

Elaboration de la trame verte et bleue du Parc naturel régional du Verdon



Partenaires techniques:



Projet financé par le conseil régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur et de l'Union européenne. L'Europe s'engage sur le Massif Alpin avec le Fonds Européen de Développement Régional



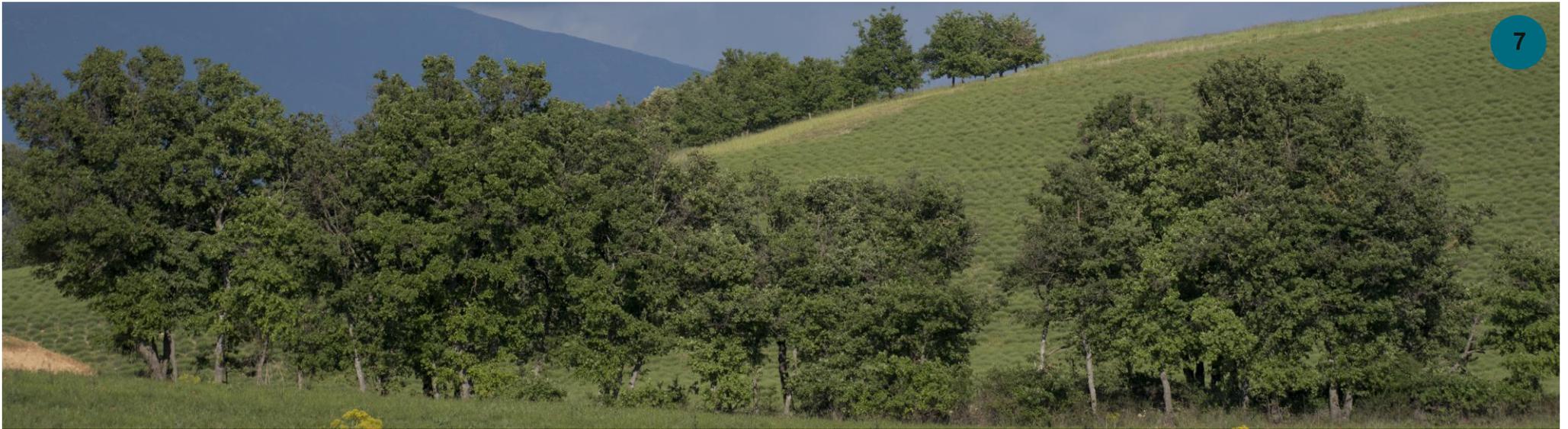
EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES



SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Définitions | 8 |
| Les sous-trames de la trame verte et bleue du Parc | 9 |
| Le territoire couvert | 13 |
| Comment définir les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques? | 14 |
| La méthode retenue pour la trame verte et bleue du Parc | 15 |
| Des espèces parapluie pour définir les sous-trames | 16 |
| Les grandes étapes pour le calcul de l'indice de connectivité | 18 |
| Les cartes de connectivité: des cartes de déplacements potentiels | 27 |
| La validation issue du terrain: une prise de recul sur les cartes produites par l'analyse des connectivités | 28 |
| Passer d'une carte des connectivités à une carte de la trame verte et bleue | 29 |
| La méthode appliquée: exemple pour la sous-trame des milieux ouverts & semi-ouverts et celle des espaces agricoles | 31 |
| Et pour la trame bleue et turquoise? | 42 |
| Rendu cartographique de la trame verte et bleue du Parc | 46 |
| Autres trames et sous-trames à l'étude | 47 |
| La sous-trame forestière | 47 |
| Approche de la trame noire...ou la trame nocturne | 52 |
| Préserver, améliorer, restaurer les continuités écologiques | 57 |
| Evaluer la fonctionnalité des continuités écologiques: quelles méthodes? | 59 |
| Mieux comprendre les systèmes d'élevage: un préalable pour mieux appréhender les fonctionnalités écologiques des milieux pastoraux | 61 |
| Approche de la fonctionnalité des continuités écologiques de la sous-trame forestière | 65 |
| Approche de la fonctionnalité des continuités écologiques des espaces agricoles cultivés | 67 |

