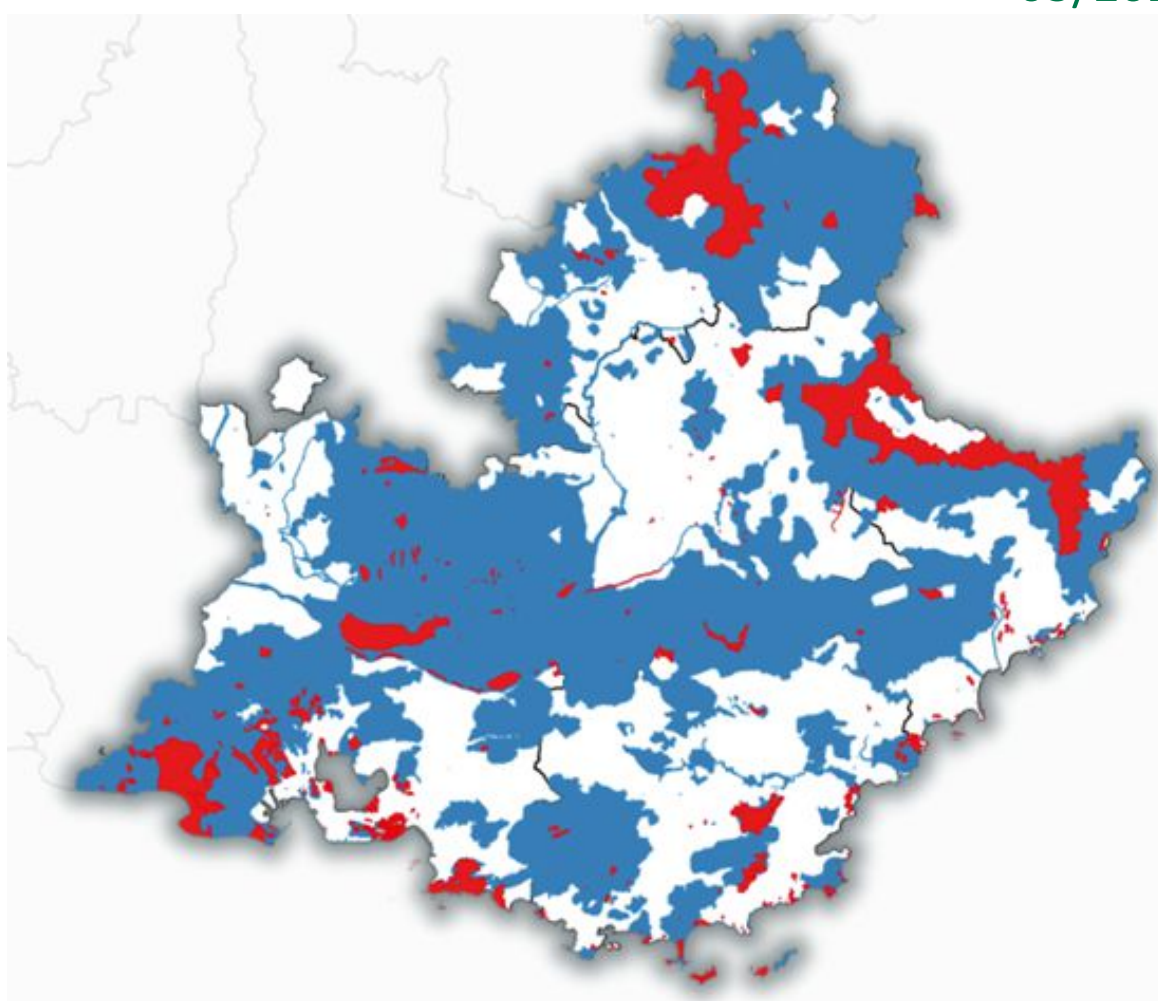




# Evaluation du réseau terrestre d'aires protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et définition de perspectives d'évolution

03/2022



**Document réalisé par :**



Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles (CBNMed)



Conservatoire botanique national alpin (CBNA)



Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CEN PACA)

**A la demande de :**



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
PROVENCE-ALPES-  
CÔTE D'AZUR**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

**Rédaction :** Virgile Noble (CBNMed), Julie Delauge (CEN PACA), Sophie Vallée (CBNA)

**Coordination :** Virgile Noble (CBNMed)

**Date de réalisation :** Mars 2022

**Citation recommandée :**

Noble V., Delauge J., Vallée S., 2022. Evaluation du réseau terrestre d'aires protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et définition de perspectives d'évolution. Conservatoire botanique national méditerranéen, Conservatoire botanique national alpin, Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. 35 p.

# Sommaire

---

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Introduction .....</b>                                                      | <b>3</b>  |
| <b>1- Eléments de contexte .....</b>                                           | <b>4</b>  |
| 1.1- Contexte national.....                                                    | 4         |
| 1.2- Contexte régional.....                                                    | 5         |
| <b>2- La biodiversité régionale : données disponibles et indicateurs .....</b> | <b>7</b>  |
| 2.1- La biodiversité spécifique.....                                           | 7         |
| Données d'occurrences .....                                                    | 7         |
| Groupes taxonomiques analysés .....                                            | 7         |
| 2.2- La biodiversité écosystémique .....                                       | 9         |
| Typologie des grands types d'écosystèmes .....                                 | 9         |
| 2.3- La naturalité des écosystèmes .....                                       | 10        |
| <b>3- Etat et représentativité du réseau d'aires protégées.....</b>            | <b>11</b> |
| 3.1- Représentativité taxonomique du réseau.....                               | 11        |
| Bilan qualitatif : présence dans le réseau .....                               | 11        |
| Bilan quantitatif .....                                                        | 12        |
| 3.2- Représentativité du réseau pour les hotspots de biodiversité .....        | 15        |
| Patrons spatiaux de diversité spécifique .....                                 | 15        |
| Originalité taxonomique (diversité bêta) .....                                 | 17        |
| 3.3- Représentativité écosystémique du réseau .....                            | 17        |
| Représentativité du réseau par grand type d'écosystème .....                   | 17        |
| Représentativité du réseau par rapport à la naturalité des milieux .....       | 20        |
| <b>4- Scénarios d'amélioration du réseau et hiérarchisation.....</b>           | <b>21</b> |
| 4.1- Définition des objectifs .....                                            | 21        |
| 4.2- Analyse par convergence des enjeux .....                                  | 21        |
| Scénario "hotspots" .....                                                      | 23        |
| Scénario "lacunes" .....                                                       | 25        |
| Scénario "naturalité" .....                                                    | 27        |
| Scénario "multi-objectifs" complet .....                                       | 28        |
| Scénario "hotspots + lacunes" .....                                            | 29        |
| Conclusions sur les scénarios .....                                            | 30        |
| 4.3- Territoires prioritaires par analyse des complémentarités .....           | 31        |
| <b>5- Perspectives .....</b>                                                   | <b>31</b> |
| 5.1- Les habitats naturels et semi-naturels remarquables .....                 | 31        |
| 5.2- les caractéristiques structurelles du réseau .....                        | 32        |
| Connexions .....                                                               | 32        |
| Equité territoriale .....                                                      | 33        |
| Le réseau face aux pressions - menaces .....                                   | 34        |
| <b>Bibliographie.....</b>                                                      | <b>35</b> |

# Introduction

---

Le rapport de l'IPBES (2019) alerte sur le déclin à un rythme sans précédent de la biodiversité et rappelle l'efficacité des aires protégées comme solution pour lutter contre l'érosion de la biodiversité. Il recommande, d'ailleurs, de renforcer les réseaux d'aires protégées. La Stratégie nationale des aires protégées (SAP) se veut une réponse concrète et un engagement fort de l'Etat français dans la prise de conscience de la nécessaire préservation de la biodiversité.

La mise en œuvre de la première **Stratégie de création de aires protégées (SCAP)** lancée en 2009 avait pour objectif de placer au minimum 2% du territoire terrestre métropolitain sous protection forte d'ici l'horizon 2019.

À la suite de l'adoption de la nouvelle Stratégie de l'Union européenne en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030 (approuvée par le Conseil de l'UE le 23 octobre 2020), une révision de la stratégie nationale pour les aires protégées est décidée avec de nouveaux objectifs qui visent désormais la protection, dès 2022, de 30% du territoire national et des espaces maritimes sous juridiction, dont un tiers (10%) sous protection forte. Il est important de noter que la nouvelle **Stratégie nationale des aires protégées 2020-2030 (SAP)**, s'applique de manière unifiée aux milieux terrestre et marin et ne vise pas seulement la création d'aires protégées supplémentaires mais également à garantir que celles-ci soient représentatives de la diversité des écosystèmes, bien gérées, interconnectées, et disposent des moyens suffisants pour assurer leur mission. Cette stratégie s'accompagne concrètement d'un premier plan d'actions national pour la période 2021-2023. Elle se décline dans tous les territoires de métropole (échelle des régions voire des départements) et d'outre-mer et son déploiement se doit d'être adapté aux spécificités et enjeux locaux.

Dans ce cadre, la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (DREAL PACA) doit définir les objectifs régionaux de la SAP pour la période 2021-2023 et, en premier lieu, piloter la mise en œuvre du diagnostic de l'état du réseau des aires protégées en région PACA et la définition de plusieurs scénarios d'évolution. **Le Conservatoire botanique national méditerranéen, le Conservatoire botanique national alpin et le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur** ont ainsi été mandatés pour apporter leur expertise à la réalisation de ce travail pour le milieu terrestre.

Les conservatoires ont rédigé une proposition méthodologique pour la mobilisation de la connaissance naturaliste disponible (Noble V. *et al.*, 2021.) qui a été validée par le CSRPN du 10 février 2021. L'objectif proposé est d'offrir une vision objective de la représentativité actuelle du réseau d'aire protégées par l'analyse d'un ensemble significatif de la biodiversité régionale au travers de quelques une des ses composantes. Cette vision globale et la formalisation des principales lacunes manquent en effet à ce jour. Nécessairement imparfaite et directement liée au niveau des connaissances sur la répartition des êtres vivants, l'approche se veut simplement être un outil supplémentaire. Elle se concentre donc sur l'identification des lacunes actuelles du réseau terrestre et propose des évolutions possibles pour atteindre l'objectif 1 de la SAP « **Un réseau résilient aux changements globaux** » et en particulier de la mesure 2 « **Renforcer le réseau d'aires protégées pour atteindre 10% du territoire national** et de nos espaces maritimes protégés par des zones sous protection forte ». Le milieu marin et la géodiversité ne sont pas non plus traités ici et font l'objet de travaux spécifiques.

Fruit de l'analyse des connaissances disponibles sur 14 groupes taxonomiques couvrant les végétaux, les invertébrés et les vertébrés, ce rapport d'étude présente le diagnostic de l'état **du réseau actuel d'aires protégées terrestres** au travers de sa représentativité au regard **des espèces et des grands types d'écosystèmes en présence**, de la prise en comptes de **secteurs géographiques clés pour la biodiversité régionale** dans son ensemble et, de manière plus ciblée, pour **les espèces remarquables**. Le positionnement et la structure du réseau au sein de l'espace géographique régional et de ses caractéristiques territoriale et sociétale sont également brièvement abordés mais feront l'objet de développements supplémentaires ultérieurs. Enfin, plusieurs scénarios d'amélioration du réseau régional d'aires protégées sont présentés sans toutefois anticiper sur la définition des priorités. L'évaluation et les perspectives d'évolution se concentrent dans cette étude **sur le réseau d'espaces sous protection forte**.

# 1- Éléments de contexte

## 1.1- Contexte national

Pour assurer la cohérence et la résilience du réseau national d'aires protégées d'ici 2030, les aires protégées doivent être :

- **représentatives** de l'ensemble du patrimoine biologique, géologique, culturel et paysager ;
- **d'une superficie suffisante**, en cohérence avec la répartition des espèces et habitats cibles ;
- **répliquées**, c'est-à-dire couvrant plusieurs fois les mêmes espèces, habitats, entités géologiques, culturelles et paysagères ;
- **connectées** écologiquement selon une logique fonctionnelle.

La nouvelle stratégie nationale pour les aires protégées se base sur la définition des aires protégées élaborée par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) afin de garantir une cohérence avec le cadre international.

### Définitions : aires protégées

**Une aire protégée** est « un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés ».

**Une zone de protection forte** est « une zone géographique dans laquelle les pressions engendrées par les activités humaines susceptibles de compromettre la conservation des enjeux écologiques de cet espace sont supprimées ou significativement limitées, et ce de manière pérenne, grâce à la mise en œuvre d'une protection foncière ou d'une réglementation adaptée, associée à un contrôle effectif des activités concernées ».

Source : Ministère de la Transition écologique STRATÉGIE NATIONALE POUR LES AIRES PROTÉGÉES 2030 ; janvier 2021

Ainsi, les outils suivants sont reconnus comme des zonages de protection forte dans le cadre national :

- Cœurs de parcs nationaux.
- Réserves naturelles nationales et régionales.
- Réserves biologiques.
- Arrêtés de protection (de biotope, de géotope et d'habitat naturel).

Les outils suivants seront pris en compte au cas par cas pour l'extension du réseau sous protection forte :

- Périmètres de protection des réserves naturelles nationales après présentation en Conseil national de la protection de la nature (CNPN).
- Réserves nationales de chasse et de faune sauvage sous réserve de mise en place d'une gestion conservatoire dédiée.
- Sites acquis par le Conservatoire du littoral sous réserve de mise en place d'une gestion conservatoire dédiée.
- Sites acquis par les Conservatoires d'espaces naturels sous réserve de la mise en place d'une stratégie permettant de pérenniser ces acquisitions.

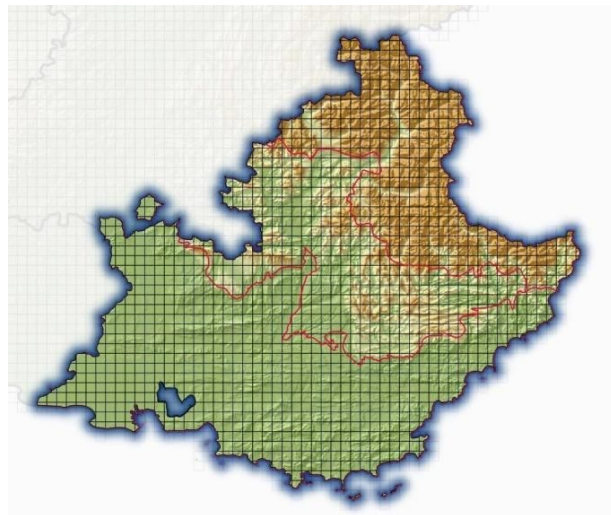
Pour ces quatre outils et potentiellement d'autres, un décret devrait préciser les périmètres à analyser au cas par cas, ainsi que la procédure de validation de ces espaces en protection forte.

## 1.2- Contexte régional

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) couvre environ 31 840 km<sup>2</sup>. Elle est cependant très hétérogène du point de vue biogéographique allant du littoral méditerranéen jusqu'à de hauts reliefs alpins (4 102 m). Pour tenir compte de cette situation, la région PACA sera divisée en trois sous-ensembles géographiques représentatifs de cette diversité (figure 1) en synthétisant le découpage des petites régions naturelles du Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) pour obtenir : un ensemble méditerranéen (16 077 km<sup>2</sup>), un ensemble préalpin à l'interface des deux autres (8 277 km<sup>2</sup>) et un ensemble alpin (7 486 km<sup>2</sup>).

Une grille d'analyse régulière, composée de 1 449 mailles de 5x5 km extraites de la grille nationale ([https://inpn.mnhn.fr/docs/map\\_pdf/L93\\_5K.pdf](https://inpn.mnhn.fr/docs/map_pdf/L93_5K.pdf)), est appliquée sur le territoire pour servir de résolution de base aux analyses.

Figure 1 : Région Provence-Alpes-Côte d'Azur avec les trois ensembles biogéographiques (ligne rouge : ensemble alpin ; ensemble préalpin, ensemble méditerranéen) et le maillage de 5x5 km.



En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, en 2010, alors que la région comptait plus de 2% de son territoire au sein d'espaces protégés, la DREAL a décliné la Stratégie de création d'aires protégées (SCAP) et a ainsi identifié 230 « territoires à enjeux » sur la base d'une liste d'espèces et d'habitats naturels identifiés au niveau national et adapté au niveau régional.

En 2019, sur les 230 sites identifiés en 2010 par la SCAP, dont 29 « projets potentiellement éligibles », 19 projets ont été concrétisés auxquels s'ajoutent la création de la RNR des Gorges du Daluis, et de plusieurs arrêtés de protection de biotopes et l'acquisition de plusieurs sites par le Conservatoire du littoral et le Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Fin 2019, **6,64 %** du territoire terrestre régional est couvert par une protection forte, le réseau complet d'aires protégées couvre **59,1 %** du territoire.

