une première sectorisation des relevés de terrain.

ii) Pour la gestion des pelouses à *Festuca paniculata* au sein du PNE, une carte des habitats (CORINE biotopes) a été nécessaire pour orienter les plans d'action.

iii) Pour répondre aux attentes du volet environnemental des SCOT, des cartes physionomiques ont été fournies pour réaliser des cartes dérivées. Les cartes d'habitats (Eur28) ont permis la réalisation de zonages jugés prioritaires en terme environnemental.

iv) Pour les diagnostics d'alpages, une carte des faciès pastoraux est nécessaire pour orienter au mieux le parcours du troupeau pendant l'estive. La typologie est spécifique à ce mode de gestion : « pelouses de mode nival » ; « pelouse de mode thermique » ; « formations mixtes » et « pelouses de mode intermédiaire » (Jouglet 1999).

### **II.4 Objectifs de connaissance**

\* Recherche.

Dans le cadre de différents programmes de recherche, une carte avec des unités renseignées par des variables biophysiques et des usages anthropiques offre une large gamme d'usages, dont la stratification d'échantillonnages (les végétations n'étant pas réparties de manière aléatoire, mais déterminées par l'environnement).

*Exemples :*

i) La modélisation de l'évolution de la végétation du PNE suivant des scénarios de changements climatiques et d'usages de l'espace (Boulangéat 2012). Ce modèle a été réalisé grâce aux données cartographiques d'usages (programme DELPHINE), aux relevés d'espèces végétales, aux données de traits biologiques des espèces, et aux cartes dérivées du MNT.

ii) Les cartes de déneigement, permettant d'en évaluer les variations, sont réalisées en mode binaire : présence ou absence de neige dans des mailles de 500 x 500 m (à partir d'images MODIS) (Rabatel 2009).

iii) La contextualisation et la modélisation de niche du lagopède alpin (Calenge 2013) à l'aide de données brutes spatialisées (présence/absence de pâturage ; présence/absence de sentiers) et d'une carte physionomique simplifiée (13 types pour l'ensemble du PNE).

\* Orientation des prospections.

Indépendamment du volet relevant de la recherche académique, des cartes physionomiques s'avèrent extrêmement utiles pour stratifier des prospections naturalistes, prémices à des études plus poussées.

*Exemples :*

- i) La carte physionomique de la réserve intégrale du Lauvitel a permis aux entomologistes d'orienter leur prospection dans le cadre d'un projet d'inventaire généralisé de la zone (Dentant *et al.*, *en cours*). A nouveau, le relevé de paramètres ciblés et non interprétés s'est révélé important (comme la présence/absence de bois morts).
- ii) Pour la cartographie de mousses patrimoniales telles *Buxbaumia viridis*, l'usage d'une carte physionomique forestière à 4 types a été mise en oeuvre pour orienter et optimiser la prospection.

\* Connaissance des végétations

Dans le cadre de la connaissance des types de végétation, la phytosociologie s'avère un outil pertinent : le mode de relevés de végétation (relevé dit "phytosociologique") permet de faire émerger les dominances et la structuration des espèces les unes par rapport aux autres.

*Exemples :*

- i) Cartes Natura 2000 du supraforestier des sites précédemment nommés (cf. § *Objectifs réglementaires*).
- ii) Une partie du programme cartographique DELPHINE a également consisté à caractériser les végétations à l'aide de relevés phytosociologiques (Godron et Salomez 1995).

### ***II.5 Objectif de mesure d'évolution***

\* L'étude des dynamiques de végétation doit faire appel à une démarche hypothético-déductive : une hypothèse est posée, testée, puis validée (ou non) et enfin interprétée.

Ce type d'étude doit également permettre une mise à jour régulière des données, et ce à moindre coût.

Au vu de la complexité des suivis relatifs à la végétation (que ce soit en termes d'espèces ou de communautés), il apparaît inévitable de procéder par échantillonnage, tout en simplifiant les objets étudiés. L'exhaustivité réitérée relève du mythe, car irréalisable (exemple est pris du recensement national, qui ne se fait plus que par échantillonnage) et de plus sans estimation d'erreur (puisque pour ce faire, il faudrait procéder à plusieurs inventaires exhaustifs consécutifs). Ces mesures d'évolution sont à distinguer de l'actualisation et de la correction (cf. exemple iii).