| | |
|--|----|
| Les fonctionnalités écologiques dégradées par l'éclairage artificiel nocturne | 69 |
| Approche des fonctionnalités écologiques de la trame bleue et turquoise | 71 |
| La mise en oeuvre de la trame verte et bleue sur le territoire du Parc | 73 |
| Les documents d'urbanisme, premiers outils à mobiliser | 75 |
| La trame verte et bleue à l'épreuve des franges villageoises | 76 |
| Restauration des continuités écologiques de la trame bleue et turquoise: exemple de la restauration hydromorphologique du Colostre | 78 |
| Le concours de la démarche Natura 2000 aux objectifs de préservation et de restauration des continuités écologiques | 79 |
| Initiatives sur le territoire pour réduire la pollution lumineuse | 80 |
| Préserver et reconquérir les milieux ouverts et semi-ouverts: le projet CAMPAS | 81 |
| Toutes les informations sur la trame verte et bleue du Parc | 83 |



POURQUOI UNE TRAME VERTE ET BLEUE?

Une érosion de la biodiversité

Notre société doit faire face à une érosion de la biodiversité de plus en plus criante. L'artificialisation des sols est une des premières causes du recul de la biodiversité. Les espèces ont de plus en plus de difficultés à trouver des habitats fonctionnels sur le plan écologique, leur permettant de se reproduire, se nourrir et se déplacer. L'enjeu est ainsi de préserver, voire restaurer, une trame de continuités écologiques, qu'il s'agisse des milieux terrestres ou aquatiques.

Le SRADDET

Le SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) fixe des objectifs pour réduire la consommation de l'espace et lutter contre l'étalement urbain. L'objectif est aussi de soutenir les pratiques agricoles et forestières favorables à la



préservation des continuités écologiques. Il stipule également que les opérations d'aménagement et de construction doivent permettre d'assurer la perméabilité des trames verte et bleue.

Enfin, il prévoit que les continuités écologiques cartographiées à l'échelle régionale, soient déclinées plus localement afin d'être retranscrites dans les documents de planification tels que les schémas de cohérence territoriale (SCOT), les plans locaux d'urbanisme (PLU) et intercommunaux (PLUi) et les cartes communales.