En lien direct avec les objectifs de la SAP, deux réseaux seront considérés dans les analyses (figure 2) :

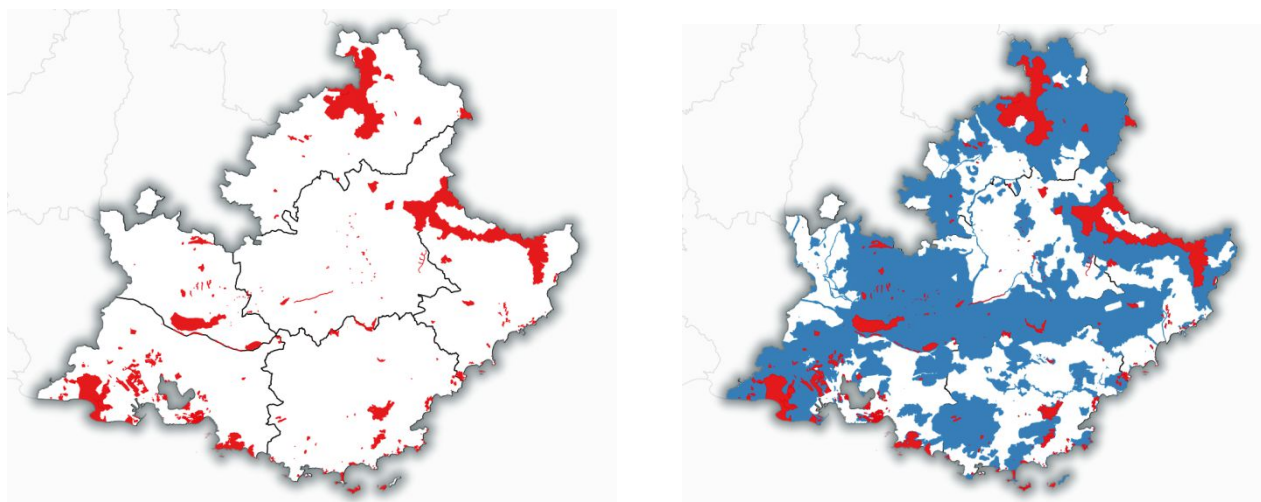
- **RAP1** : Le réseau des espaces sous protection forte (6,64 % du territoire : objectif 10 %).
- **RAP2** : Le réseau complet d'aires protégées dans son ensemble (59,1 % du territoire : objectif 30 %).

Les différents statuts permettant la reconnaissance d'un espace comme aire protégée terrestre sont rappelés dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Statuts des aires protégées (selon SAP 2020) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.**

| Statuts                                                       | RAP1 | RAP2 | Nb. Sites en PACA       |
|---------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------|
| Zones cœurs de parcs nationaux                                | X    | X    | 4                       |
| Réserves naturelles nationales                                | X    | X    | 10                      |
| Réserves naturelles régionales                                | X    | X    | 7                       |
| Réserves biologiques (ONF)                                    | X    | X    | 22                      |
| Arrêtés préfectoraux de protection                            | X    | X    | 71                      |
| Sites du Conservatoire du littoral*                           | X    | X    | 88                      |
| Sites acquis par le Conservatoire des espaces naturels*       | X    | X    | 244 (parcelles34 sites) |
| Réserves nationales de chasse et de faune sauvage             |      | X    | 0                       |
| Sites gérés par le Conservatoire des espaces naturels         |      | X    | 114                     |
| Parcs naturels régionaux                                      |      | X    | 9                       |
| Sites Natura 2000                                             |      | X    | 131                     |
| Sites RAMSAR                                                  |      | X    | 3                       |
| Biens inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO |      | X    | 5                       |
| Réserves de biosphère                                         |      | X    | 5                       |

\*Les parcelles acquises par le Conservatoire du Littoral et les parcelles en maîtrise foncières du Conservatoire d'espaces naturels ont été ajoutées aux espaces en protection forte à la demande de la DREAL en raison de leur protection foncière.



**Figure 2 : La région Provence-Alpes-Côte d'Azur avec le réseau sous protection forte (RAP1, en rouge) le réseau d'aires protégées dans son ensemble (RAP2, en bleu)**

**Sources des données et modalités de calcul :** Noble V., Delauge J., Vallée S. 2021 Proposition méthodologique pour le bilan et la définition des perspectives d'évolution du réseau terrestre d'aires protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Conservatoire botanique national méditerranéen, Conservatoire botanique national alpin, Conservatoire d'espaces naturels de Provence. 34 p.

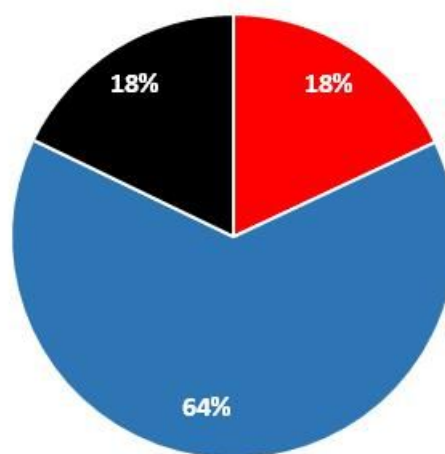
## 2- La biodiversité régionale : données disponibles et indicateurs

### 2.1- La biodiversité spécifique

#### Données d'occurrences

Les données d'occurrences (observations) de taxons sont extraites, pour tous les groupes taxonomiques, de la base de données SILENE (<http://silene.eu>). Seules les observations postérieures à 2000 et dont la précision de la localisation géographique est fine sont retenues. Globalement, plus de 8 millions d'observations sont actuellement mobilisables pour les analyses sur des groupes taxonomiques suffisamment bien connus. Le détail des données mobilisées est indiqué dans le tableau 2. Les analyses sont faites avec les données d'occurrences brutes des espèces indigènes, postérieures à 2000 et précision < 5 km, **soit 6 583 417 d'occurrences mobilisées**. La distribution des données au sein des réseaux d'aires protégées est indiquée dans la figure 3.

Figure 3 : Proportion des occurrences de taxons mobilisées en région PACA au sein du réseau sous protection forte (RAP1 en rouge) et du réseau complet d'aires protégées (RAP2 en bleu).



#### Groupes taxonomiques analysés

Pour 10 groupes taxonomiques, la bonne représentation des espèces connues en PACA et l'homogénéité spatiale de la pression d'échantillonnage permettent la mobilisation d'un jeu de données pour les analyses. Certains regroupements réalisés ont pour simple but de favoriser la lisibilité (tableau 2). Le détail précis des familles prises en compte au sein de chacun des groupes est précisé au sein des bilans en annexes. Pour quatre groupes taxonomiques (Charophytes, Mollusques continentaux, Cicindelinae et Poissons d'eau douce), l'échantillonnage à l'échelle régionale nous apparaît trop lacunaire pour l'analyse des hotspots de diversité. Ils ne seront donc que partiellement mobilisés au niveau de l'analyse simple de présence des taxons au sein du réseau d'aires protégées et au niveau de l'analyse de représentativité des espèces dont les résultats devront être pris avec prudence.

Pour la faune terrestre, plus de 10 500 espèces indigènes en PACA disposent de données d'occurrence en base de données, elles appartiennent à des groupes taxonomiques dont le niveau de connaissance régionale ne permet pas leur utilisation dans les analyses.

Tableau 2 : Groupes taxonomiques mobilisés, effectifs et nombre de données d'occurrences approximatifs disponibles pour l'analyse du réseau d'aires protégées en région PACA.

| Groupes taxonomiques                     | Nb. d'occurrences | Nb. d'espèces indigènes confirmées en PACA | Analyse de présence dans le réseau | Analyse de représentativité | Patrons spatiaux de diversité |
|------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Flore vasculaire                         | 3 096 211         | 3366                                       | X                                  | X                           | X                             |
| Bryophytes                               | 46 925            | 787                                        | X                                  | X                           | X                             |
| Charophytes (Algues)                     | 1 387             | 32                                         | X                                  | X                           |                               |
| Oiseaux                                  | 2 027 254         | 387                                        | X                                  | X                           | X                             |
| Mammifères terrestres (hors chiroptères) | 213 449           | 58                                         | X                                  | X                           | X                             |
| Chiroptères                              | 16 899            | 30                                         | X                                  | X                           | X                             |
| Amphibiens                               | 32 799            | 22                                         | X                                  | X                           | X                             |
| Reptiles                                 | 90 522            | 28                                         | X                                  | X                           | X                             |
| Odonates                                 | 112 244           | 73                                         | X                                  | X                           | X                             |
| Orthoptères, mantes et phasmes           | 138 358           | 187                                        | X                                  | X                           | X                             |
| Rhopalocères, zygènes et ascalaphidae    | 621 265           | 260                                        | X                                  | X                           | X                             |
| Mollusques continentaux                  | 21 788            | 361                                        | X                                  | X                           |                               |
| Cicindelinae                             | 2 914             | 12                                         | X                                  | X                           |                               |
| Poissons d'eau douce                     | 5 418             | 70                                         | X                                  | X                           |                               |

## Biodiversité et biodiversité remarquable

Au sein de l'ensemble de la biodiversité, et pour chacun des groupes taxonomiques analysés, nous identifions deux ensembles :

- **La biodiversité dans son ensemble** qui rassemble toutes les espèces considérées comme indigènes en région PACA. **5 668 espèces indigènes** établies en PACA ont été évaluées.
- **Les espèces cibles** qui correspondent ici à la notion de biodiversité remarquable. Souvent plus rares ou de valeur patrimoniale jugée plus élevée.

Les espèces cibles ont été identifiées pour tous les groupes taxonomiques comme :

- **Les espèces d'intérêt biogéographique** : espèces dont l'aire de répartition mondiale est réduite et globalement centrée sur la région PACA. Ce sont globalement toutes les espèces endémiques de la région PACA ou des espèces dont l'aire se limite au nord-ouest du bassin méditerranéen (Italie-NE - France - Espagne NO) ou le sud-ouest de la chaîne alpine (pour plus de précision voir Noble *et al.*, 2021).
- **Les espèces menacées** : espèces classées dans les catégories CR, EN, VU des listes rouges régionales en priorité ou, si non disponibles pour certains groupes taxonomiques, celles réalisées à l'échelle nationale voire européenne (bryophytes).

**A noter que concernant les espèces protégées**, elles ne sont pas considérées ici comme des cibles pour les perspectives d'évolution du réseau. Cependant, l'évaluation de la protection des espèces protégées par le réseau d'aires protégées peut constituer un indicateur dans l'orientation de futures stratégies de conservation. Les références des listes mobilisées pour identifier les espèces en question sont présentées dans la note méthodologique (Noble *et al.*, 2021.).

## 2.2- La biodiversité écosystémique

### Typologie des grands types d'écosystèmes

A défaut de disposer d'une connaissance fine de la répartition des habitats naturels à l'échelle de la région entière, l'évaluation de la représentativité des grands types d'écosystèmes au sein du réseau d'aires protégées se base sur la cartographie d'occupation du sol et la typologie Corine Land Cover, utilisée à l'échelle nationale (Léonard *et al.*, 2020) en respectant leurs choix d'agrégation (tableau 3). Corine Land Cover 2018 a ainsi été mobilisée (figure 4).

Figure 4 : Carte des grands types d'écosystèmes de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (par regroupement des classes de Corine Land Cover 2018).

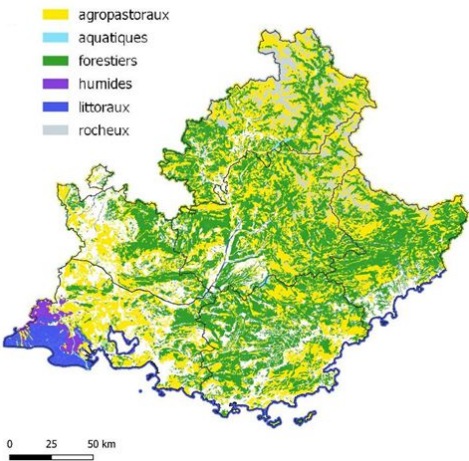


Tableau 3 : Choix d'agrégation des postes d'occupation du sol réalisés pour définir les grands types de milieux naturels ou semi-naturels.

| Grands types d'écosystèmes | Postes d'occupation du sol (Corine Land Cover)                       |                                                                                      |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Forestier                  | 311                                                                  | Forêts de feuillus                                                                   |
|                            | 312                                                                  | Forêts de conifères                                                                  |
|                            | 313                                                                  | Forêts mélangées                                                                     |
|                            | 323                                                                  | Végétation sclérophylle                                                              |
|                            | 324                                                                  | Forêt et végétation arbustive en mutation                                            |
| Agropastoraux (ouverts)    | 231                                                                  | Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole                       |
|                            | 241                                                                  | Cultures annuelles associées à des cultures permanentes                              |
|                            | 242                                                                  | Systèmes culturaux et parcellaires complexes                                         |
|                            | 243                                                                  | Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants |
|                            | 244                                                                  | Territoires agroforestiers                                                           |
|                            | 321                                                                  | Pelouses et pâturages naturels                                                       |
|                            | 322                                                                  | Landes et broussailles                                                               |
| Aquatiques                 | 511                                                                  | Cours et voies d'eau                                                                 |
|                            | 512                                                                  | Plans d'eau                                                                          |
| Humides                    | 411                                                                  | Marais intérieurs                                                                    |
|                            | 412                                                                  | Tourbières                                                                           |
|                            | 213                                                                  | Rizières                                                                             |
| Rocheux                    | 332                                                                  | Roches nues                                                                          |
|                            | 335                                                                  | Glaciers et neiges éternelles                                                        |
| Littoraux                  | Tampon de 5 km le long du trait de côte ajouté aux postes suivants : |                                                                                      |
|                            | 331                                                                  | Plages, dunes et sable                                                               |
|                            | 421                                                                  | Marais maritimes                                                                     |
|                            | 422                                                                  | Marais salants                                                                       |
|                            | 423                                                                  | Zones intertidales                                                                   |
|                            | 521                                                                  | Lagunes littorales                                                                   |
|                            | 522                                                                  | Estuaires                                                                            |
|                            | 523                                                                  | Mers et océans                                                                       |

La région PACA est à cheval sur deux régions biogéographiques bien distinctes (région méditerranéenne et région tempérée) et montre un gradient altitudinal conséquent (0-4102 m). Cela se traduit par de fortes disparités dans la composition et la structure des écosystèmes ; les milieux ouverts à caractère méditerranéen étant par exemple très différents des milieux ouverts des alpages de la partie alpine. Il nous est, dès lors, apparu pertinent, dans l'optique d'analyse de la représentativité du réseau d'aires protégées, de subdiviser cette typologie sur la base de nos trois ensembles biogéographiques : méditerranéen, préalpin et alpin. La typologie ainsi définie pour l'étude retient 17 sous-types d'écosystèmes (tableau 4).

Tableau 4 : Typologie des grands types d'écosystèmes et de leurs sous-types en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

| Grands types de milieux | Sous-type méditerranéen | Sous-type préalpin | Sous-type alpin |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Forestiers              | FOR-MED                 | FOR-PALP           | FOR-ALP         |
| Agropastoraux           | AGR-MED                 | AGR-PALP           | AGR-ALP         |
| Aquatiques              | AQU-MED                 | AQU-PALP           | AQU-ALP         |
| Humides                 | HUM-MED                 | HUM_PALP           | HUM-ALP         |
| Rocheux                 | ROC-MED                 | ROC-PALP           | ROC-ALP         |
| Littoraux               | LIT-MED                 | -                  |                 |

## 2.3- La naturalité des écosystèmes

Le concept de naturalité (Guetté, 2018) se réfère à l'état naturel ou spontané et il est souvent défini en écologie selon trois facettes, l'intégrité biophysique, la spontanéité et les continuités spatio-temporelles, qui apportent un regard indirect sur la qualité et le bon fonctionnement des écosystèmes naturels. La **carte de la naturalité** issue du projet **CartNat** mené par l'UICN, (Guetté, Carruthers-Jones, Carver, 2021 ; <https://uicn.fr/aires-protegees/wilderness/>), est une carte d'un gradient naturalité - anthropisation, à l'échelle de la France métropolitaine, à une résolution spatiale de 20x20 m, suffisamment fine pour transcrire une "réalité" territoriale. La version 2 de cette carte a été mise à notre disposition en septembre 2021 et une extraction régionale a pu être

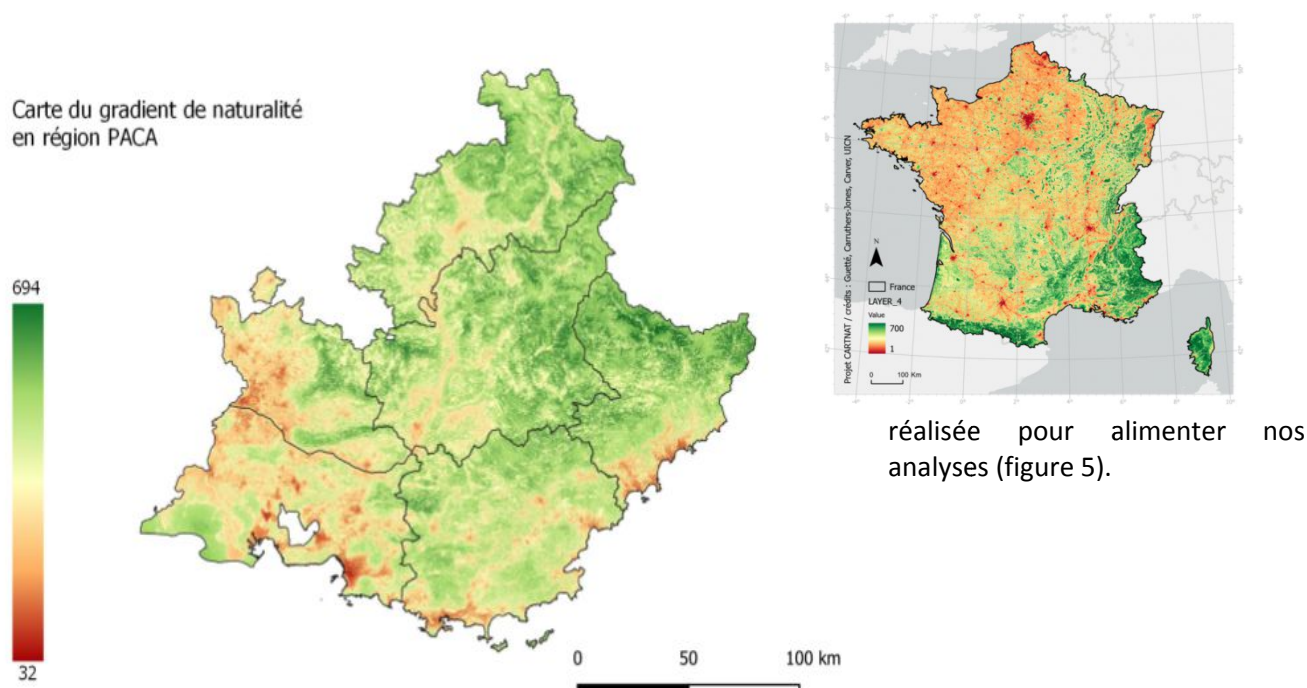


Figure 5 : Carte de la naturalité en France et en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (d'après CartNat v.2, UICN).