*Exemples :*

- i) A nouveau, l'exemple du suivi des pelouses arctico-alpines par tirage aléatoire de mailles peut être cité (Bonnet 2012).
- ii) Le programme SOPHIE permet un suivi des usages et végétation à l'échelle du PNE par un échantillon de 124 polygones revisités et renseignés tous les 5 ans (données d'usage, de forme d'érosion, de physionomie, *etc*) (Deguerry 2007).
- iii) Dans le cadre de la cartographie de la couverture du sol du canton de Genève, les données cadastrales ("surfaces en dur") sont régulièrement mises à jour et incrustées dans la carte d'habitats réalisée. Cette actualisation hebdomadaire est accompagnée par un système d'alertes permettant la mise en évidence des incohérences entre la carte des milieux naturels et les données cadastrales, ainsi que les changements d'affectation (Wyler *et al.* 2009).

\* Pour les gestionnaires, la mesure des pressions d'usage est primordiale pour évaluer leurs effets sur les végétations et les paysages. A l'heure actuelle, seule une logique par échantillonnage et analyse statistique permet de répondre à cet objectif.

- i) transects réalisés pour mesurer l'évolution de pelouses à *Festuca paniculata* (Senn 2011) ;
- ii) mesure des effets de mise en défens (Géranium argenté - *Geranium argenteum*) (Dentant et Besnard, *sous presse*) et de coupe forestière (Sabot de Vénus - *Cypripedium calceolus*).

### III. Niveaux d'utilisation des différents types de cartes de végétation

Par cette synthèse graphique, nous essayons de rendre compte de la pertinence des outils cartographiques généralement utilisés en fonction des objectifs précédemment détaillés.

#### *Définitions*

1- La carte physionomique est une carte d'occupation du sol, pouvant avoir différents niveaux de détails pour la végétation : « forêt de conifère » - > « forêt de pin sylvestre » ou « forêt de mélèze ».

2- La carte des habitats correspond à la spatialisation des habitats tels que définis dans les typologies CORINE Biotopes et/ou EUR28.

3- La carte phytosociologique correspond à l'interprétation des découpages physionomiques avec la typologie phytosociologique sygmatisée (précision pouvant être au rang de l'association ou de l'alliance).

4- La carte spécifique est une carte spécialement conçue pour un objectif donné de gestion, avec une typologie propre : carte des diagnostics pastoraux (gestion pastorale) ; carte des zones favorables au tétras-lyre (gestion des arbres et broussailles à des fins conservatoires de l'espèce); carte des prairies de fauches (gestion espèces inféodées ou milieux).

5- La carte des usages correspond à la spatialisation des actions anthropiques impactant l'occupation du sol.