La Charte du Parc

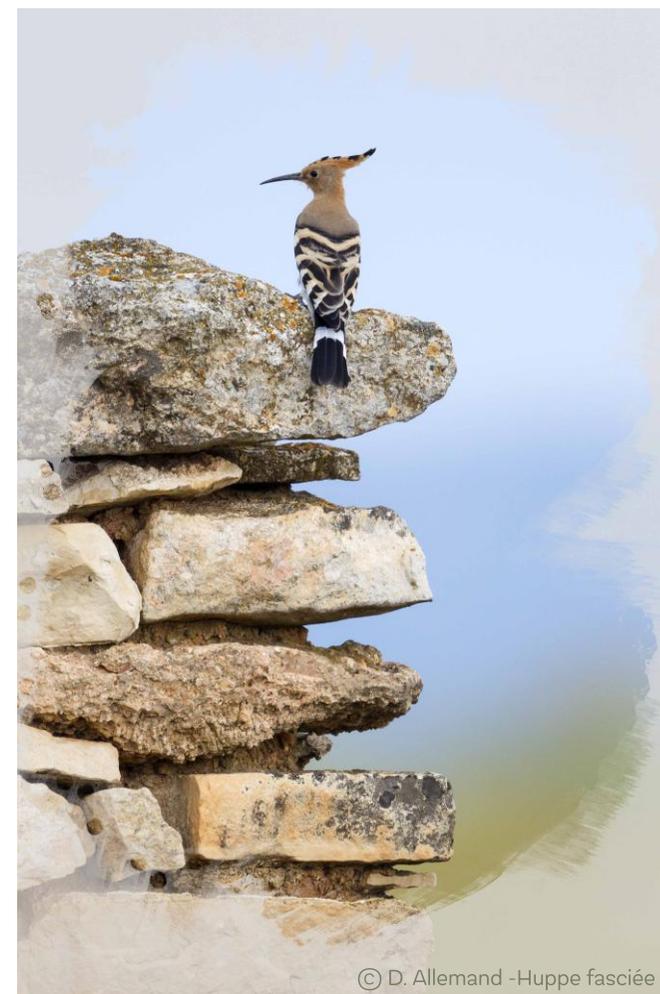
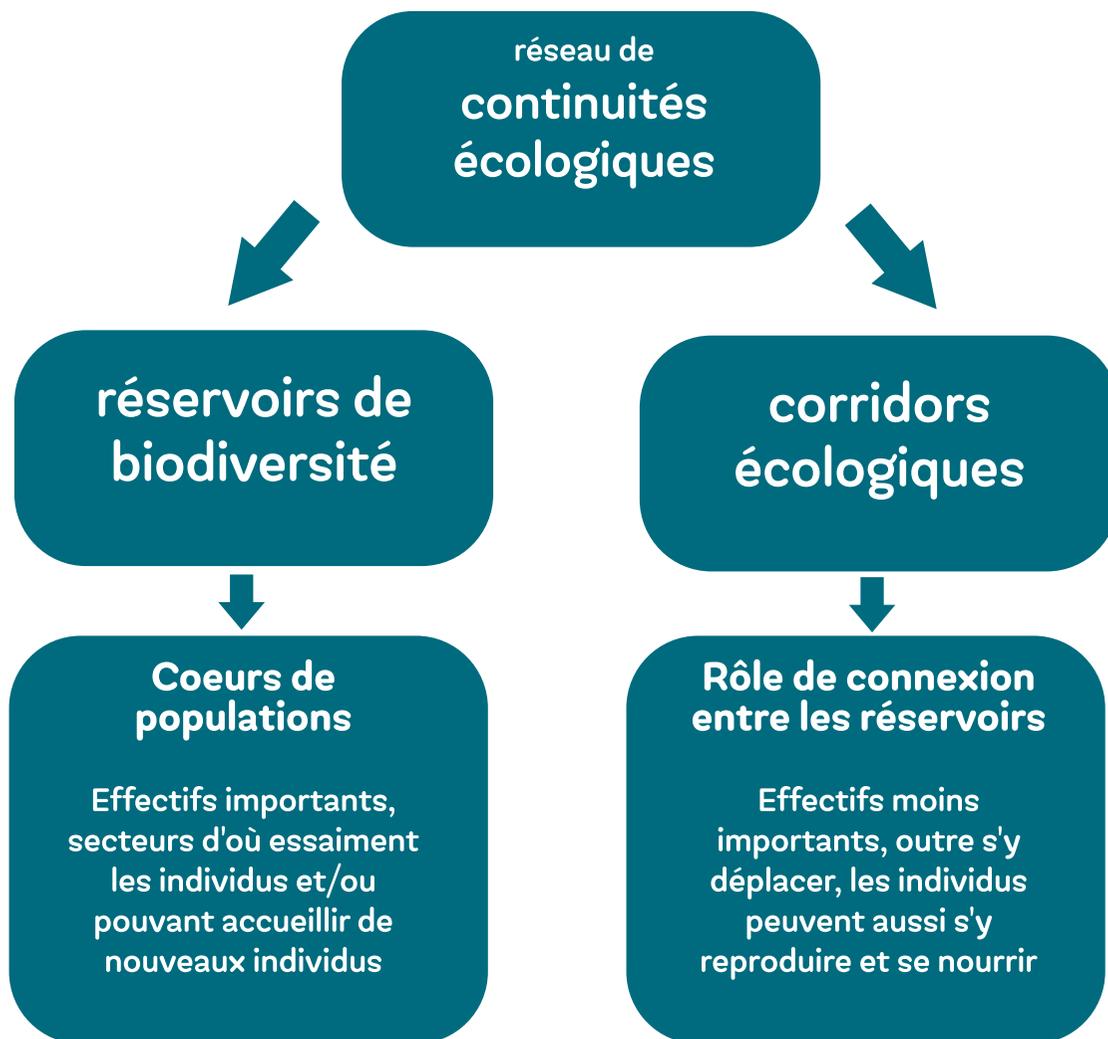
Les orientations et prescriptions des SCOT et les PLU/PLUi doivent être compatibles avec les dispositions pertinentes de la Charte et le Plan de Parc. Les élus du Parc naturel régional du Verdon ont ainsi souhaité que la trame verte et bleue vienne renforcer les synergies entre le Parc et les territoires d'intercommunalité ; et puisse préserver et conforter les espaces agricoles et pastoraux du territoire, sur la base de pratiques favorables aux continuités écologiques.