Cette carte du gradient de naturalité (au format raster) prend en compte trois facettes de la naturalité :

- **L'intégrité biophysique** : mesure de la naturalité de ce qui couvre le sol, d'un milieu artificialisé à un milieu originel (scoring par grands types de milieux).
- **L'influence anthropique** : mesure du degré d'influence humaine sur les milieux, d'un milieu contrôlé à un milieu libre (pressions prises en compte via quatre aspects : densité de bâti, distance aux routes, présence de réseaux électriques et de voies ferrées).
- **Les continuités spatiales** : mesure du degré de continuité spatiale des milieux de fragmentés à continus (analyse des connectivités écologiques avec la méthode Omniscape).

## 3- Etat et représentativité du réseau d'aires protégées

---

### 3.1- Représentativité taxonomique du réseau

L'objectif des analyses de représentativité (ou complétude) est d'évaluer la représentation de la biodiversité connue au sein du réseau régional d'aires protégées et d'identifier les espèces et secteurs à enjeux de biodiversité remarquables non ou insuffisamment couverts, qualifiés de « **lacunaires** » du fait de leur mauvaise représentation. Un script d'automatisation des analyses a été développé sous R et permet de générer pour un groupe taxonomique un bilan synthétique des résultats présentés dans ce paragraphe (voir annexes).

#### Bilan qualitatif : présence dans le réseau

L'objectif est ici d'identifier (liste) et de quantifier (proportion) la diversité taxonomique présente au sein du réseau d'aires protégées au regard de celle connue à l'échelle de la région dans son ensemble. C'est une simple mesure de la diversité alpha correspondant au nombre d'espèces présentes. Une espèce est considérée comme présente dans le réseau si au moins une occurrence récente est strictement contenue dans un zonage d'aires protégées.

#### Résultats

**Le réseau sous protection forte contient 87% des espèces prises en compte (5 668 espèces). Le réseau complet d'aires protégées en contient près de 97% soit un bilan des lacunes s'élevant à seulement 3% des espèces totalement absentes du réseau complet d'aires protégées (187 espèces).** La proportion de la diversité taxonomique connue en région PACA présente au sein des deux réseaux est détaillée pour les 14 groupes taxonomiques pour lesquels une liste régionale de référence est disponible (figure 6).

Du point de vue purement qualitatif, le réseau complet d'aires protégées de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur intègre plutôt bien la diversité des espèces pour l'ensemble des groupes taxonomiques évalués. Ainsi, ce réseau montre une représentation de plus de 90 % de la diversité pour 11 groupes sur les 14. Ceci est à relier avec la couverture conséquente actuelle du réseau complet d'aires protégées (59.1 % en 2019). Cette constatation peut s'étendre en partie au réseau d'aires sous protection forte avec 11 groupes sur 14 montrant plus de 80 % de leur diversité présente en son sein. Les groupes les mieux représentés au sein de ce réseau sont les chiroptères, les oiseaux, les odonates et d'autres invertébrés tels que les rhopalocères ou les cicindelinae. On peut légitimement penser que la pression d'inventaire sur ces groupes et d'autres est significativement plus forte au sein des aires protégées qu'en dehors mais cela n'est pas ici la source d'un biais dans la représentation de la diversité connue à l'échelle régionale. Le bilan de la diversité connue en PACA se base en effet uniquement sur la confirmation de la présence des espèces après l'année 2000 en PACA, indépendamment de l'endroit où elles sont observées. Les groupes **les moins bien représentés** sont les **mollusques continentaux**, le groupe d'algues des **Characeae** et les **poissons d'eau douce**. Les **amphibiens** sont également légèrement moins bien représentés que l'ensemble. Les espèces de ces groupes taxonomiques ont en commun (seulement en partie pour les mollusques) des exigences écologiques associées aux zones humides ou aquatiques.

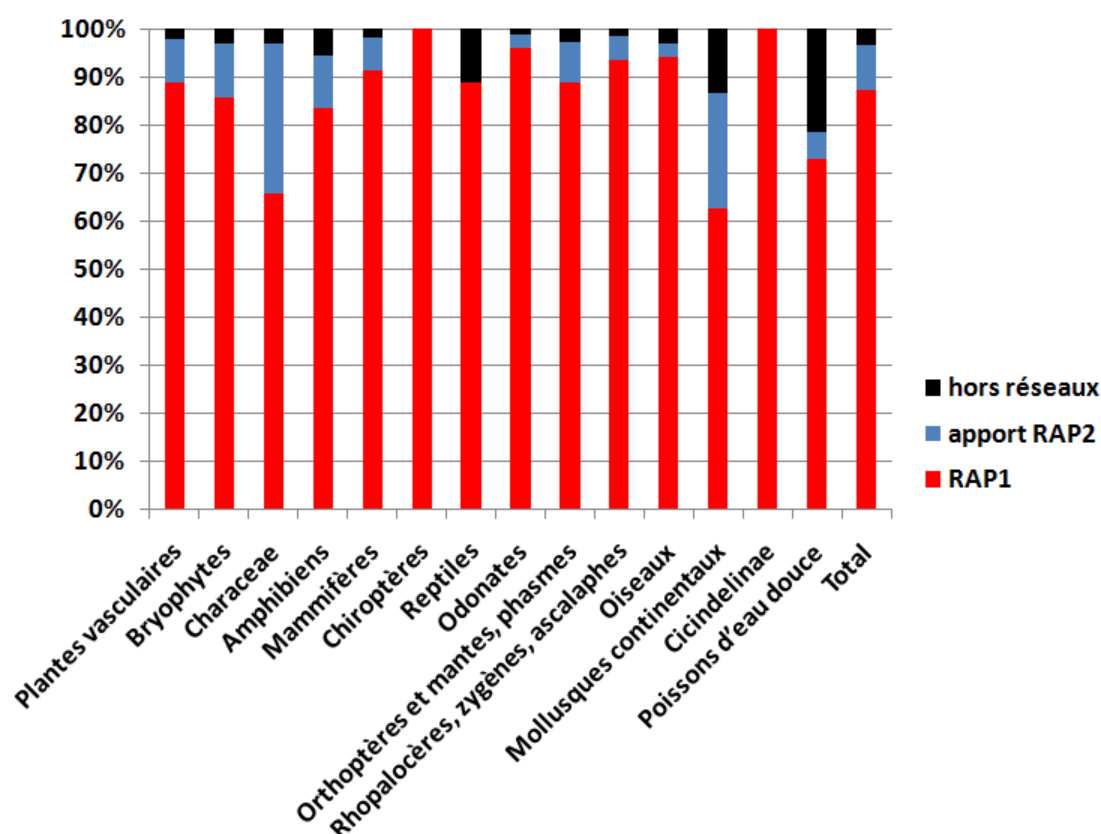


Figure 6 : Proportion du nombre d'espèces indigènes présentes au sein du réseau d'aires sous protection forte (RAP1) et du réseau complet d'aires protégées (RAP2) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur pour 14 groupes taxonomiques.

## Bilan quantitatif

La notion de répliquats au niveau des populations des espèces est clairement indiquée comme un critère important d'évaluation de la qualité de la représentativité du réseau. Pour évaluer pour chacune des espèces si la représentation au sein du réseau est satisfaisante, nous avons utilisé une simple et grossière approximation en réduisant la notion de population à une simple évaluation du nombre de stations. L'appréhension de la notion de population biologique est en effet complexe et particulière à chaque espèce et donc impossible à mettre en œuvre dans une approche macroscopique telle que la nôtre. Cette approximation de l'aire de présence et des populations correspond à la notion d'aire d'occupation au sens de la méthodologie UICN pour l'établissement des listes rouges. Pour chaque espèce, un seuil de "bonne représentativité" du réseau a été défini puis comparé à la mesure de la proportion d'aire d'occupation de l'espèce couverte par le réseau actuel en s'inspirant de la démarche méthodologique nationale (Léonard *et al.* 2020) mais en la simplifiant.

### Définition du seuil de bonne représentativité

Au sein de chaque groupe taxonomique la fréquence régionale de chacune des espèces (nb total de mailles de 5x5 km de présence de l'espèce) est calculée. Une résolution plus fine entraînerait de gros biais du fait d'une pression d'échantillonnage trop faible. Les espèces sont ensuite réparties en 10 classes de fréquence à l'aide d'un algorithme de partitionnement (k-médoïdes). Le seuil de bonne représentativité est alors défini comme une simple fonction linéaire de la fréquence. Pour les espèces les plus fréquentes (classe 1) le seuil exigé pour une bonne représentativité du réseau est de 10 % des stations couvertes par le réseau tandis que pour les espèces les plus rares (classe 10), une représentativité de 100 % serait un idéal (tableau 5).

Tableau 5 : Exemple de définition du seuil idéal de représentativité des espèces d'un groupe taxonomique au sein du réseau d'aires protégées.

# Classes de fréquences (nombre de mailles 5 km) et définition des seuils de représentativité

| cl_freq | nb_esp | nb_maille5_min | nb_maille5_max | Seuil |
|---------|--------|----------------|----------------|-------|
| 1       | 14     | 1118           | 1279           | 10    |
| 2       | 19     | 906            | 1082           | 20    |
| 3       | 26     | 637            | 829            | 30    |
| 4       | 14     | 520            | 631            | 40    |
| 5       | 20     | 412            | 515            | 50    |
| 6       | 24     | 290            | 404            | 60    |
| 7       | 34     | 193            | 282            | 70    |
| 8       | 26     | 120            | 188            | 80    |
| 9       | 37     | 59             | 117            | 90    |
| 10      | 36     | 1              | 53             | 100   |

### Evaluation de la représentation d'une espèce au sein du réseau

Pour chaque espèce, la proportion des stations présentes au sein du réseau d'aires protégées est calculée à l'échelle d'une maille de 1 x 1 km et le résultat comparé au seuil de représentativité attendu. Une espèce est jugée bien représentée, c'est-à-dire avec un nombre de réplicats satisfaisant au sein du réseau, si la proportion des stations présentes au sein du réseau est supérieure ou égale au seuil. Les espèces identifiées comme non ou insuffisamment représentées au sein du réseau d'aires protégées sont qualifiées de « **lacunaires** ». Afin d'éviter les effets de seuils et de se concentrer sur les lacunes significatives, une marge de 25 points est appliquée soit la formule suivante :

Espèce lacunaire si  $(\text{nb. stations incluses} / \text{nb. stations total}) * 100 - \text{Seuil} > 25$

Nous identifions dans les analyses deux ensembles de lacunes taxonomiques :

- **les espèces lacunaires prioritaires** : pour l'évaluation du réseau sous protection forte, les espèces lacunaires prioritaires sont définies comme nos espèces cibles c'est à dire, les **espèces menacées** (CR, EN, VU) ou **d'intérêt biogéographique**, largement en dessous de leur seuil de bonne représentativité dans le réseau sous protection forte.
- **les espèces lacunaires** : ce sont toutes les espèces largement en dessous de leur seuil de bonne représentativité dans le réseau complet d'aires protégées quels que soient leurs statuts.

Pour rappel, les espèces évaluées dans les listes rouges mobilisées en catégorie DD (deficient data) ou NA (non applicable) sont exclues du calcul et leur seuil de bonne représentativité non défini car il serait potentiellement biaisé par le manque de connaissance de leur aire de répartition.

### Résultats

Sur les 5 668 espèces analysées, **1 019 espèces lacunaires prioritaires sont identifiées pour le réseau sous protection forte (18% des espèces)**. Nous rappelons ici que seules les espèces menacées et d'intérêt biogéographique sont prises en compte (voir §2.1). Leur proportion au sein des différents groupes taxonomiques est très hétérogène (tableau 6 et figure 7). Ainsi, par exemple près de 45 % des espèces d'amphibiens connues dans la région sont évaluées comme des lacunes prioritaires pour le réseau sous protection forte qui a donc une très mauvaise représentativité pour ce groupe. Le groupe des reptiles montre également une proportion significative d'espèces prioritaires lacunaires. Pour les invertébrés, les proportions sont assez élevées aussi bien dans des groupes diversifiés (Orthoptères, Rhopalocères) que dans ceux qui le sont moins (Cicindelinae, Odonates). Les végétaux, qui constituent le groupe analysé le plus diversifié montrent une proportion de 20 % d'espèce lacunaires prioritaires.

À l'échelle du réseau complet d'aires protégées et de toutes les espèces, **694 espèces lacunaires sont identifiées (12% des espèces)**. Les mollusques continentaux constituent le groupe avec la plus grande proportion

de sa diversité considérée comme sous-représentée (16.9%) tandis que les mammifères, chiroptères et oiseaux sont particulièrement bien représentés (tableau 6 et figure 7).

Tableau 6 : Nombre d'espèces et proportion de la richesse régionale connue pour les espèces lacunaires prioritaires (espèces menacées ou d'intérêt biogéographique) identifiées pour le réseau sous protection forte (RAP1) et les espèces lacunaires identifiées pour le réseau complet d'aires protégées (RAP2) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

| Groupes taxonomiques              | nb. esp. indigènes | Lacunes prioritaires RAP1 | % lacunes prioritaires RAP1 | Lacunes RAP2 | % lacunes RAP2 |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|----------------|
| Plantes vasculaires               | 3366               | 687                       | 20.4                        | 520          | 15.4           |
| Bryophytes                        | 787                | 27                        | 3.4                         | 50           | 6.4            |
| Characeae                         | 32                 | 0                         | 0.0                         | 1            | 3.1            |
| Amphibiens                        | 18                 | 8                         | 44.4                        | 2            | 11.1           |
| Mammifères                        | 58                 | 5                         | 8.6                         | 2            | 3.4            |
| Chiroptères                       | 30                 | 4                         | 13.3                        | 1            | 3.3            |
| Reptiles                          | 27                 | 8                         | 29.6                        | 3            | 11.1           |
| Odonates                          | 73                 | 17                        | 23.3                        | 3            | 4.1            |
| Orthoptères et mantes, phasmes    | 187                | 55                        | 29.4                        | 16           | 8.6            |
| Rhopalocères, zygènes, ascalaphes | 260                | 79                        | 30.4                        | 22           | 8.5            |
| Oiseaux                           | 387                | 75                        | 19.4                        | 8            | 2.1            |
| Mollusques continentaux           | 361                | 45                        | 12.5                        | 61           | 16.9           |
| Cicindelinae                      | 12                 | 5                         | 41.7                        | 1            | 8.3            |
| Poissons d'eau douce              | 70                 | 4                         | 5.7                         | 4            | 5.7            |
| Total                             | 5668               | 1019                      | 18.0                        | 694          | 12.2           |

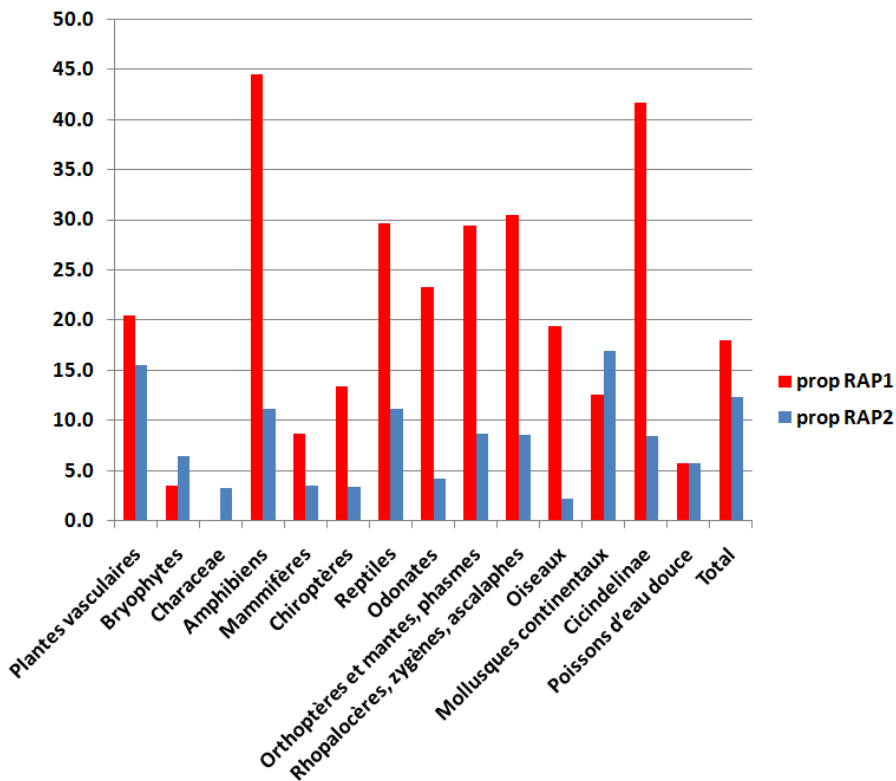


Figure 7 : Proportion de la richesse régionale pour les espèces lacunaires prioritaires (espèces menacées ou d'intérêt biogéographique) identifiées pour le réseau sous protection forte (RAP1) et les espèces lacunaires identifiées pour le réseau complet d'aires protégées (RAP2) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Sur la base des listes d'espèces lacunaires identifiées, une carte de richesse des lacunes correspondant à la richesse spécifique en espèces sous-représentées a été réalisée pour chaque groupe taxonomique (voir les bilans en annexes), permettant de mettre en évidence des points chauds de lacunes au sein de la région. Deux exemples sont donnés par la figure 8.