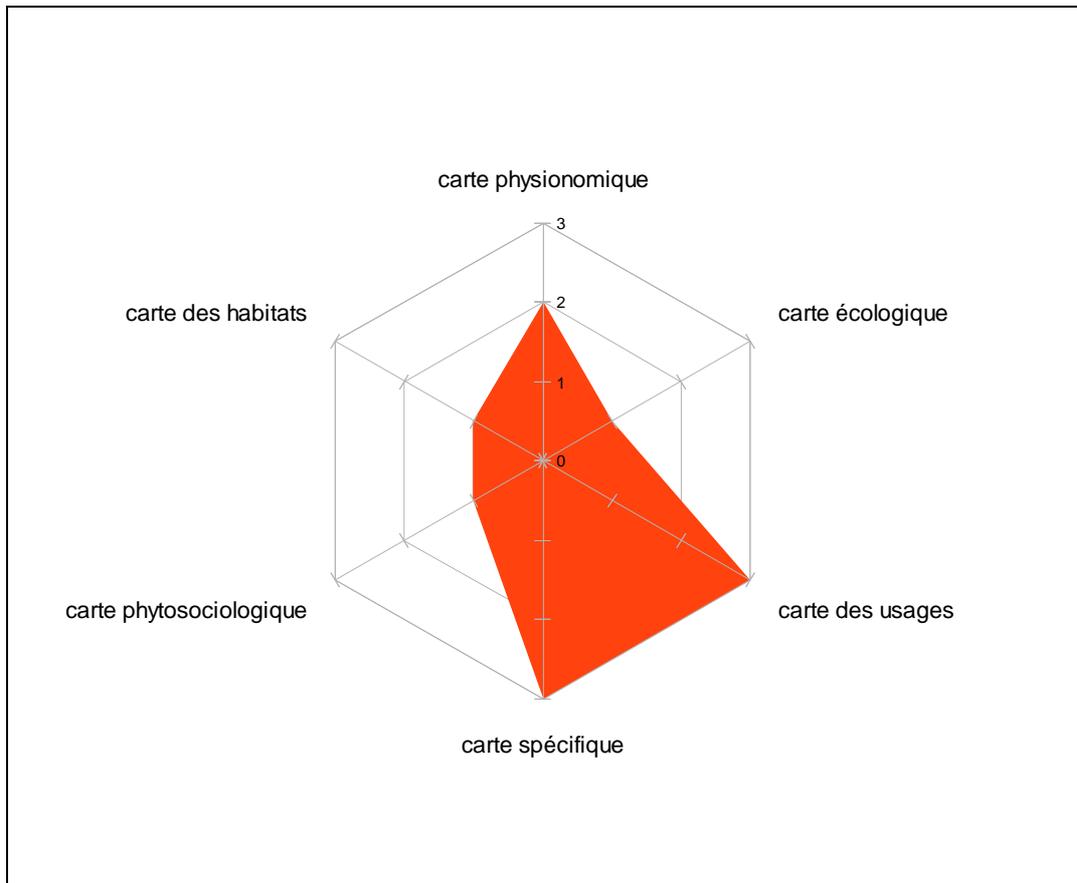
6- La carte écologique correspond à la spatialisation de données environnementales. Elles peuvent avoir plusieurs sources : télédétection, capteurs au sol, données dérivées MNT, MNH.

Pour une lecture simple, 3 niveaux d'intensité d'usage ont été retenus :