La cartographie sera annexée au Plan de Parc de la Charte 2023-2038.

DÉFINITIONS

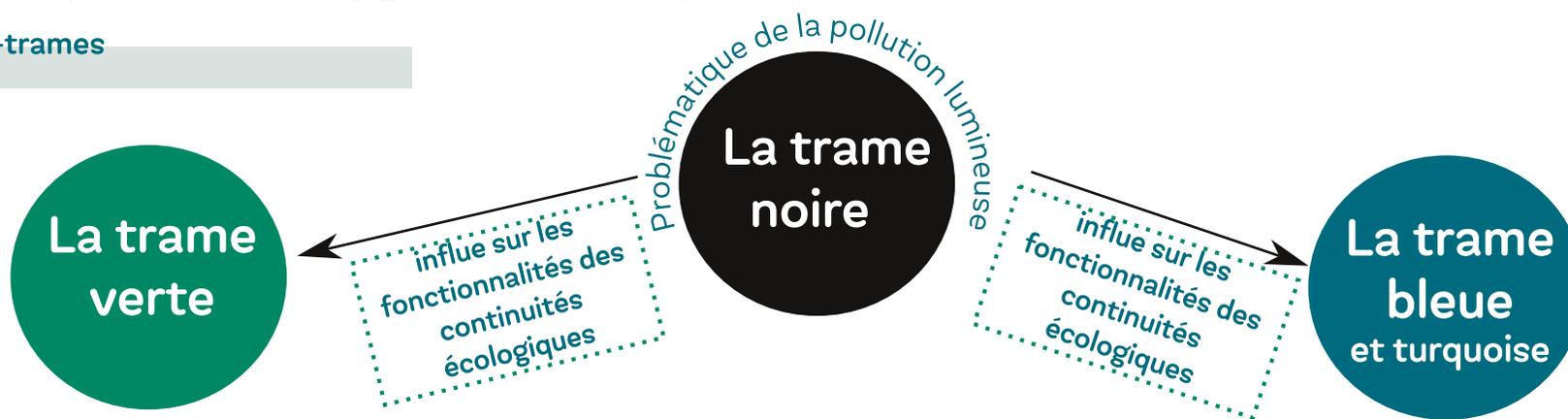
La Trame verte et bleue, au sens réglementaire, comprend des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques.

L'ensemble, constitué des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques, constitue le réseau des continuités écologiques.



LA TRAME VERTE ET BLEUE DU PARC

Les sous-trames



Continuités écologiques des milieux ouverts et semi-ouverts

Sous-trame "Milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude"

Sous-trame "Milieux ouverts et semi-ouverts thermophiles"

Continuités écologiques liées aux pratiques agricoles

Sous-trame "Enjeu oiseaux steppiques"

Sous-trame "mosaïque paysagère"

Sous-trame "réservoirs plantes messicoles"

Continuités écologiques des espaces forestiers (en cours de définition)

Sous-trame Cours d'eau et plans d'eau

Sous-trame Zones humides

Pas de sous-trame des habitats rocheux?

Les falaises et canyons sont des habitats importants du territoire. Le Verdon a creusé les plus hautes gorges d'Europe et ces milieux rupestres abritent de nombreuses espèces floristiques et faunistiques protégées et menacées.

Pour autant, ces milieux sont souvent en discontinuité naturelle et leur représentation cartographique se prête mal à des aplats surfaciques.

Enfin, certains canyons en eau relèvent aussi des enjeux de la trame bleue.

Pour ces différentes raisons, une sous-trame des habitats rocheux n'a pas été retenue.