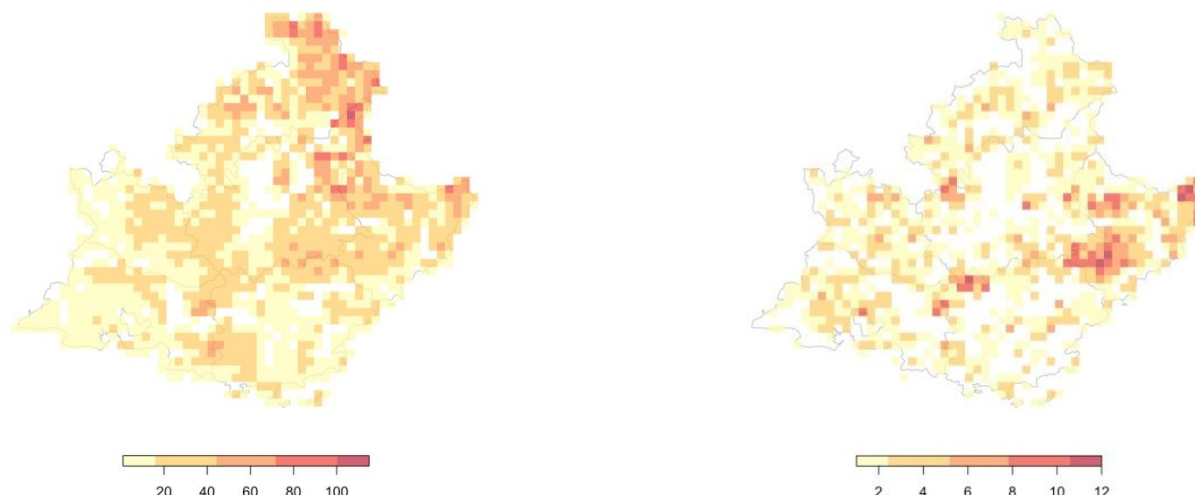


Figure 8 : Cartes de la richesse spécifique en espèces lacunaires prioritaires pour le réseau sous protection forte (RAP1) : exemples pour la flore (à gauche) et pour les orthoptères (à droite) ; maille de 5 x 5 km.

## 3.2- Représentativité du réseau pour les hotspots de biodiversité

### Patrons spatiaux de diversité spécifique

La diversité spécifique n'est pas répartie de manière homogène dans un territoire aussi contrasté que celui de la région PACA. Il est, de ce fait, intéressant de confronter le réseau des aires protégées aux patrons spatiaux de biodiversité pour évaluer comment se positionnent les portions de territoires particulièrement riches en espèces (hotspots) et ce, indépendamment des espèces qui s'y trouvent. Deux mesures de diversité à la résolution du maillage de référence (5 x 5 km) sont utilisées : la **richesse spécifique (SR)** et la **richesse spécifique pondérée (WR)**.

Les mailles qui présentent la plus forte richesse (SR ou WR) sont ici identifiées selon une méthode de type « hotspot ». Pour chaque groupe taxonomique, la métrique retenue est celle la **richesse spécifique pondérée (WR)** et le seuil (pourcentage du territoire considéré comme hotspot) est de 5% des mailles les plus riches du territoire. Le calcul de la richesse spécifique pondérée (WR) appliqué est celui proposé par Guérin *et al.* (2015) sous la fonction "Weighted Endemism" dans le logiciel R. De manière simplifiée, ce calcul correspond à la richesse spécifique d'une maille pondérée par le nombre de mailles contenant au moins une observation d'une des espèces contenues dans cette maille. Cet indice donne donc du poids aux espèces rares et donc aux mailles hébergeant des espèces montrant des aires de répartition réduites dans la zone d'étude.

Le croisement géographique entre les mailles hotspots et les réseaux d'aires protégées permet d'identifier les mailles ou portion de mailles qui constitueront les hotspots hors réseau.

### Résultats

Les patrons spatiaux de la diversité spécifique et l'identification des hotspots de diversité ont été établis pour les 10 groupes taxonomiques pour lesquels cela est possible (voir tableau 2). Ils sont disponibles au sein des bilans placés en annexes. La figure 9 en donne un exemple.

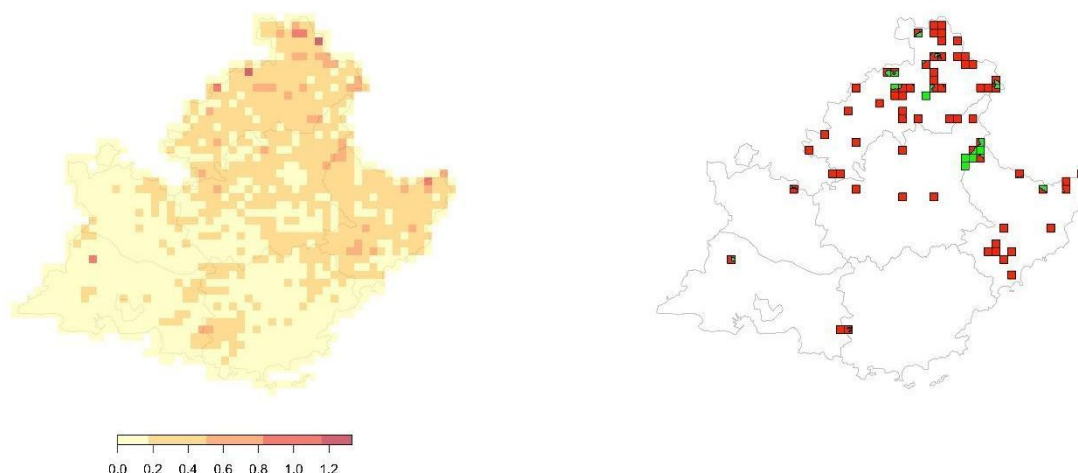


Figure 9 : Carte de la richesse spécifique pondérée en espèces pour le groupe des Rhopalocères, Zygènes et Ascalaphes (à gauche) et carte des hotspots déduits avec leur prise en compte par le réseau sous protection forte (à droite en vert).

L'évaluation grossière (croisement mailles / réseau) des surfaces couvertes par les réseaux d'aires protégées (figure 10) montre que les hotspots de diversité sont de manière générale faiblement représentés au sein du réseau sous protection forte. **Les reptiles, odonates et amphibiens constituent les groupes les moins bien représentés** avec respectivement 5.5, 7.4 et 11.4% des surfaces identifiées. Le groupe des mammifères est le mieux pris en compte avec 24.5 % des surfaces de hotspots au sein du réseau sous protection forte devant les chiroptères, les oiseaux, les bryophytes et les végétaux tous aux environs de 20 %. Le réseau d'aires protégées dans son ensemble améliore significativement le diagnostic mais de manière toutefois assez inégale selon les groupes : les reptiles et odonates restant les moins bien représentés.

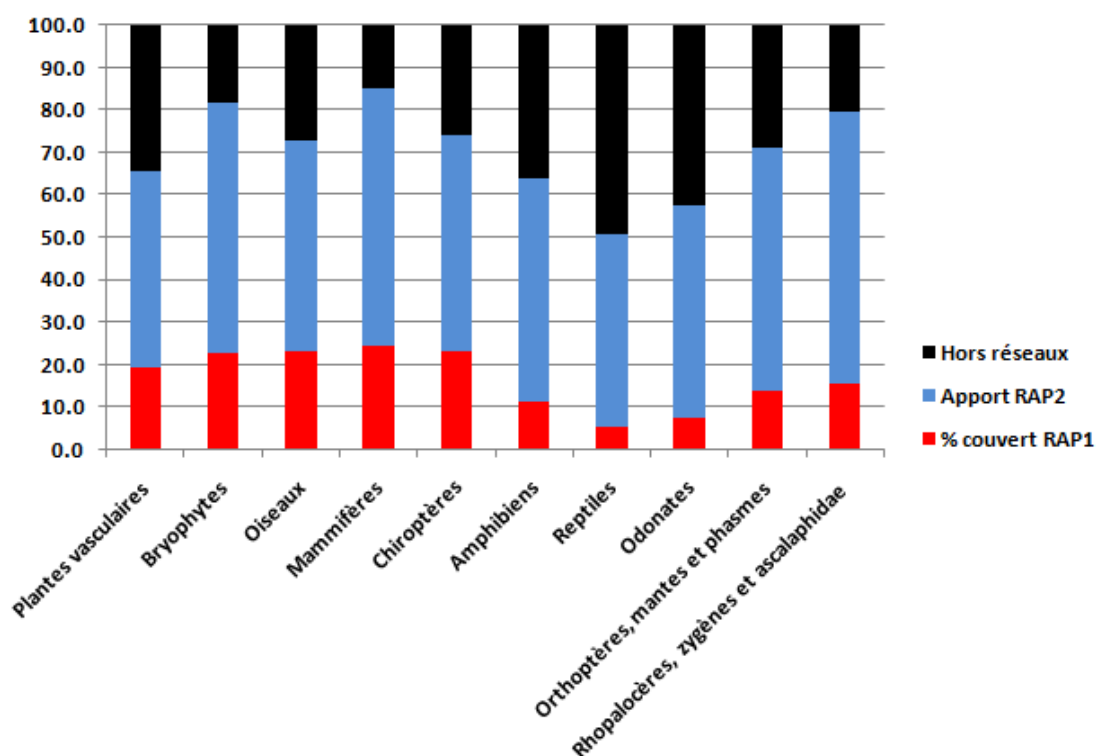


Figure 10 : Proportion des surfaces des hotspots de diversité présentes au sein du réseau sous protection forte (RAP1) et du réseau complet d'aires protégées (RAP2).

## Originalité taxonomique (diversité bêta)

La diversité taxonomique bêta ( $\beta$ ) est une mesure de biodiversité permettant de mesurer la dissimilarité des cortèges d'espèces entre différents sites (i.e. mailles, territoires) et donc de mettre en avant l'**originalité** de composition d'un site par rapport à un autre. Privilégier les mailles les plus différentes entre elles reviendrait à préserver le plus grand nombre d'espèces différentes. Cela peut permettre également de faire ressortir les mailles présentant des milieux avec peu d'espèces, mais particulièrement rares. La prise en compte du patron de diversité  $\beta$  a été testée en calculant un indice de distance de Jaccard comparant la composition taxonomique de chaque maille envers toutes les autres. Dans le cas de la région PACA, les mailles de plus forte originalité taxonomique sont toutes situées en périphérie de la région (zone frontalière alpine et littoral méditerranéen principalement), traduisant un effet de bordure. Certainement pertinente pour des territoires plus homogènes du point de vue biogéographique, cette mesure ne nous a finalement pas paru l'être dans notre cas et nous ne l'avons pas mobilisée dans la suite des analyses.

## 3.3- Représentativité écosystémique du réseau

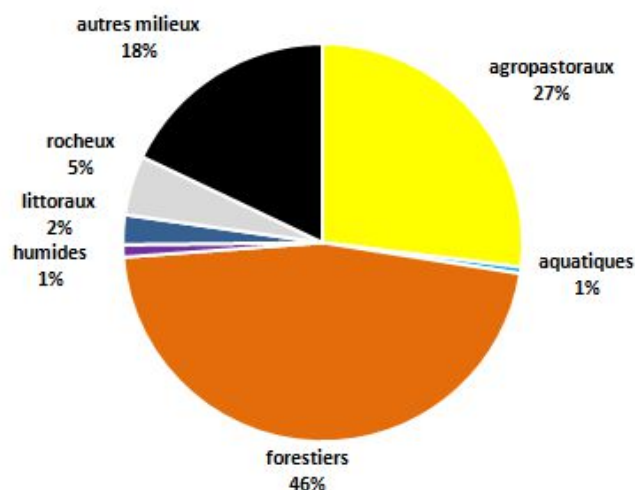
L'évaluation de la représentativité des grands écosystèmes au sein du réseau d'aires protégées n'a pas été menée à l'échelle nationale, mais en partie reliée à l'approche taxonomique (Léonard *et al.*, 2020). Elle semble toutefois pertinente à l'échelle régionale pour évaluer si de grands ensembles représentatifs des paysages de la région seraient non ou insuffisamment représentés. Nous tentons, très globalement, de l'appréhender du point de vue quantitatif (surfaces) et qualitatif (naturalité).

### Représentativité du réseau par grand type d'écosystème

Après un calcul des surfaces en présence pour l'ensemble de la région (figure 11), et à l'image de l'analyse menée au niveau des espèces, la représentation des différents grands types d'écosystèmes au sein du réseau d'aires protégées a été évaluée (figures 12). Les données sont ici surfaciques.

Suivant l'objectif affiché d'un réseau sous protection forte couvrant au moins 10 % de la surface régionale, un réseau idéalement représentatif de l'ensemble des écosystèmes couvrirait 10 % des surfaces de chaque grand type d'écosystème. Nous définissons donc les écosystèmes sous-représentés dans le réseau actuel comme ceux dont la proportion des surfaces couvertes par le réseau sous protection forte est inférieure à ce seuil idéal.

Figure 11 : Proportion de la surface de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur couverte par chaque grand type d'écosystème.



### Résultats

Sur la base des surfaces couvertes en région PACA, le calcul des surfaces situées au sein des réseaux d'aires protégées a permis d'évaluer une proportion pour chacun des grands types (figure 12) et sous-types (figure 13). Le détail des surfaces considérées est présenté dans le tableau 7.

Pris globalement, les écosystèmes rocheux et littoraux sont clairement surreprésentés au sein du réseau actuel sous protection forte tandis que les écosystèmes humides, aquatiques et forestiers apparaissent sous-représentés et confirment en partie les résultats obtenus sur le plan taxonomique. Les écosystèmes agropastoraux regroupant les milieux ouverts sont légèrement sous le seuil idéal.

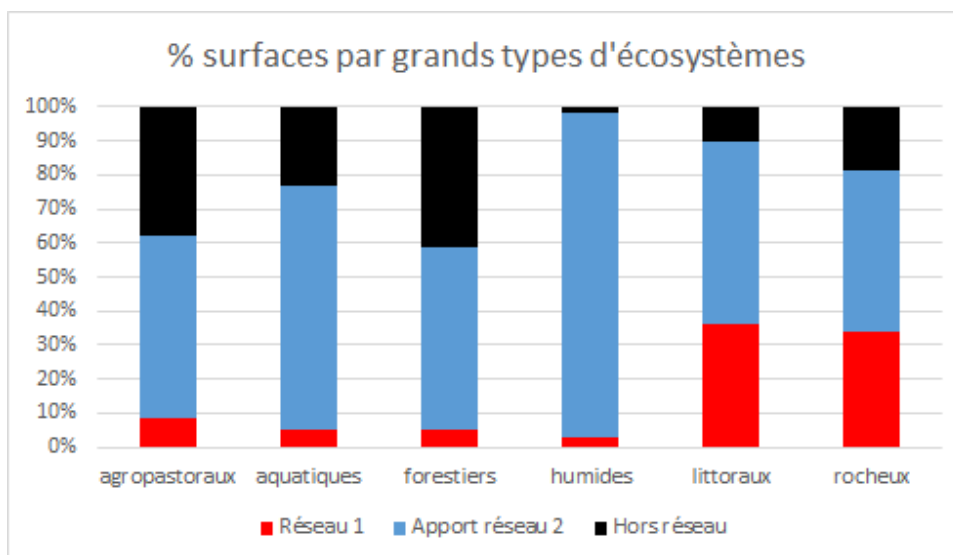


Figure 12 : Proportion des surfaces, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, pour chaque grand type d'écosystème, couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1) et réseau complet d'aires protégées (RAP2).

L'analyse des résultats au niveau des sous-types confirme en partie ce premier diagnostic mais fait apparaître des disparités nettes d'ordre biogéographique.

Les **lacunes de représentativité** du réseau sous protection forte correspondent ainsi aux **écosystèmes** dits « **lacunaires** » suivants :

- Les **écosystèmes agropastoraux méditerranéens et préalpins** avec respectivement 4.3% et 0.6% de leurs surfaces couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1) ;
- Les **écosystèmes aquatiques méditerranéens et préalpins** avec respectivement 6.6% et 0.0% de leurs surfaces couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1) ;
- Les **écosystèmes forestiers méditerranéens et préalpins** avec respectivement 6.3% et 0.8% de leurs surfaces couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1) ;
- Les **écosystèmes humides alpins, méditerranéens et préalpins** avec respectivement 0.0% et 2.7% et 0.0% de leurs surfaces couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1) ;
- Les **écosystèmes rocheux préalpins** avec 0.3% de leurs surfaces couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1).

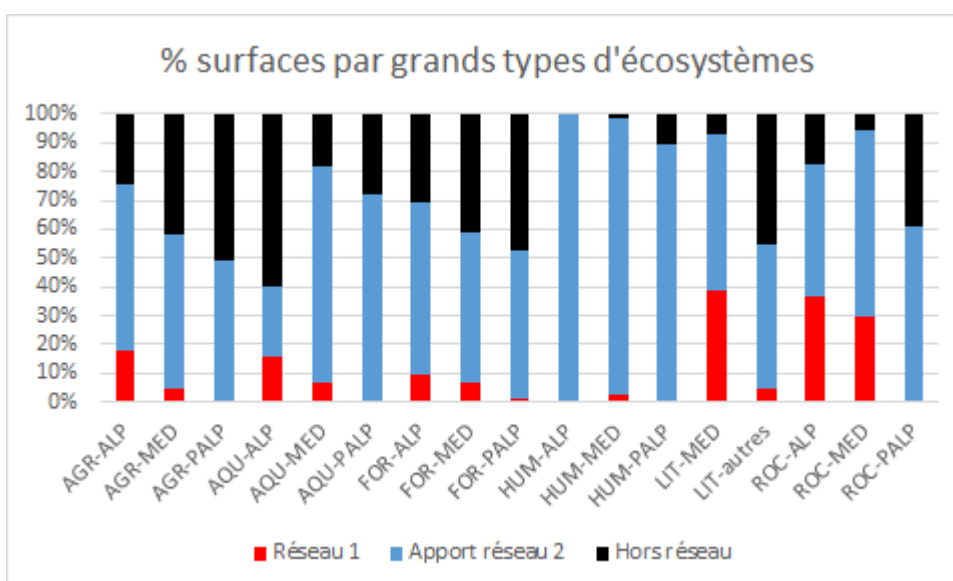


Figure 13 : Proportion des surfaces, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, pour chaque sous-type d'écosystème, couvertes par le réseau sous protection forte (RAP1) et le réseau complet d'aires protégées (RAP2).