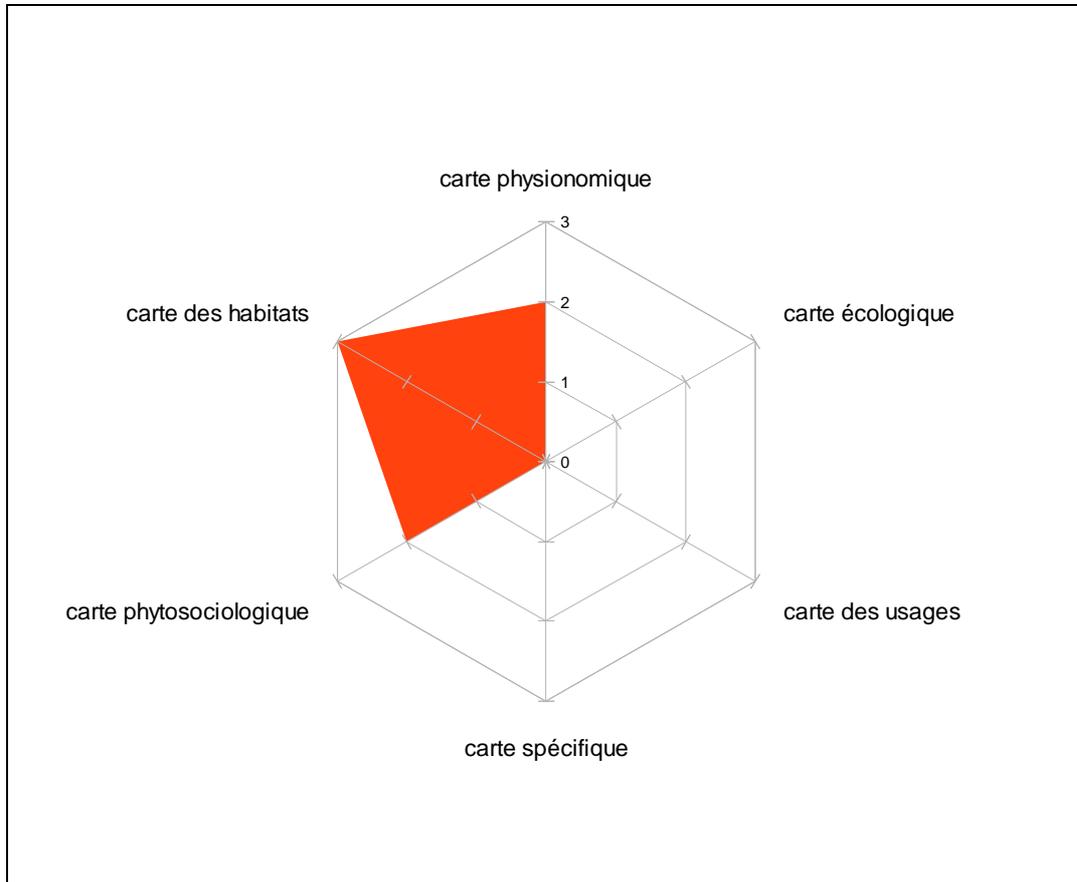
**1 = niv. faible**

**2 = niv. modéré**

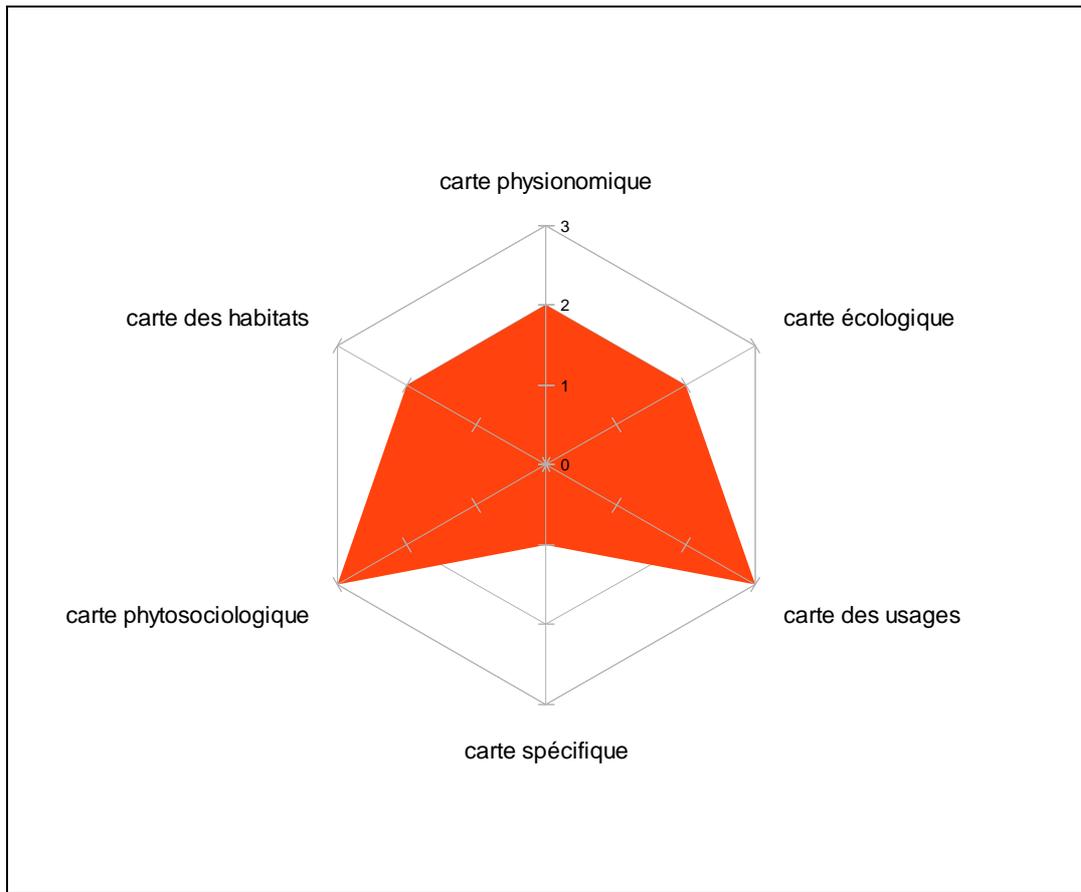
**3 = niv. fort**



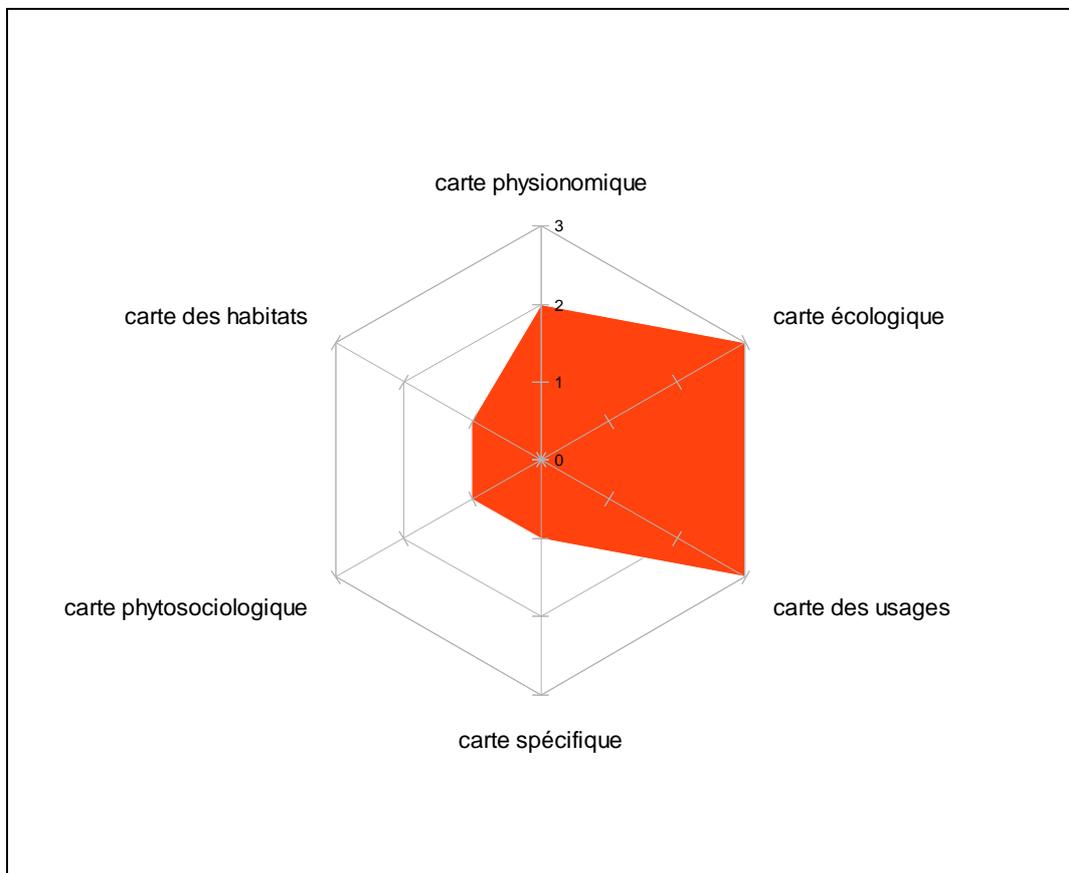
**Figure 1. Objectifs de gestion**



**Figure 2. Objectifs réglementaires**



**Figure 3. Objectifs de connaissance**



**Figure 4. Objectifs de mesure d'évolution**

## IV. Conclusion

Il n'existe manifestement pas de carte unique qui puisse répondre à l'ensemble des besoins des utilisateurs. En revanche, la récolte homogène à l'échelle nationale de données non ou peu interprétées (de type "fond blanc" du programme CarHAB) permettra de dériver différents produits cartographiques.

Le travail de terrain mobilise toujours beaucoup de concepts et de connaissances pré-établies. L'observation "neutre", débarrassée des scories de l'arsenal conceptuel occidental, est un objectif vers lequel il apparaît nécessaire de tendre. L'homme "moderne" a inventé le monde extérieur (la nature) et les grilles de lecture qu'il utilise pour s'en faire une projection mentale. Cet atavisme fondamental ne doit pas empêcher de déployer un effort particulier pour essayer de s'en tenir à des faits d'observation aussi simples que possibles et d'éviter de surcharger la barque conceptuelle, comme l'induit pour la végétation la phytosociologie (qu'elle soit dynamico-caténale ou sygmatiste). De plus, travailler sur des données interprétées ajoute le risque, à l'échelle d'un territoire comme la France, de démultiplier les biais observateurs.