Les sous-trames illustrées

Sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts

Continuités thermophiles



Garrigue thermophile à thym, romarin et euphorbe épineuse



Garrigue à genêts cendrés et buis



Pelouses et pâturages naturels, landes et broussailles, garrigues (dont matorrals à genévriers), végétation clairsemée, forêts ouvertes, plages et sable, roches nues



Pelouses méditerranéennes à stippes



Pré-bois, fruticées en arrière-plan



Forêt ouverte

Continuités d'altitude



Pelouses d'altitude



Crêtes rocheuses



© C. Welke

© D. Chavy

Sous-trame des espaces agricoles cultivés

Paysage d'espaces agricoles cultivés



Céréales



Autres cultures



Sainfoin



Oliveraie



Plantes à parfum et aromatiques



Maraîchage

Mosaïques paysagères

Secteurs où les éléments arborés structurent le paysage agricole

(photo-interprétation et connaissance du territoire)



Paysages semi-bocager



Prairies bocagères



La sous-trame "Cours d'eau et plans d'eau"



Retenue de Sainte-Croix



Cours d'eau et leurs ripisylves



La sous-trame "Zones humides"



© D. Chavy

LA TRAME VERTE ET BLEUE DU PARC

Le territoire couvert

Dans un premier temps, la cartographie de la trame verte et bleue a été réalisée sur le périmètre classé "Parc naturel régional du Verdon" (Charte 2008-2023), incluant les communes non adhérentes de Montmeyan, Artignosc et Baudinard-sur-Verdon pour le département du Var.

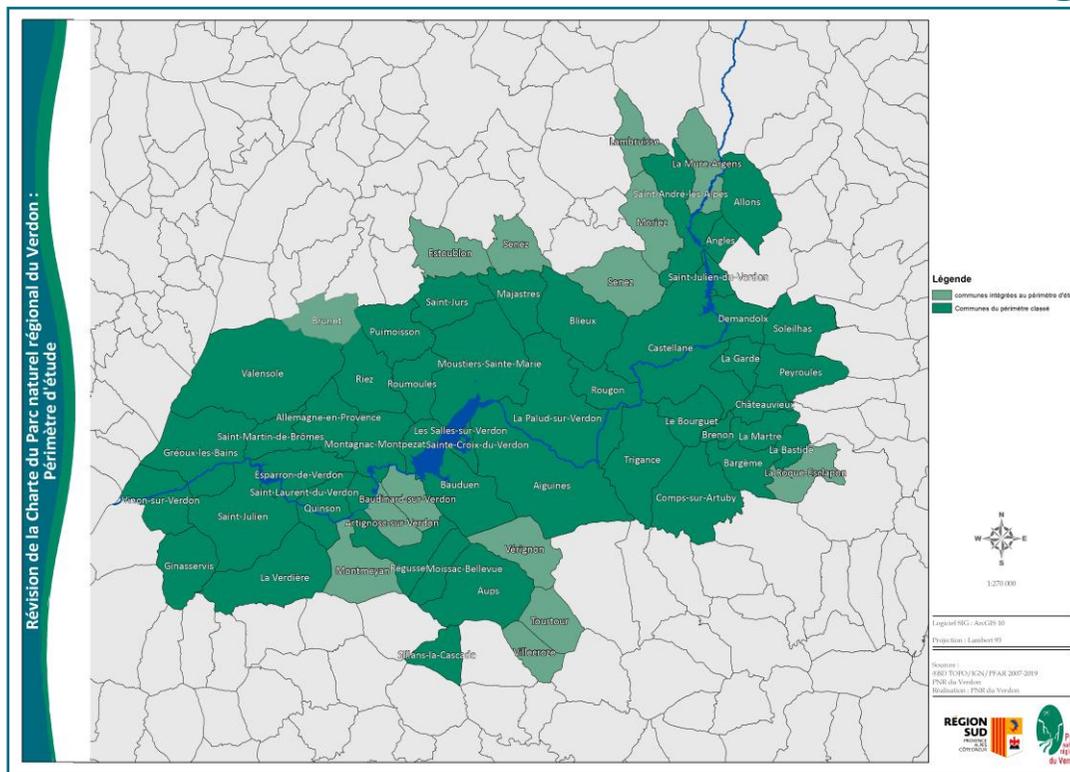
En effet, ces communes étant entourées de communes adhérentes au Parc, la notion même de continuités écologiques impliquait de ne pas générer de "trou" dans l'analyse des continuités écologiques.

Par cohérence avec l'entité géographique du plateau de Valensole et son ensemble agricole auquel elle est en grande partie rattachée, la commune de Brunet a également été prise en compte.