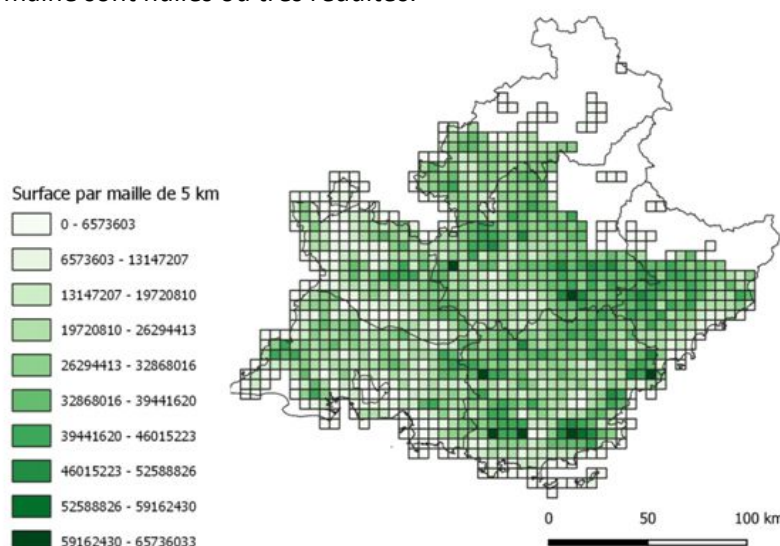
Sur la base des écosystèmes lacunaires identifiés, une carte de leur répartition a été réalisée (figure 14). On observe que les grands types d'écosystèmes sous-représentés dans le réseau sous protection forte se situent majoritairement en zone méditerranéenne et préalpine, la zone alpine étant déjà bien couverte par de grands ensembles sous protection forte : parcs nationaux du Mercantour et des Ecrins.

**Tableau 7 : Bilan des surfaces couvertes par les grands types et sous-types d'écosystèmes de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur avec la proportion de leur surface au sein des réseaux sous protection forte (RAP1) et d'aires protégées complet (RAP2).**

| Types d'écosystèmes                                      | Surface couverte en région PACA (m²) | % de couverture de la région PACA | % des surfaces couvertes par le milieu au sein du réseau RAP1 | % des surfaces couvertes par le milieu au sein du réseau RAP2 |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Agropastoraux (AGR)</b>                               | <b>8 542 831 989</b>                 | <b>26,96</b>                      | <b>8,4</b>                                                    | <b>62,1</b>                                                   |
| alpins (AGR-ALP)                                         | 3 235 365 414                        | 10,21                             | 17,9                                                          | 75,3                                                          |
| préalpins (AGR-PALP)                                     | 2 448 801 031                        | 7,73                              | 0,6                                                           | 49,1                                                          |
| méditerranéens (AGR-MED)                                 | 2 858 665 544                        | 9,02                              | 4,3                                                           | 58,4                                                          |
| <b>Aquatiques (AQU)</b>                                  | <b>161 108 424</b>                   | <b>0,51</b>                       | <b>4,8</b>                                                    | <b>77,0</b>                                                   |
| alpins (AQU-ALP)                                         | 5 921 751                            | 0,02                              | 15,7                                                          | 39,8                                                          |
| préalpins (AQU-PALP)                                     | 50 733 702                           | 0,16                              | 0,0                                                           | 71,9                                                          |
| méditerranéens (AQU-MED)                                 | 104 452 971                          | 0,33                              | 6,6                                                           | 81,6                                                          |
| <b>Forestiers (FOR)</b>                                  | <b>14 693 782 211</b>                | <b>46,38</b>                      | <b>5,1</b>                                                    | <b>58,7</b>                                                   |
| alpins (FOR-ALP)                                         | 2 728 242 774                        | 8,61                              | 9,2                                                           | 69,1                                                          |
| préalpins (FOR-PALP)                                     | 4 753 259 642                        | 15                                | 0,8                                                           | 52,4                                                          |
| méditerranéens (FOR-MED)                                 | 7 212 279 795                        | 22,76                             | 6,3                                                           | 59,0                                                          |
| <b>Humides (HUM)</b>                                     | <b>315 456 015</b>                   | <b>1</b>                          | <b>2,7</b>                                                    | <b>98,2</b>                                                   |
| alpins (HUM-ALP)                                         | 726 863                              | 0                                 | 0,0                                                           | 100,0                                                         |
| préalpins (HUM-PALP)                                     | 869 410                              | 0                                 | 0,0                                                           | 89,6                                                          |
| méditerranéens (HUM-MED)                                 | 313 859 741                          | 0,99                              | 2,7                                                           | 98,2                                                          |
| <b>Littoraux (LIT)</b>                                   | <b>760 091 803</b>                   | <b>2,4</b>                        | <b>35,9</b>                                                   | <b>90,1</b>                                                   |
| méditerranéens (LIT-MED)                                 | 701 856 272                          | 2,22                              | 38,5                                                          | 93,0                                                          |
| <b>Rocheux (ROC)</b>                                     | <b>1 528 573 960</b>                 | <b>4,82</b>                       | <b>33,7</b>                                                   | <b>81,4</b>                                                   |
| alpins (ROC-ALP)                                         | 1 394 573 994                        | 4,4                               | 36,2                                                          | 82,5                                                          |
| préalpins (ROC-PALP)                                     | 99 968 660                           | 0,32                              | 0,3                                                           | 60,6                                                          |
| méditerranéens (ROC-MED)                                 | 34 031 306                           | 0,11                              | 29,4                                                          | 94,7                                                          |
| <b>Autres (artificialisé et agricole principalement)</b> | <b>5 679 802 716</b>                 | <b>17,93</b>                      | <b>0,8</b>                                                    | <b>37,9</b>                                                   |

La surface des grands types d'écosystèmes sous-représentés dans le réseau sous protection forte a ensuite été calculée par maille de 5x5 km afin d'identifier les mailles qui présentent la plus forte concentration (figure 14). On notera en particulier que la majorité des écosystèmes alpins étant déjà bien représentés dans le réseau sous protection forte, les surfaces en jeu dans ce domaine sont nulles ou très réduites.

**Figure 14 : Carte des surfaces des grands types d'écosystèmes sous-représentés dans le réseau sous protection forte.**



## Représentativité du réseau par rapport à la naturalité des milieux

A partir de la carte du gradient de naturalité (figure 5), les hotspots de la région (c'est-à-dire les pixels présentant la plus grande naturalité) ont été identifiés en ne retenant que les 20% de la région à plus forte naturalité (figure 15). Cette analyse a également été testée avec un seuil plus restrictif de 10% mais la très forte concentration des secteurs identifiés dans la partie alpine de la région nous a incités à finalement retenir le seuil de 20%. Globalement, le réseau sous protection forte intègre bien de grandes zones de forte naturalité mais certains secteurs en restent exclus : plateau d'Albion, Préalpes de Dignes, vallée de la Roya, etc.

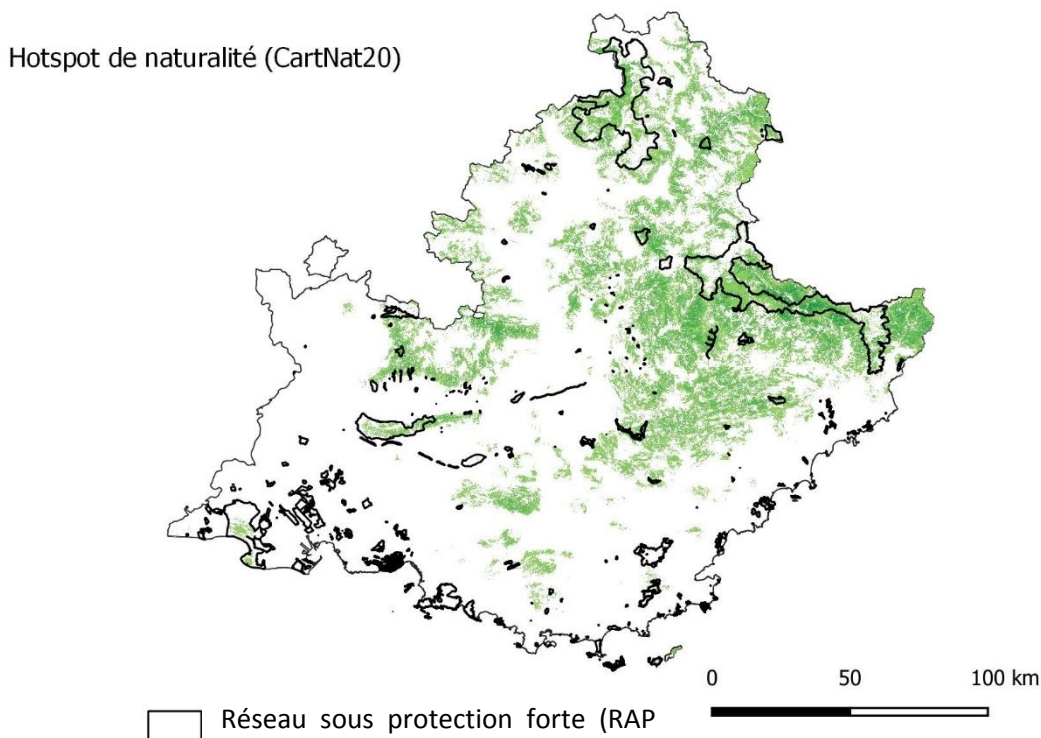


Figure 15 : Carte des 20% du territoire présentant la plus forte naturalité et du réseau sous protection forte (RAP1).

La surface des hotspots de naturalité non représentés dans le réseau actuel sous protection forte a ensuite été calculée par maille de 5x 5km, afin d'identifier les mailles qui concentrent les grandes surfaces de naturalité non couvertes par le réseau sous protections fortes (figure 16) et qui peuvent être considérées comme des lacunes de représentativité de ce réseau.

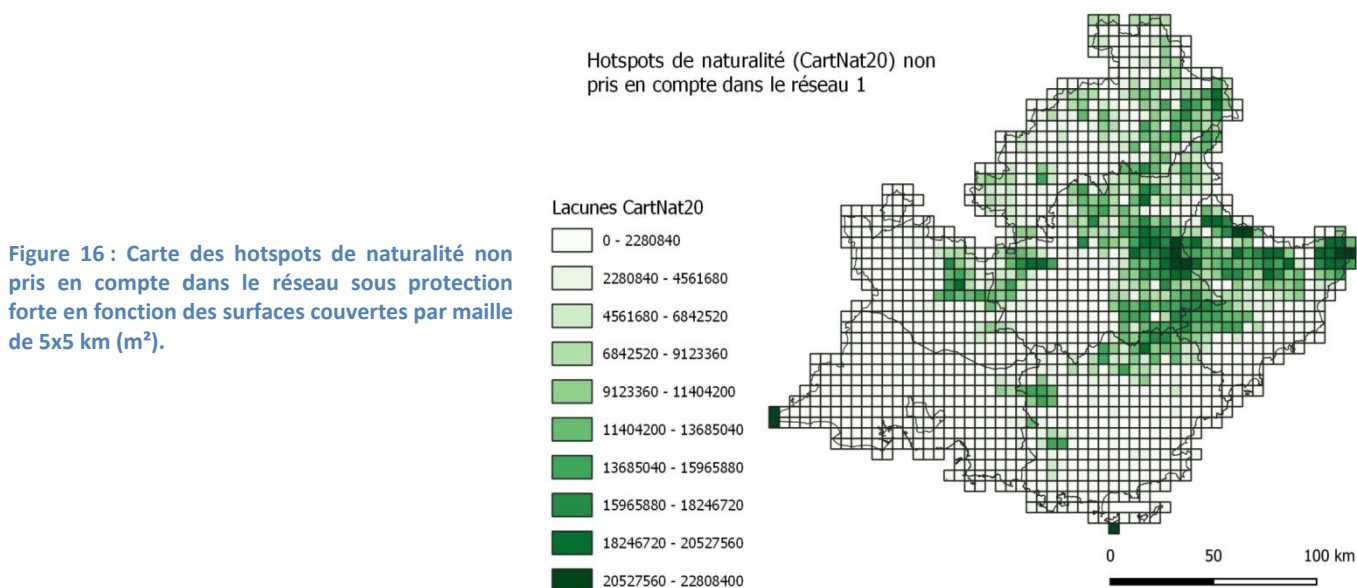


Figure 16 : Carte des hotspots de naturalité non pris en compte dans le réseau sous protection forte en fonction des surfaces couvertes par maille de 5x5 km (m<sup>2</sup>).

## 4- Scénarios d'amélioration du réseau et hiérarchisation

---

### 4.1- Définition des objectifs

Sur les bases du diagnostic établi sur la biodiversité régionale au sein du réseau sous protection forte, la démarche est ici d'identifier des secteurs géographiques particulièrement pertinents pour une potentielle extension de ce réseau. L'objectif de fond étant d'améliorer la représentativité du réseau vis-à-vis de la biodiversité régionale, les secteurs visés sont ceux concentrant le mieux les lacunes identifiées lors du bilan. La base de travail retenue est celle définie par le CSRPN PACA soit une extension théorique de 10 % de la surface régionale (env. 3 140 km<sup>2</sup>).

De multiples scénarios d'extension peuvent être produits répondant chacun à des objectifs ou des priorités différentes. Les discussions engagées au cours de la réalisation de ce travail avec les services de l'Etat (DREAL), les scientifiques (CSRPN) ou les gestionnaires (RREN) ont été l'occasion de constater la diversité des points de vue et l'absence de consensus sur les priorités à donner (groupes taxonomiques cibles, approche spécifique vs écosystémique, quantité vs qualité, etc.). Ce constat, couplé aux objectifs déjà multiples de la stratégie, ne permet pas d'envisager la proposition d'un scénario unique pour l'extension du réseau. C'est pourquoi, il nous semble pertinent de proposer plusieurs scénarios répondant à différentes priorités. Ils pourront servir d'appui à une prise de décision et alimenter les réflexions qui doivent par ailleurs tenir compte des remontées des acteurs locaux. En aucun cas les scénarios proposés ici ne constituent une vision parfaite et définitive de ce que doit être le réseau sous protection forte en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

### 4.2- Analyse par convergence des enjeux

Une simple analyse de la convergence spatiale des objectifs, éventuellement pondérée par l'importance à leur donner, peut être conduite. Il s'agit concrètement de définir un système de notation et d'additionner pour chaque maille du territoire les valeurs de différentes variables en fonction des lacunes identifiées. Cette méthode a déjà été mise en œuvre en PACA dans le cadre des objectifs de la Stratégie coordonnée régionale d'acquisition et de préservation en faveur du patrimoine naturel en PACA (Delaugue & Noble, 2017). Une des limites de ce type d'approche est que les mailles finalement retenues comme prioritaires peuvent potentiellement être très similaires et donc peu complémentaires les unes des autres. Son avantage est inversement de proposer une gamme de possibilités d'extension potentiellement en partie redondantes quant à leur contenu et offrir ainsi une possibilité de croisement avec des facteurs de faisabilité.

Les composantes de la biodiversité utilisées pour la définition des secteurs prioritaires (objectif + 10%) sont présentées dans la figure 17. La production des différents scénarios est ainsi la conséquence de choix au niveau :

- des groupes taxonomiques à prendre en compte ;
- des lacunes identifiées à prendre en compte (hotspots, espèces, écosystèmes, etc.) ;
- des éventuelles priorités données à certains groupes taxonomiques ou variables (pondération).

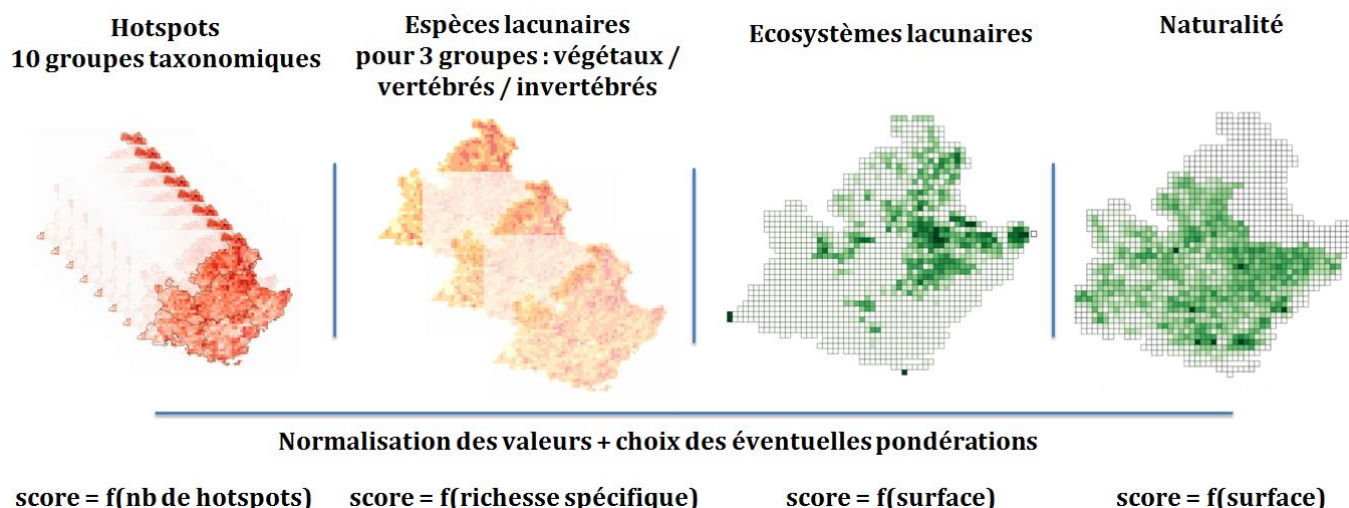


Figure 17 : Composantes de la biodiversité mobilisables dans les analyses visant à l'identification de secteurs potentiels pour une extension du réseau sous protection forte. La mobilisation de l'ensemble ou d'une partie de ces composantes et les éventuelles pondérations appliquées sont la source de différents scénarios.