Mieux croiser les observations et mieux définir leur restitutions cartographiques est un préalable encore trop souvent négligé. Cet effort, impliquant différents partenaires (administrations, laboratoires, organismes environnementaux, etc), permettrait à la fois de valoriser des données existantes et de faire de substantielles économies d'argent public. A budget constant, mieux vaut ainsi porter les efforts vers la mise en cohérence ou l'harmonisation d'informations éparses que de vouloir pousser trop loin l'analyse d'un compartiment (comme la végétation par exemple).

Enfin, il faut distinguer l'activité de recueil de données faisant appel à des connaissances naturalistes, de pédologie, de climatologie... et l'activité du biostatisticien qui, en amont, ajuste le plan d'observation à la question posée et qui, en aval, traite les données. On peut oser dire que les exercices de cartographie ont trop souvent été considérés à tort comme des activités relevant de la seule compétence des naturalistes. Ainsi, l'échantillonnage apparaît à la fois comme un impératif en terme d'inventaire de terrain, mais également de suivi.

La recherche d'exhaustivité est irréaliste et est une démarche impossible à réitérer.

## Bibliographie

- Allenbach, K., J. Burnier, A. Lehmann, P. Martin, N. Ray & N. Wyler (2010) – *Cartographie des milieux naturels dans le périmètre Vuache-Sion-Laire*. Rapport technique. DGAT - Projet d'Agglomération de Genève.
- Bonnet, V. (2012) – *Mise en place d'un plan alpin de suivi sur le Caricion bicoloris atrofuscae*. Rapport Conservatoire botanique national alpin.
- Boulangeat, I. (2012) – *Vulnérabilité des écosystèmes montagnards aux changements globaux par une modélisation spatialement explicite – implications pour la conservation*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble.
- Calenge, C. (2013) – *Analyse et prédiction de la sélection de l'habitat par le lagopède dans le parc national des Écrins*. OGM/ONCFS.
- Cherpeau, A. (1996) – *Téledétection et agroécologie, un essai de cartographie destinée à la gestion des milieux herbacés de haute montagne : application au Parc national des Ecrins*. Thèse de doctorat, CEMAGREF.
- Deguerry, O. (2007) – *Patrons d'organisation floristique des habitats, suivi diachronique des milieux*. Rapport IMBE/Parc national des Ecrins.
- Dentant, C. & A. Besnard (2014) – *Le géranium argenté (Geranium argenteum L.) et le dilemme du Petit Prince*. *Nature de Provence (à paraître)*
- Dumas, E. (2010) – *Méthode d'analyse multi-scalaires des patrons paysagers dans le Parc National des Ecrins*. Rapport IMBE/Parc national des Ecrins.
- Godron, M. & P. Salomez (1995) – DELPHINE. Inventaire et cartographie des milieux. *Documents scientifiques du parc national des Ecrins* (6).
- Jouglet, J.-P. (1999) – *Les végétations des alpages des Alpes françaises du sud*. CEMAGREF Editions.
- Lotz, A. (Ed.) (2006) – *Alpine Habitat Diversity – Habitalp – Project Report 2002-2006*. EU Community Initiative INTERREG III B Alpine Space Programme. Nationalpark Berchtesgaden.
- Merle, H. & C. Dentant (2003) – *Inventaire des milieux naturels : site du Valgaudemar (PR10)*. Rapport Conservatoire botanique national alpin/Parc national des Ecrins.
- Rabatel, A. (2009) – *Proposition d'un protocole de suivi du déneigement d'alpages par télédétection optique*. Rapport LTHE – CNRS.
- Rey, P. (2009) – Histoire de la cartographie de la végétation de France. *CFC* (199) : 105-115.
- Senn, O. (2011) – *Suivi des mesures agri-environnementales en alpages : évolution de la végétation sur des lignes permanentes*. Rapport Parc national des Ecrins.
- Wyler, N., P. Martin, K. Allenbach & A. Lehmann (2009) – *Système d'Information du Patrimoine Vert: Apports de la télédétection et des modèles statistiques pour l'automatisation de la cartographie des milieux naturels*. *Géomatique Expert* (70) : 90-96.