Sans avoir recours à un buffer, l'analyse des continuités écologiques a également été réalisée au-delà des limites du périmètre du Parc, afin d'éviter des ruptures nettes et sans réalité physique de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques. A noter également que cette vision "extra-territoire" a souvent été utile pour mieux caractériser la fonction de continuités écologiques sur les marges du territoire du Parc.

Dans un second temps, suite au lancement de la révision de la Charte du Parc, ce travail d'analyse a été étendu à l'ensemble du périmètre d'étude du projet de Charte 2023-2038.

Concernant l'analyse des continuités écologiques au-delà du périmètre actuel du Parc, il faut toutefois noter que les principaux jeux de données utilisés n'étaient plus disponibles. La cartographie est ainsi plus empirique et basée essentiellement sur un travail de photo-interprétation qui pourra justifier un travail plus poussé à l'avenir, à l'occasion de démarches d'élaboration de la trame vert et bleue dans les territoires voisins.



L'échelle d'utilisation

Utilisation optimale
au 1/10 000ème.
Utilisation possible jusqu'au 1.5000ème
mais à considérer de manière plus
indicative en dehors des périphéries
urbaines.

COMMENT DEFINIR LES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE ET LES CORRIDORS ECOLOGIQUES?

Les approches possibles

Les sous-trames

La définition des sous-trames est fonction des enjeux d'un territoire. Elle est aussi contrainte par les jeux de données disponibles (couches d'information géographique, données d'inventaires etc.). Le nombre de sous-trames et leur thématique doivent ainsi être adaptés au plus près des enjeux d'un territoire.

Les réservoirs de biodiversité

Le cadrage national préconise de s'appuyer sur les zonages d'inventaires tels que les ZNIEFF par exemple, l'existence de sites Natura 2000 et d'espaces naturels protégés réglementairement (réserves naturelles, réserves biologiques forestières, arrêtés préfectoraux de protection de biotope etc.), pour identifier les réservoirs de biodiversité. L'analyse complémentaire de bases de données faunistiques et/ou floristiques permet d'affiner la définition de ces réservoirs de biodiversité.

Les corridors écologiques

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour caractériser les corridors écologiques:

- la photo-interprétation visuelle

Cette méthode repose sur des informations géographiques de type occupation du sol, images satellitaires ou aériennes; et vise à rechercher un chemin de déplacement le plus court possible entre deux réservoirs de biodiversité. Faisant appel au bon sens, la réalité des corridors ainsi définis reste cependant relative et très théorique, les espèces n'empruntant pas

forcément les chemins les plus courts pour se rendre d'un point A à un point B.

- la méthode de dilatation-érosion

Elle automatise sous SIG les calculs de distances les plus courtes, aboutissant ainsi à la cartographie de corridors potentiels. Cette cartographie doit ensuite être ajustée en fonction des éventuels éléments réputés fragmentants.

- l'approche de la perméabilité des milieux

Cette approche est plus élaborée que les précédentes car elle considère que tous les habitats ou postes d'occupation du sol ne présentent pas la même perméabilité au déplacement des espèces. Cela revient à dire que la capacité de déplacement est fonction du milieu traversé. Prenant en compte la distance de dispersion des espèces, des coefficients de friction au déplacement des espèces sont alors définis et appliqués sous SIG à chaque tâche d'habitat. Cette méthode fait ainsi émerger des zones potentielles de déplacements par type de milieu (continuum correspondant aux sous-trames).

Ces coefficients de friction, établis à dire d'expert, ne doivent pas être reproduits tels quels d'un territoire à une autre. En effet, les traits de vie d'une espèce donnée peuvent différer, de faiblement à plus significativement, suivant le contexte biogéographique, des facteurs extérieurs naturels et/ou anthropiques.

- la méthode du chemin de moindre coût

Cette méthode reprend le principe de l'étude de la perméabilité des milieux, mais elle ne s'applique en revanche que sur des éléments linéaires (ex: des haies). Elle repose sur l'hypothèse que pour se déplacer, les espèces privilégient les chemins qui leur demandent le moins d'énergie à dépenser. Cette méthode est plus à réserver à des espèces aux

déplacements plus contraints, empruntant des éléments linéaires comme des haies, des ripisylves par exemple. Elle ne se prête donc pas forcément à l'étude de toutes les sous-trames, au risque de générer des corridors "spaghettis", pas toujours très réalistes (corridors exclusivement linéaires).