Un script de traitement automatisé des données a été développé sous R et permet la génération des résultats en fonction des choix initiaux. Les principales étapes de traitement des données sont présentées par la figure 18. L'analyse se base sur des valeurs mesurées à l'échelle de mailles de 5 x 5 km qui sont découpées pour en extraire les portions déjà situées au sein du réseau d'aires protégées et les portions artificialisées. La couche finale localise ainsi des secteurs au sein des mailles.

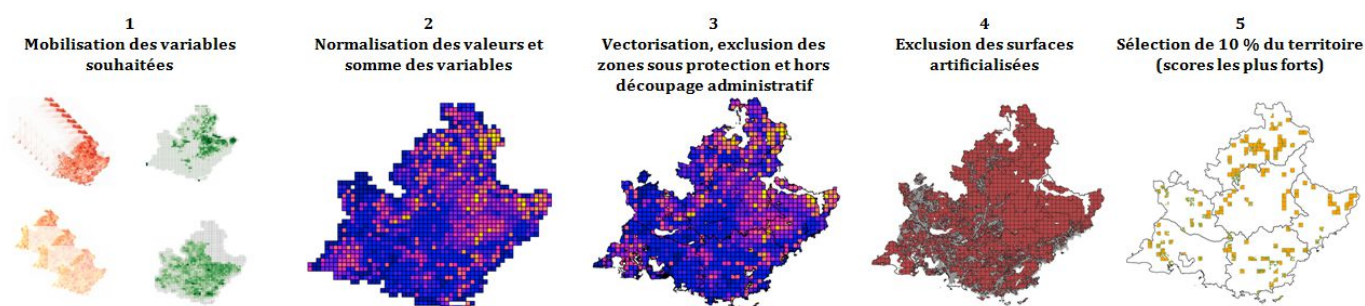


Figure 18 : Etapes successives du traitement permettant d'aboutir à une proposition d'extension du réseau sous protection forte.

Cinq scénarios simples sont proposés à ce stade. Trois mettent en avant directement l'une des composantes du bilan de l'état du réseau (hotspots de biodiversité, lacunes de représentativité taxonomique et écosystémique, zones de forte naturalité). Les deux derniers proposent la prise en compte combinée de tout ou partie des composantes à égalité d'importance.

## Scénario "hotspots"

La protection ciblée des points-chauds de biodiversité est un objectif souvent mis en avant dans les stratégies de conservation à l'échelle internationale. La diversité spécifique est par ailleurs irrégulièrement distribuée spatialement dans un territoire aussi varié que celui de la région PACA (voir les cartes dans les bilans en annexes). La concentration remarquable de nombreuses espèces dans certains secteurs clés d'un territoire permet d'envisager une stratégie de conservation ciblant une portion réduite du territoire, et donc économiquement plus réaliste, tout en couvrant un maximum d'espèces. Les hotspots de biodiversité présentent par ailleurs généralement des caractéristiques topographiques ou géomorphologiques originales qui à la fois permettent une grande concentration d'espèces (facteur écologique) et offrent les conditions nécessaires à la résilience des populations sur le long terme. L'utilisation de la métrique de richesse spécifique pondérée (WR : voir §3.2) permet ici de cibler plus spécifiquement les secteurs de forte biodiversité qui hébergent des espèces à aire de distribution réduite en région PACA.

Ce scénario vise donc une extension orientée vers une meilleure couverture des zones riches en biodiversité (hotspots) de la région pour les 10 groupes taxonomiques mobilisables. Chacun des 10 groupes taxonomiques (voir tableau 2) a le même poids dans l'analyse. Une note de 5 est attribuée à une maille hotspot identifiée pour un groupe taxonomique, 0 pour les autres. La combinaison des 10 groupes donne donc une note pouvant varier entre 0 et 50. Une fois la partie déjà couverte par le réseau sous protection forte et les zones artificialisées extraites, nous sélectionnons les 10 % de la surface de PACA avec les plus fortes valeurs au-dessus de la valeur 5 (1 seul hotspot car dans ce cas particulier, on ne peut choisir de manière hiérarchisée).

## Résultats

Cette méthode permet d'identifier 146 mailles de 5 x 5 km découpées en 248 secteurs géographiques couvrant env. 2370 km<sup>2</sup> (figure 19). L'ensemble des groupes taxonomiques est bien représenté au sein des propositions (figure 20), même si les convergences d'enjeux entre tous les groupes restent peu nombreuses. On observe en effet seulement 3 sites couvrant simultanément des hotspots pour plus de 5 groupes taxonomiques (tableau 8 et figure 21).

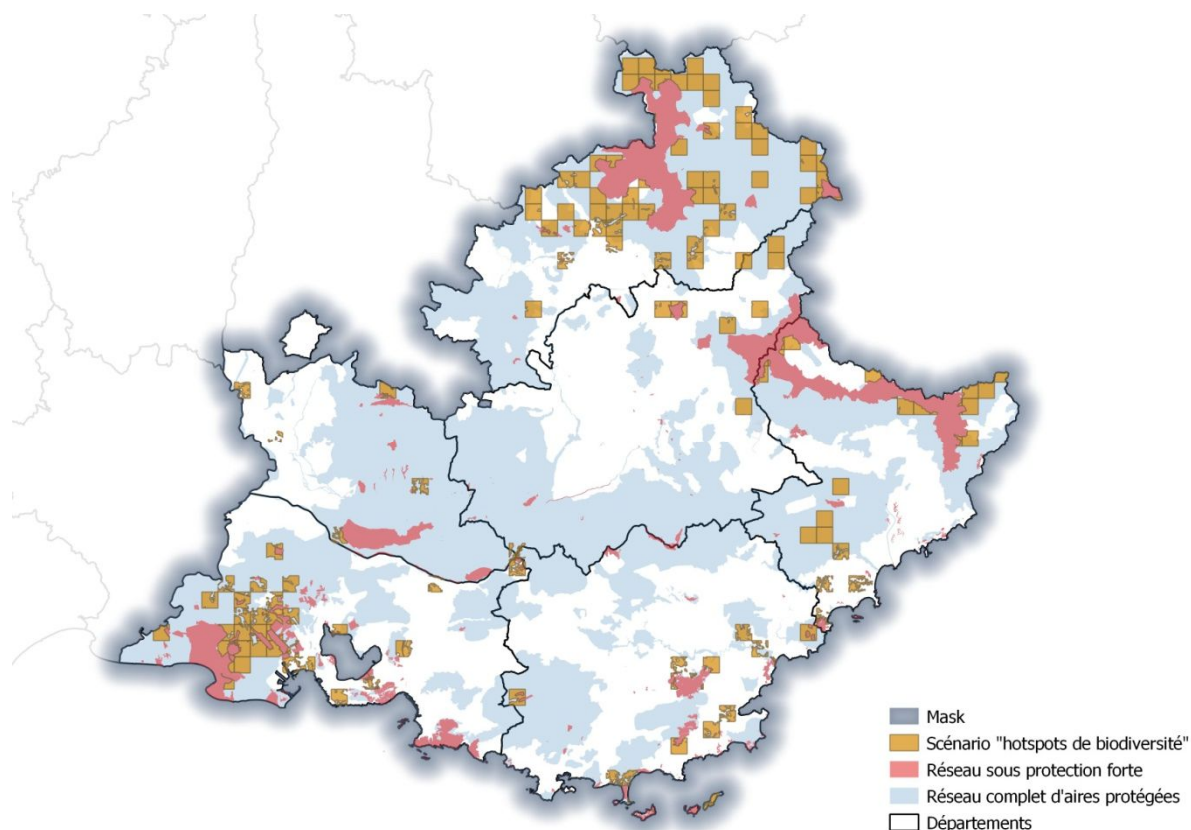


Figure 19 : Secteurs identifiés pour une potentielle extension du réseau sous protection forte visant à réduire les lacunes en termes de représentativité des hotspots de biodiversité en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Figure 20 : Nombre de mailles de 5 x 5 km (vert clair) et nombre de secteurs (vert foncés) identifiés, par groupe taxonomique, au sein des mailles et secteurs retenus par le scénario "Hospots" pour l'extension du réseau sous protection forte.

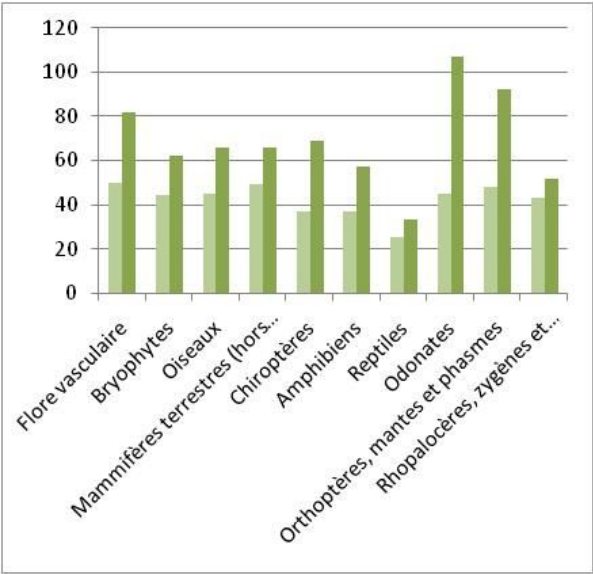


Tableau 8 : Bilan du nombre de mailles et de secteurs identifiés en fonction du nombre de groupes représentés simultanément pour l'extension du réseau sous protection forte selon le scénario "Hotspots".

| Nombre de groupes taxonomiques | Nombre de mailles | Nombre de secteurs |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|
| 2                              | 70                | 118                |
| 3                              | 45                | 85                 |
| 4                              | 23                | 34                 |
| 5                              | 4                 | 8                  |
| 6                              | 2                 | 2                  |
| 7                              | 1                 | 1                  |

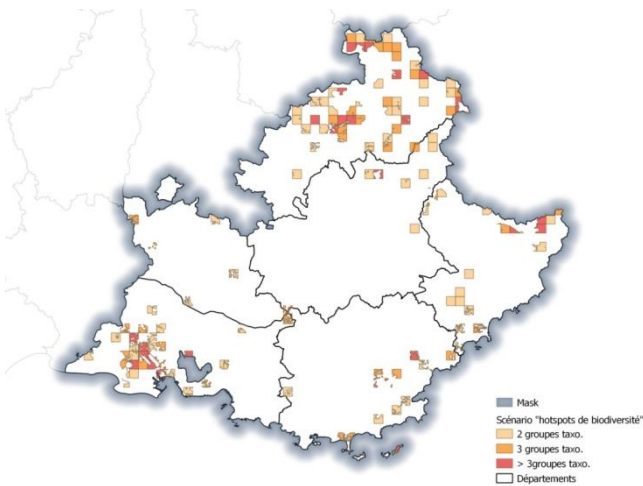
Les secteurs identifiés par ce scénario se concentrent assez fortement :

- dans la partie alpine du département des Alpes-Maritimes en périphérie du parc national du Mercantour et les Hautes-Alpes principalement du fait de la présence combinée de nombreux hotspots régionaux pour les végétaux, les rhopalocères, les orthoptères et les chiroptères.
- dans la partie méditerranéenne, en Camargue, principalement du fait de la présence combinée de hotspots pour les oiseaux, les odonates, les orthoptères et dans une moindre mesure les amphibiens.

D'autres secteurs sont par ailleurs identifiés en zone méditerranéenne de manière éparse, correspondant à des situations multiples, révélant des originalités locales, impliquant selon les cas différents groupes taxonomiques.

Enfin, le secteur préalpin est peu couvert avec seulement une concentration de quelques sites dans les Préalpes d'Azur (arrière-pays de Grasse). Cela s'explique surtout par la position centrale du secteur préalpin au sein de la région qui tend à héberger des espèces plus largement réparties que sur les marges méditerranéennes et alpines où se concentrent naturellement plus d'espèces rares, en limite d'aire de répartition. L'effet de la métrique choisie (richesse pondérée WR) est perceptible ici et donne du poids à l'originalité taxonomique au sein de la région.

Figure 21 : Nombre de groupes taxonomiques concernés sur les secteurs identifiés pour une potentielle extension du réseau sous protection forte visant à réduire les lacunes en termes de représentativité des hotspots de biodiversité en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.



## Scénario "lacunes"

Avec l'objectif clairement affiché par la stratégie nationale d'améliorer la représentativité du réseau vis à vis de la biodiversité, l'identification des espèces et des écosystèmes les plus sous-représentés (voir §3.1) constitue une base pouvant alimenter des propositions d'extension. Dans ce cadre, la combinaison des lacunes des différents groupes taxonomiques peut s'avérer complexe car le nombre d'espèces lacunaires est forcément dépendant de la diversité intrinsèque de chaque groupe considéré. Un système de hiérarchisation simple des secteurs les plus pertinents, basé sur une somme des espèces en présence, favoriserait fortement le groupe le plus diversifié. Pour pallier ce problème sans rentrer dans des mécanismes trop complexes, nous avons dans un premier temps calculé la richesse en espèces lacunaires pour trois grands ensembles de groupes taxonomiques puis normalisé les valeurs selon une échelle commune :

- les végétaux (plantes vasculaires, bryophytes) : note de 0 à 10 en fonction du nombre d'espèces lacunaires en présence au sein de la maille ;
- les vertébrés (oiseaux, chiroptères, mammifères, reptiles, amphibiens) : note de 0 à 10 en fonction du nombre d'espèces lacunaires en présence au sein de la maille ;
- les invertébrés (rhopalocères et zygènes, orthoptères, odonates) : note de 0 à 10 en fonction du nombre d'espèces lacunaires en présence au sein de la maille.
- les écosystèmes : note de 0 à 20 en fonction de la surface en écosystèmes lacunaires au sein de la maille.

Notre analyse pour le réseau sous protection forte **ne mobilise que les espèces lacunaires prioritaires**. La combinaison (somme) des quatre sous-ensembles donne une note variant entre 0 et 50 représentant la concentration d'enjeux en termes de lacunes de représentativité du réseau. Une fois la partie déjà couverte par le réseau sous protection forte et les zones artificialisées extraites, nous sélectionnons les 3140 km<sup>2</sup> (10%) avec les plus fortes valeurs.

### Résultats

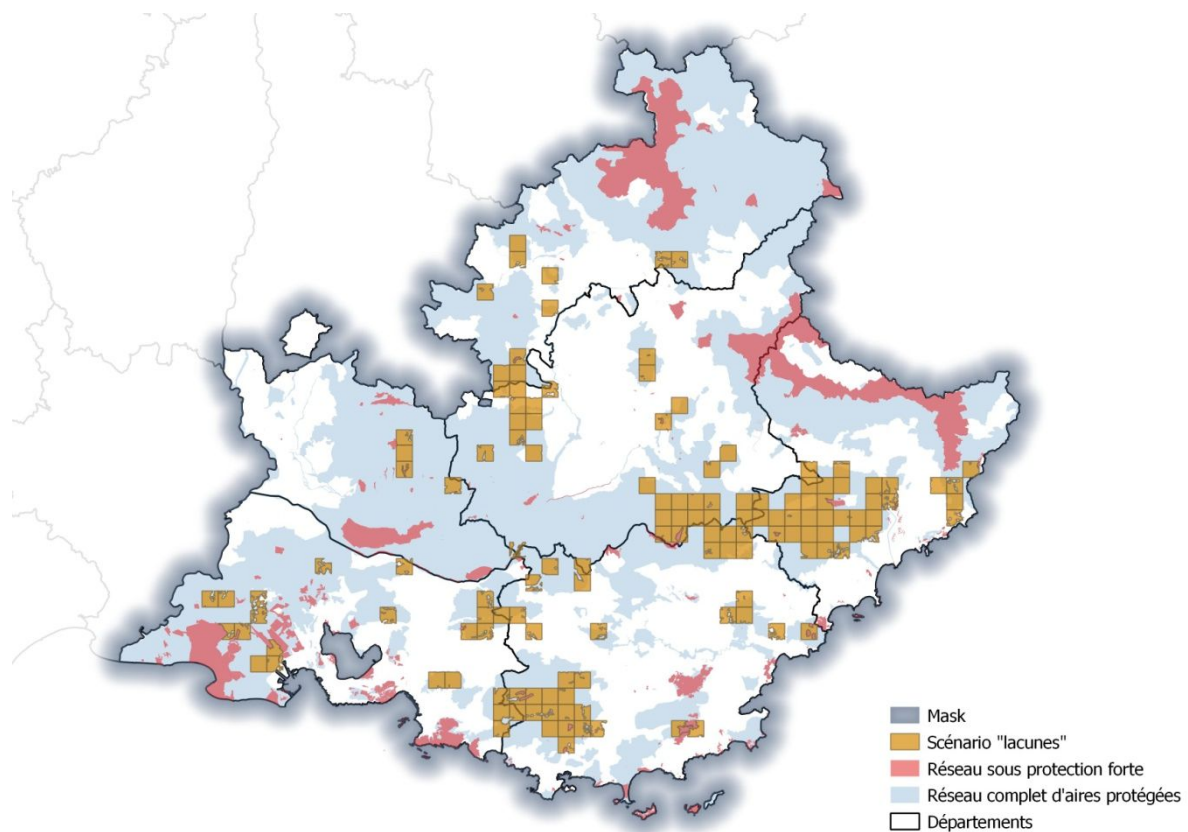
La figure 22 montre la localisation des 194 secteurs, couvrant env. 3139 km<sup>2</sup> au sein de 137 mailles de 5 x 5 km, qui hébergent le plus d'espèces lacunaires prioritaires ou d'écosystèmes lacunaires en région PACA.

Les secteurs identifiés par ce scénario se concentrent assez fortement :

- dans toute la partie préalpine de la région au niveau des Alpes-Maritimes, du nord du Var, des Alpes-de-Haute-Provence et du Vaucluse.
- dans la partie méditerranéenne, en dehors du littoral déjà bien couvert par le réseau.

La partie alpine n'est que très marginalement représentée traduisant la bonne représentativité actuelle du réseau pour les espèces patrimoniales caractéristiques de cette entité, en particulier au sein des parcs nationaux. C'est également le territoire présentant le moins de lacunes dans la représentation des écosystèmes, or ces derniers pèsent pour 2/5 de la note finale.

Une volonté d'augmentation de la représentativité des espèces et des écosystèmes de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur devra promouvoir la création de protections fortes dans les grands espaces vides du réseau actuel qui n'est pas spatialement bien réparti au sein de la région au regard des grands ensembles biogéographiques. La bonne couverture du réseau complet d'aires protégées est toutefois notable et illustre un travail à conduire sur une sensibilisation à la présence d'espèces menacées ou d'intérêt biogéographique vers les acteurs de la gestion de ces territoires.



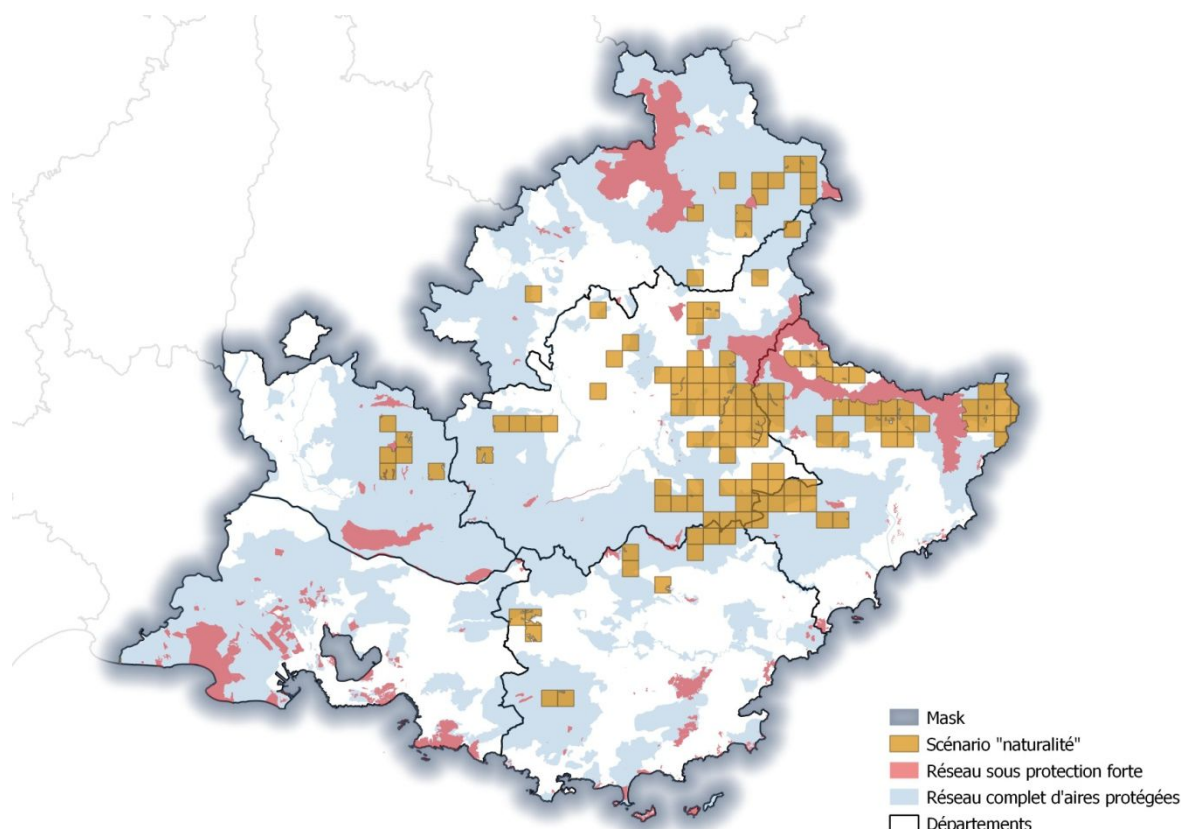
**Figure 22 : Secteurs identifiés pour une potentielle extension du réseau sous protection forte visant à réduire les lacunes en termes de représentativité taxonomique et écosystémique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.**

## Scénario "naturalité"

Ce scénario simple ne mobilise que les secteurs de forte naturalité identifiés comme étant en dehors du réseau actuel sous protection forte. C'est un scénario, totalement indépendant de l'état de la connaissance sur la biodiversité, axé sur l'absence d'éléments perturbant l'équilibre et le bon fonctionnement des écosystèmes (voir §2.3). La note attribuée à chaque maille varie entre 0 et 50 représentant la proportion de sa surface en forte naturalité. Une fois la partie déjà couverte par le réseau d'aires protégées et les zones artificialisées extraites, nous sélectionnons les 3140 km<sup>2</sup> avec les plus fortes valeurs.

### Résultats

La figure 23 montre la localisation des 155 secteurs identifiés, couvrant 3138 km<sup>2</sup> au sein de 132 mailles de 5 x 5 km, qui hébergent des ensembles remarquables de forte naturalité en région PACA et actuellement situés hors du réseau sous protection forte. La proportion de la surface des mailles identifiées, couverte par des surfaces de forte naturalité, est comprise entre 100% et 55%.



**Figure 23 : Secteurs identifiés pour une potentielle extension du réseau sous protection forte visant à réduire les lacunes en termes de représentativité de la naturalité en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.**

Les grands ensembles qui ressortent de cette analyse sont naturellement concentrés dans la partie montagneuse de la région, bien moins peuplée et où les infrastructures humaines sont moins présentes :

- La partie alpine est la plus représentée : massif du Mercantour et Haute vallée de la Roya, Alpes de Dignes entre Haut Verdon et Haute Bléone, Queyras.
- La zone préalpine montre de beaux ensembles également : depuis les préalpes de Grasse jusqu'à l'ouest de Castellane et le Haut-Var, montagne de Lure et monts de Vaucluse.

Les secteurs en zone méditerranéenne sont peu nombreux et restent localisés autour des massifs de la Sainte-Baume et de la Sainte-Victoire.

La majorité des secteurs identifiés est par ailleurs déjà bien couverte par le réseau complet d'aires protégées (RAP2) en particulier par les parcs naturels régionaux et le réseau Natura 2000.

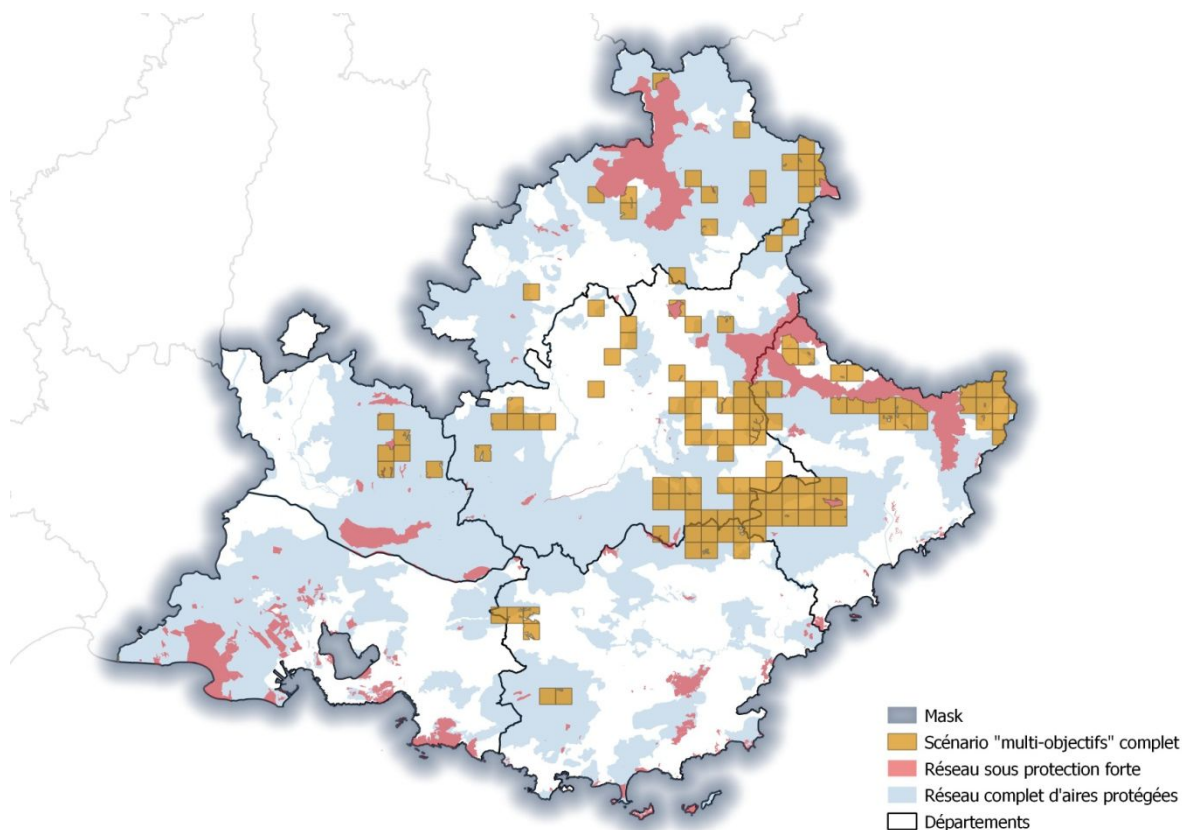
## Scénario "multi-objectifs" complet

La combinaison de plusieurs objectifs se justifie, d'un point de vue pratique, par une recherche d'optimisation maximale. Le risque est toutefois de ne pas bien mesurer les effets de la combinaison en favorisant sans le souhaiter une composante plutôt qu'une autre.

Dans le système de notation que nous avons adopté, les composantes définies (hotspots, lacunes taxonomique/écosystémique et naturalité) sont évaluées sur une échelle de 0-50. Leur combinaison aboutit donc, dans le cas le plus simple d'égalité de poids, à une note finale graduée sur la gamme 0 - 150.

### Résultats

La figure 24 montre la localisation des 162 secteurs identifiés, couvrant 3139 km<sup>2</sup> au sein de 135 mailles de 5 x 5 km, qui combinent le mieux l'ensemble des enjeux.



**Figure 24 : Secteurs identifiés pour une potentielle extension du réseau sous protection forte visant à réduire les lacunes en termes de représentativité de la biodiversité en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : hotspots de biodiversité, de représentativité taxonomique et écosystémique et naturalité.**

Les résultats apparaissent très corrélés spatialement avec les résultats issus du scénario n'intégrant que la naturalité. Cela sous-tend que ce facteur influe fortement sur l'analyse et constitue le facteur déterminant le résultat final. La combinaison des scores "hotspots + lacunes taxonomique et écosystémique" ne semble pas en mesure de supplanter les scores "hotspots + naturalité" et surtout "lacunes + naturalité" qui sont déjà en grande partie corrélés spatialement.

Le poids à donner à la composante de naturalité a été discuté et ne fait pas totalement consensus. Dans un sens, l'intégration de zones de forte naturalité au sein du réseau d'aires protégées est globalement un objectif qui est jugé cohérent, mais dans un autre sens, la priorité à lui donner est souvent relativisée. Les zones actuelles de forte naturalité en région PACA sont en effet des secteurs faiblement soumis aux pressions anthropiques et le maintien du bon fonctionnement des écosystèmes ne semble pas être, à court terme, mis en danger. De ce fait l'apport d'une extension du réseau sous protection forte sur ces zones ne constituera pas forcément une contribution significative face à l'urgence d'enrayer l'érosion de la biodiversité. Divers avis émis lors des consultations menées durant notre étude sont allés dans ce sens. Cette constatation nous conduit à tester un dernier scénario visant plus spécifiquement les objectifs d'amélioration de la représentativité des espèces et écosystèmes dans le réseau.

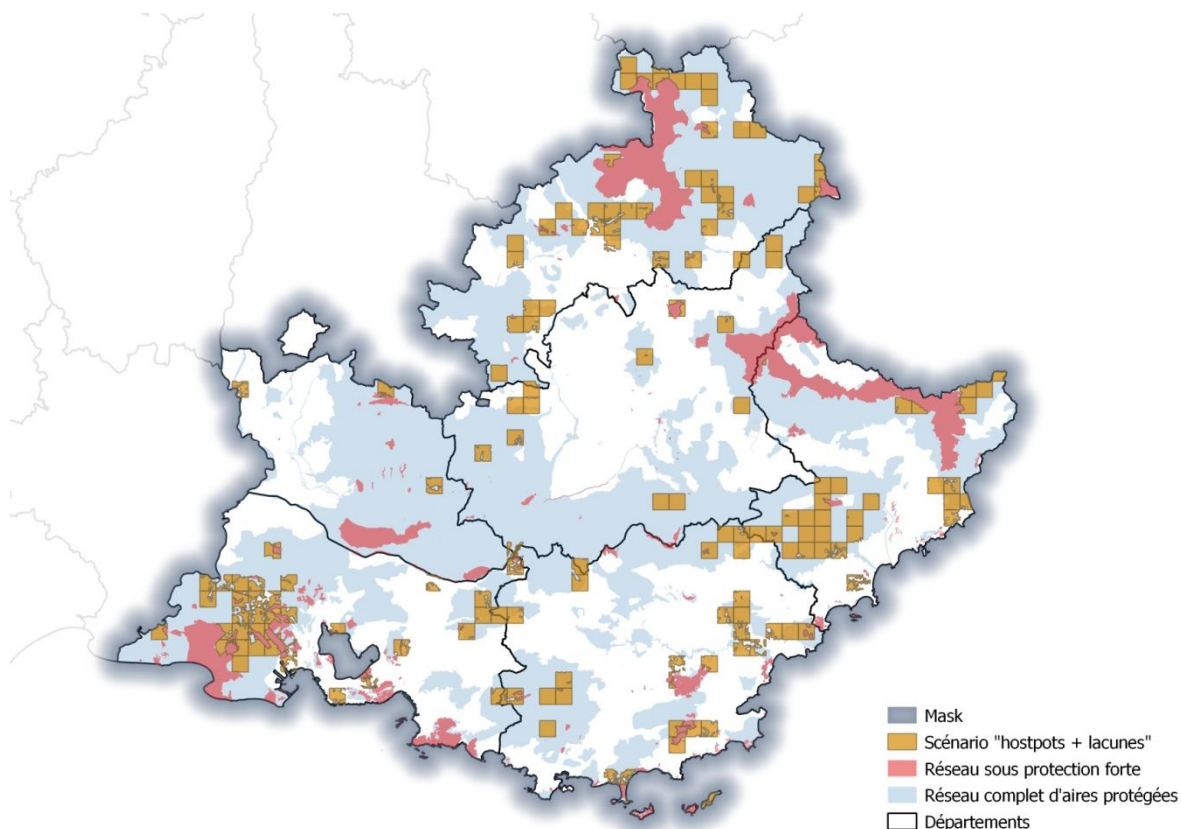
## Scénario "hotspots + lacunes"

La combinaison de ces deux seules composantes se justifie par la forte influence de la naturalité dans une approche combinée de toutes les composantes (voir ci-avant).

Dans le système de notation que nous avons adopté, les composantes hotspots et lacunes taxonomique/écosystémique) sont évaluées sur une échelle de 0-50. Leur combinaison aboutit donc, dans le cas le plus simple d'égalité de poids, à une note finale graduée théoriquement sur la gamme 0 - 100.

### Résultats

La figure 25 montre la localisation des 273 secteurs identifiés, couvrant 3133 km<sup>2</sup> au sein de 163 mailles de 5 x 5 km, qui combinent les deux enjeux.



**Figure 25 : Secteurs identifiés pour une potentielle extension du réseau sous protection forte visant à réduire les lacunes en termes de représentativité des hotspots de biodiversité et de représentativité taxonomique et écosystémique combinées.**

Les sites identifiés montrent une répartition relativement équilibrée à l'échelle régionale, traduisant l'effet des deux composantes. Les secteurs identifiés se répartissent ainsi plutôt bien entre la zone alpine, la zone préalpine et la zone méditerranéenne.

## Conclusions sur les scénarios

Les différents scénarios produits montrent des résultats relativement différents les uns des autres qui traduisent de ce fait la conséquence des choix à prendre pour définir le rôle que doit avoir un réseau d'aires protégées. La situation est particulièrement vraie dans le cas particulier de la région PACA qui dispose d'une véritable hétérogénéité de son territoire tant des points de vue biogéographique et écologique que du point de vue des pressions et menaces qui s'exercent.

La recherche d'une sorte de consensus par combinaison des objectifs n'apporte ici malheureusement pas de solution définitive dans le choix des orientations. Tout au plus permet-elle de prioriser quelques sites qui contribueront à la réduction des lacunes identifiées pour une ou plusieurs composantes de la biodiversité. Mais les convergences d'enjeux ne sont pas ici prépondérantes et le poids de chacune des composantes reste difficile à maîtriser et à expliquer.

Les différents scénarios proposés ici sont donc complémentaires et contribuent chacun à un angle de vue différent sur le travail à mener pour constituer un réseau sous protection forte qui soit le plus représentatif possible de la biodiversité. En ce sens, plutôt qu'un résultat cartographique, c'est la démarche de construction des scénarios qui doit être retenue. Grâce à l'automatisation du processus, une multitude de scénarios peut être produite offrant des possibilités de sélection au niveau des groupes taxonomiques ou des composantes à considérer et, donc autant de réponses à des questions spécifiques permettant d'orienter des choix.

En complément du travail déjà réalisé, un travail de comparaison plus fin des résultats des différents scénarios pourrait être conduit. Il nécessitera la définition d'indicateurs d'apport au réseau actuel qui permettront les comparaisons. Quelques exemples d'indicateurs sont donnés dans le tableau 9.

Une telle évaluation d'un scénario est très similaire à une démarche d'évaluation de l'apport d'un site supplémentaire au réseau. C'est pourquoi dans les perspectives, la définition et l'application d'une procédure d'évaluation pourraient être envisagées. Mobilisant les outils déjà développés dans le cadre de la présente étude, elle pourrait permettre de répondre à ces deux besoins, concernant les évolutions du réseau et les opportunités de sites à protéger, donc aux besoins des acteurs de la protection de la biodiversité et des services de l'Etat de disposer rapidement d'éléments factuels pour prendre leur décision.