- **des méthodes de la recherche appliquée**

Des méthodes complémentaires portées par le milieu de la recherche appliquée émergent de plus en plus. Les modélisations produites visent à consolider l'assise scientifique des critères retenus pour définir les continuités écologiques.

Les cartes de trames verte et bleue orientant les politiques d'aménagement du territoire et, dans un contexte de crise de la biodiversité, il est en effet particulièrement important que les continuités écologiques identifiées, s'approchent le plus possible des flux de populations d'espèces.

Toutes ces méthodes reposent préalablement sur l'identification d'espèces ou de cortège d'espèces partageant le même profil écologique. Aux échelles nationales et régionales, des listes d'espèces "trame verte et bleue" ont ainsi été identifiées. Elles ne sont toutefois pas exclusives.

A noter qu'au delà du choix des espèces retenues, il est particulièrement intéressant de disposer de données d'inventaires de ces espèces. En effet, ces méthodes n'en sont que plus percutantes que si les modélisations produites sont confrontées à la connaissance du terrain.

Une approche mixte (trame verte):

- ✓ **le coeur de la méthode : l'appui de la recherche appliquée**, suivant la méthode des connexités (Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Biodiversité marine et continentale -IMBE de l'université Aix-Marseille) ;
- ✓ croisée avec **la connaissance du terrain** ;
- ✓ complétée par un travail de photo-interprétation quand les jeux de données nécessaires à la méthode des connexités n'étaient plus disponibles (analyses au-delà du périmètre du Parc et, pour certains taxons, sur des parties du territoire non couvertes par l'analyse des connexités, en raison de la surface importante du territoire et de l'importance des calculs générés dans les délais de l'étude).

A noter que la méthode des connexités a été utilisée exclusivement pour définir les continuités écologiques des sous-trames des milieux ouverts & semi-ouverts et celle des espaces agricoles cultivés.

Pour les autres trames et sous-trames:

L'identification des continuités écologiques de la sous-trame forestière, ainsi que de la trame bleue & turquoise, a fait l'objet d'autres méthodes décrites dans les pages suivantes.

Enfin, la pollution lumineuse est susceptible de dégrader la fonctionnalité des continuités écologiques (rôle fragmentant). Ainsi, plutôt que de juxtaposer une cartographie de la trame noire à celle des trames vertes et bleue & turquoise, la méthode de travail (décrite plus après) a consisté à identifier les éléments de la trame verte et bleue potentiellement impactés par la pollution lumineuse; justifiant des actions pour améliorer ou restaurer l'état des continuités écologiques concernées. La trame "noire" a ainsi fait l'objet d'une démarche intégrative dans la trame verte et bleue, plutôt qu'une trame supplémentaire.

DES ESPÈCES "PARAPLUIE" POUR DÉFINIR LES SOUS-TRAMES

Profils écologiques ou espèces indicatrices

Etudier les continuités écologiques, c'est évaluer la capacité de dispersion (ou de déplacement) des espèces, par rapport à la perméabilité du paysage.

Le premier travail consiste donc à identifier les espèces qui vont être retenues pour guider la cartographie de la trame verte et bleue et de ses sous-trames.

Le choix des espèces est guidé par les enjeux de biodiversité, les spécificités et caractéristiques du territoire à mettre en avant (ex: des éléments de la structure paysagère qui font connexion comme un maillage de haies, des ripisylves etc.). Il dépendra aussi des données disponibles (données d'inventaires, cartographie d'habitat, données d'occupation du sol...).

La rareté d'une espèce n'est pas forcément un critère à privilégier ou suffisant en soi. Il faut au préalable s'assurer que les espèces sont bien présentes sur le territoire et qu'elles sont **sensibles à la fragmentation de leurs habitats**. En effet, la démarche aurait peu d'intérêt si l'on prend comme modèle des espèces capables d'importants déplacements et à la plasticité écologique relativement grande (espèces généralistes, peu d'éléments fragmentants).