**Tableau 9 : Exemple de construction d'un tableau d'indicateurs permettant d'évaluer l'apport d'une extension du réseau sous protection forte.**

|                                                                                   | Région | Réseau actuel | Réseau +<br>scénario<br>1 | Réseau +<br>scénario 2 | Réseau +<br>scénario<br>n |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Représentativité taxonomique</b>                                               |        |               |                           |                        |                           |
| Nb. d'espèces indigènes                                                           | 5668   | 4939          | ?                         | ?                      | ?                         |
| Proportion du nb. d'espèces                                                       | 100%   | 87.14%        | ?                         | ?                      | ?                         |
| Nb. d'espèces lacunaires prioritaires plantes vasculaires                         | -      | 687           | ?                         | ?                      | ?                         |
| Nb. d'espèces lacunaires mammifères                                               | -      | 5             | ?                         | ?                      | ?                         |
| <b>Représentativité écosystémique</b>                                             |        |               |                           |                        |                           |
| % des surfaces couvertes type Agropastoraux                                       | 26.96  | 8.4           | ?                         | ?                      | ?                         |
| % des surfaces couvertes type Forestiers                                          | 46.38  | 5.1           | ?                         | ?                      | ?                         |
| % des surfaces couvertes type xxxx                                                | -      | -             | ?                         | ?                      | ?                         |
| <b>Représentativité des hotspots de biodiversité</b>                              |        |               |                           |                        |                           |
| % des surfaces couvertes par les hotspots de biodiversité des plantes vasculaires | 10%    | 19.2          | ?                         | ?                      | ?                         |
| % des hotspots de biodiversité des mammifères                                     | 10%    | 24.5          | ?                         | ?                      | ?                         |
| % des hotspots de biodiversité des XXX                                            | 10%    | -             | ?                         | ?                      | ?                         |
| <b>Représentativité des hotspots de naturalité</b>                                |        |               |                           |                        |                           |
| % des surfaces de plus forte naturalité                                           | 20%    |               | ?                         | ?                      | ?                         |

### 4.3- Territoires prioritaires par analyse des complémentarités

Les logiciels **Marxan** et **Zonation** sont deux logiciels d'aide à la décision s'intégrant dans une démarche de **recherche de complémentarité**. Zonation permet de hiérarchiser toutes les unités de la zone étudiée tandis que Marxan priorise les secteurs en sélectionnant le minimum de zones permettant d'atteindre les objectifs fixés.

Dans notre cas, il aurait été possible, avec Marxan (Ball et al., 2009), d'identifier des zones à enjeux de conservation non couvertes par le réseau d'aires protégées, en se basant sur la cartographie des "hotspots" de biodiversité (mailles à forte richesse spécifique, mailles présentant le plus d'espèces lacunaires prioritaires, mailles présentant des milieux lacunaires, etc.). La méthode de priorisation utilisée dans Marxan permet d'identifier les **mailles contenant les assemblages en taxons les plus riches, rares et/ou complémentaires** entre eux, **afin de maximiser la représentation des enjeux dans l'espace considéré**. La cible retenue est le seuil de représentativité souhaité de chaque taxon ou de chaque grand type de milieu par exemple et des mailles sont proposées jusqu'à ce que ce seuil soit atteint. Ce processus est optimisé à l'échelle de l'ensemble des taxons pour utiliser le moins de mailles possibles en recherchant les combinaisons de mailles les plus complémentaires.

Cette analyse par complémentarité n'a finalement pas été mise en oeuvre dans le cadre de notre étude. Ceci à la fois faute de temps pour la conduire à son terme mais aussi car l'utilisation des résultats de ce type d'approche implique que la stratégie d'amélioration du réseau qui en découle soit mise en oeuvre dans son intégralité et ne serait efficace que si elle aboutissait à la protection de l'ensemble des espaces identifiés comme prioritaires. Cependant, il serait tout de même intéressant de confronter les secteurs qui ressortent d'une analyse par complémentarité à ceux identifiés par convergence d'enjeux.

## 5- Perspectives

---

### 5.1- Les habitats naturels et semi-naturels remarquables

La prise en compte des grands types de milieux a permis l'évaluation de la représentativité du réseau sous protection forte au regard des grands types d'écosystèmes. Ils ne correspondent toutefois pas à l'échelle d'organisation des interactions biotiques et aux exigences de vie des différentes espèces. Pour affiner l'évaluation de la représentativité écosystémique au sein du réseau, il serait nécessaire de se placer à l'échelle de l'habitat naturel. Il est par ailleurs clairement précisé dans les nouveaux objectifs de la SAP qu'il faut cibler de manière prioritaire les écosystèmes remarquables et riches en biodiversité dans les zones sous protection forte. Un doublement des zones humides au sein du réseau sous protection forte est ainsi affiché.

La connaissance sur les habitats naturels de la région PACA reste encore partielle. Seuls les inventaires et cartographies réalisés dans le cadre du réseau Natura 2000 constituent une information disponible mais non homogène. Contraints par la disponibilité des données et le temps dévolu à leur préparation, nous n'avons pas pu réaliser cette analyse.

Pourtant des perspectives d'amélioration sont possibles au travers d'une stratégie de conservation dédiée à chaque habitat dans laquelle sa protection, au travers de sa prise en compte dans le réseau des aires protégées, serait un objectif.

- **Stratégie en faveur des zones humides** : les inventaires des zones humides de PACA identifient les zones humides selon la définition de l'article L211-1 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, puis par l'Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement et Arrêté modificatif du 1er octobre 2009. L'inventaire des six départements est disponible (Bouches-du-Rhône : 2018, Alpes-Maritimes : 2015, Var : 2016, Vaucluse : 2012 ; Alpes-de-Haute-Provence : 2011 ; Hautes-Alpes : 2011). Ils sont une base de connaissance très complète pouvant être mobilisée. De plus, une dynamique d'animation régionale est initiée et permettrait une réflexion régionale en faveur de leur conservation.

- **Habitats d'intérêt communautaire** : identifiés selon la typologie européenne Natura 2000 (EUR27). 96 habitats d'intérêt communautaire sont actuellement connus en région PACA. Un travail de hiérarchisation des enjeux pour chacun de ces habitats serait un préalable nécessaire pour une bonne intégration dans des analyses d'objectifs. A ce jour, l'inventaire des habitats Natura 2000 reste très lacunaire en dehors des sites Natura 2000 et une évaluation pertinente de leur représentativité au sein du réseau d'aire protégées reste hypothétique. A court terme, la mise à disposition des résultats du programme national CARHAB pourraient combler cette lacune.

D'autres types de milieux remarquables pourraient être intéressants à prendre en compte comme par exemple les forêts identifiées comme anciennes mais il faudra en amont évaluer la possible corrélation avec la composante de naturalité.

## 5.2- les caractéristiques structurelles du réseau

### Connexions

Il est possible de mesurer la connexion entre grands ensembles naturels ou entre espaces sous protection forte, et donc d'identifier la participation d'une maille ou d'un territoire à la connexion du réseau sous protection forte. On peut considérer, en première approximation, comme satisfaisante la connexion des espaces sous protection forte via le réseau complet d'aires protégées en région PACA. L'évaluation du potentiel apport en matière de connexion du réseau des mailles situées hors du réseau d'aires protégées pourrait ainsi être appréhendée par des mesures de distances aux réservoirs de biodiversité et aux corridors écologiques les plus proches qui sont les éléments clés identifiés à ce stade pour des connexions (SRADDET : Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires ; voir figure 26). L'un des objectifs de ce plan est de "diminuer de 50 % le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers agricoles à 375 ha/an à horizon 2030". Le SRADDET se base sur les corridors écologiques et réservoirs de biodiversité identifiés en 2014 dans le cadre du Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) qui est annexé au SRADDET. L'analyse des lacunes de connexion du réseau d'aires protégées sous protection forte n'a pas été développée à ce stade et devra faire l'objet de réflexions plus avancées.

Lien entre le réseau de protection forte et le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)

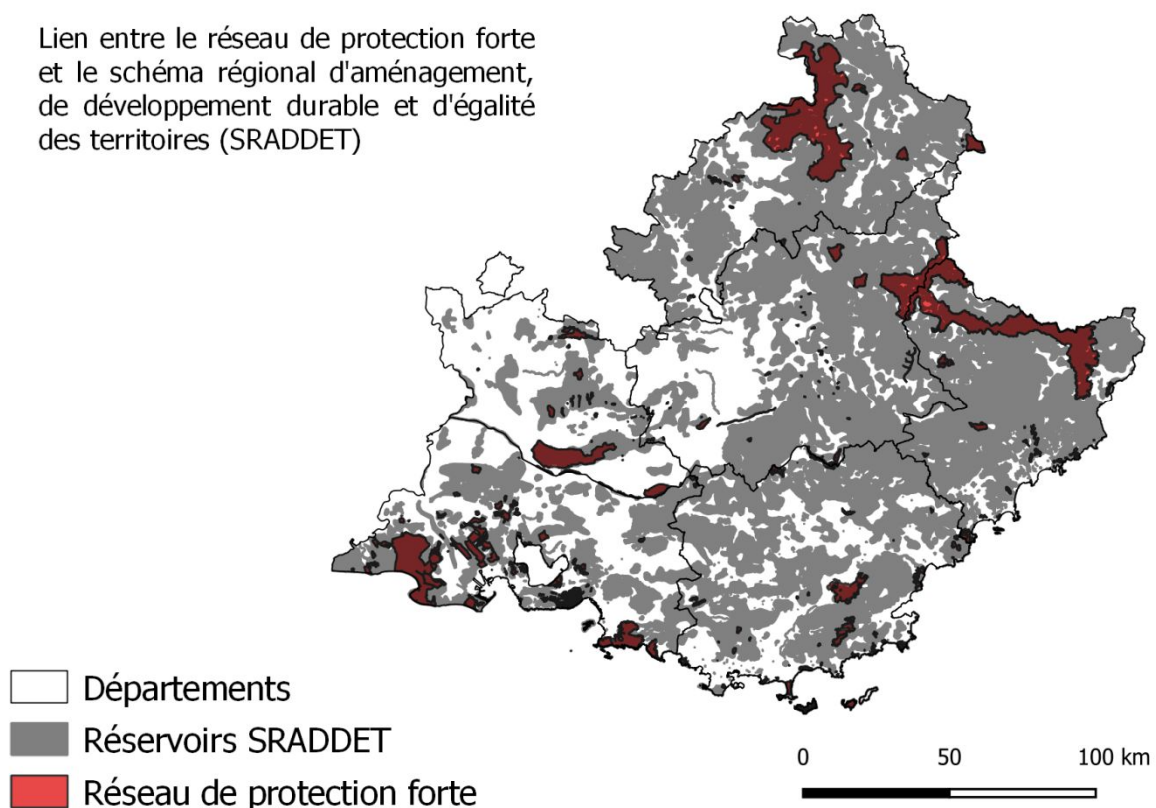


Figure 26 : Carte présentant la superposition des réservoirs du SRADDET et du réseau sous protection forte (RAP1).

Equité territoriale

La répartition des aires protégées dans l'espace géographique (territoires et populations) peut également être évaluée afin de disposer d'une configuration géographique qui assurerait à tous les territoires et à leurs habitants des outils de préservation du patrimoine naturel, de développement durable et d'amélioration de leur cadre de vie. Pour répondre à cette dimension d'équité des territoires, une analyse départementale en lien avec les espaces remarquables en matière de biodiversité présents dans chaque territoire pourrait être réalisée. Dans un premier temps, le bilan surfacique du réseau d'aires protégées est présenté par département et évalué au regard de la transposition locale des objectifs nationaux de 10 et 30 % de couverture (Tableau 11). Dans un second temps, la proportion des espaces protégés par département peut également être confrontée à la proportion du territoire figurant à l'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF). Ce dernier a pour objectif d'identifier et de décrire les espaces d'intérêt écologique majeur. L'inventaire des ZNIEFF constitue donc un outil de connaissance du patrimoine naturel. Il identifie les secteurs du territoire particulièrement intéressants sur le plan écologique, participant au maintien des grands équilibres naturels ou constituant le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares.

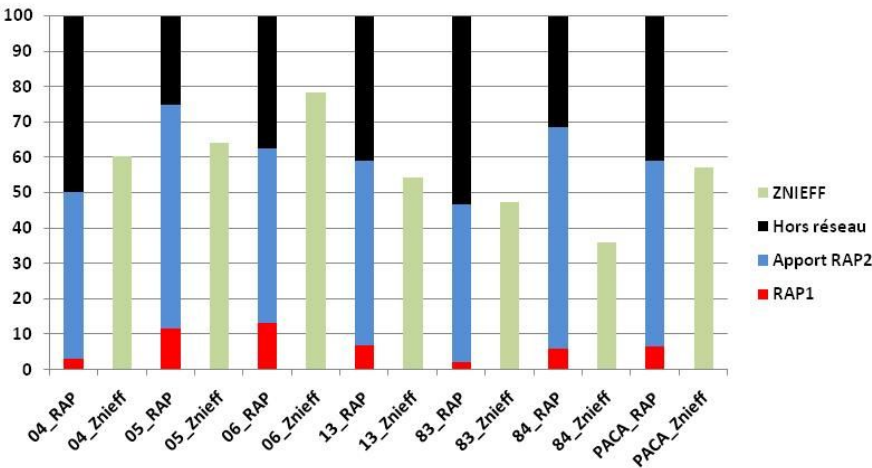
Tout en gardant la notion de présence d'espaces remarquables, cette analyse départementale permet de mettre en évidence des déséquilibres territoriaux dans le réseau d'aires protégées. En effet, seuls deux départements dépassent la barre des 10 % de leur territoire en protection forte : les Hautes -Alpes et les Alpes-Maritimes. Tandis que le Vaucluse et les Alpes-de-Haute-Provence sont en deçà des 3 %.

A noter que si les Alpes-Maritimes sont le département présentant la plus forte proportion d'espaces en protection forte et en ZNIEFF, il en est tout autrement pour les Alpes-de-Haute-Provence. Ce département présente une des plus faibles proportions d'espaces en protection forte (3%) pour une proportion de territoire en ZNIEFF élevée (plus de 60% du département).

Tableau 10 : Bilan surfacique du réseau d'aires protégées pour les départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (SAP 2020) et comparaison avec la proportion des surfaces identifiées dans l'inventaire ZNIEFF.

|                                                                             | dept 04 | dept 05 | dept 06 | dept 13 | dept 83 | dept 84 | Région    |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Surface sous Protection forte SNAP RAP1 (en ha)                             | 21 004  | 65 615  | 56 844  | 35 145  | 12 325  | 21 090  | 212 023   |
| Proportion du département sous Protection forte RAP1                        | 3,00 %  | 11,53 % | 13,24 % | 6,91 %  | 2,04 %  | 5,89 %  | 6,69 %    |
| Surface du réseau complet d'aires protégées RAP2 (en ha) dans le territoire | 351 634 | 425 403 | 268 672 | 300 777 | 280 960 | 244 705 | 1 872 152 |
| Proportion du département dans le réseau complet d'aires protégées RAP2     | 50,27 % | 74,76 % | 62,57 % | 59,16 % | 46,59 % | 68,40 % | 59,11 %   |
| Surface en ZNIEFF (ha)                                                      | 422467  | 365283  | 336200  | 275996  | 285757  | 128102  | 1813805   |
| Proportion du département en ZNIEFF                                         | 60,39 % | 64,20 % | 78,29 % | 54,28 % | 47,38 % | 35,80 % | 57,27 %   |

Figure 27 : Pourcentage des surfaces de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et de ses départements couverts par le réseau sous protection forte (RAP1) et le rseau complet d'aire protégées (RAP2) et par l'inventaires Znieff.



## Le réseau face aux pressions - menaces

Face à l'urgence d'enrayer l'érosion de la biodiversité, la prise en compte des pressions revient très souvent comme nécessaire voir indispensable dans la définition des secteurs prioritaires d'intervention. Divers avis émis lors des consultations menées durant notre étude sont allés dans ce sens, cependant, aucun indicateur disponible n'a fait consensus. Il est en effet à noter que d'une part, il n'existe pas actuellement d'indicateur régional englobant l'ensemble des pressions pesant sur la biodiversité : urbanisation, fragmentation, artificialisation, pollution, fréquentation ... ; d'autre part l'hétérogénéité de la région est également une réalité concernant la diversité des pressions présentes en fonction des territoires.

Cet indicateur pourrait éventuellement être remplacé par l'analyse issue de la carte de naturalité de l'UICN.

## Bibliographie

---

Guerin G.R., Ruokolainen, L. & Lowe, A.J. 2015. A georeferenced implementation of weighted endemism. *Methods in Ecology and Evolution*: 6(7), 845-852.

Guetté, A., Carruthers-Jones, J., Godet, L., Robin, M., 2018. « « Naturalité » : concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature », *Cybergeog : European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*.

Guetté, A., Carruthers-Jones, J., Carver, S.J. 2021. *Projet CARTNAT, Cartographie de la Naturalité, Notice technique*, UICN Comité Français.

IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 p.

Léonard, L., Witté, I., Rouveyrol, P., Grech, G. et Hérard, K. 2019. Bilan de la SCAP et diagnostic 2019 du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre. UMS PatriNat, Paris, 78 p.

Léonard L., Witté I., Rouveyrol P. Hérard K. 2020. Représentativité et lacunes du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre au regard des enjeux de biodiversité. UMS PatriNat, Paris, 81 p.

Noble V., Delauge J., Vallée S. 2021 Proposition méthodologique pour le bilan et la définition des perspectives d'évolution du réseau terrestre d'aires protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Conservatoire botanique national méditerranéen, Conservatoire botanique national alpin, Conservatoire d'espaces naturels de Provence. 34p.