Une liste nationale d'espèce a été définie et a été déclinée par région. Cette liste n'est toutefois

pas limitante. D'autres espèces peuvent être proposées, toujours à la condition de s'assurer qu'elles sont particulièrement vulnérables à la fragmentation de leur habitats.

Une des méthodes consiste à raisonner sur des groupes d'espèces partageant un profil écologique convergent (regroupement par analyses statistiques). L'intérêt de s'appuyer sur un profil écologique "médian" est d'identifier et de cartographier les milieux partagés par de nombreux taxons, i.e. là où les interactions milieux/espèces sont les plus nombreuses, permettant de mettre en avant les dynamiques écologiques.

Toutefois, une des limites peut être à contrario de lisser les exigences écologiques de certaines espèces, avec pour effet d'effacer ou de sous-représenter certains enjeux importants de continuité écologique pour le territoire.

Pour élaborer sa trame verte et bleue, le Parc naturel régional du Verdon a ainsi privilégié des espèces reconnues comme sensibles à la fragmentation; et dites "parapluies". I.e. représentatives de la qualité d'un milieu.

Si les continuités écologiques sont peu favorables à ces espèces, cela sous-tend que ce sera également le cas pour tout un cortège d'espèces dépendantes du maintien de la fonctionnalité écologique du (des) milieu(x) considéré(s).

Espèces retenues pour identifier les sous-trames de la trame verte

Les continuités écologiques des milieux ouverts et semi-ouverts

La sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude



L'apollon

(*Parnassius apollo*)



Le semi-apollon

(*Parnassius mnemosyne*)

La sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts thermophiles



Lézard ocellé

(*Timon lepidus*)



Criquet hérisson

(*Prionotropis hystrix azami*)



Proserpine

(*Zerynthia rumina*)

Les continuités écologiques des espaces agricoles cultivés

La sous-trame "mosaïque paysagère"



La chevêche d'Athéna
(*Athena noctua*)



Le petit rhinolophe
(*Rhinolophus hyposideros*)

La sous-trame "enjeux oiseaux steppiques"



L'outarde canepetière
(*Tetrax tetrax*)

La sous-trame "réservoirs pour les plantes messicoles"



Plantes messicoles (secteurs présentant une abondance et une diversité plus importantes de plantes messicoles)

Définir les traits de vie des espèces

Exemple de 5 espèces ayant fait l'objet de la méthode des connexités

17

| Traits de vie des espèces pour le calcul de l'indice de connexité | Taille moyenne du domaine vital | Distance moyenne de mobilité journalière (m) | Distance maximale de dispersion admise (m) | Distance retenue pour le calcul de l'indice de connexité (m) | Seuils altitudinaux pris en compte |
|---|---------------------------------|---|--|--|--|
| L'Apollon | Non renseigné | Non renseigné | 4000 | 3000 m | ≥ 1000 m (90% des observations sur le territoire du Parc sur la période 1920-2017) |
| Le Semi-apollo | Non renseigné | 142 m | 3000 | 150 m | > 1250 m (90% des observations sur le territoire du Parc sur la période 1920-2017) |
| La Proserpine | Non renseigné | 200 m (mâles autour des girons de reproduction) | 2000 m (femelles depuis les stations à aristoloches) | 200 m | <1200 m |
| La Chevêche d'Athéna | 30 ha | 150 m (femelles en période de reproduction) | 1700 m (dispersion des jeunes) | 150 m | <700 m |
| Le Petit rhinolophe | 10 à 20 km ² | 3000 m autour du gîte | de 2 à 20 km entre gîtes d'hiver et gîtes d'été | 3000 m | <2000 m |

Sources:

R. Colombo, 2016, Inventaire de l'Apollon et du Semi-Apollon préalable à l'identification de la trame verte et bleue sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon, Asellia Ecologie, PNRV, 42 p.

Fiche sur l'Apollon, Ministère de l'Ecologie, du développement et de l'aménagement durable: papillons de l'annexe IV de la Directive 92/43/CEE, Ed. Biotope;

F. Merlet & Xavier Houard, 2012. Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Semi-apollo relatif à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. Service du Patrimoine naturel du MNHN, Paris, 8 p.

Proserpine, OPIE & PN des Ecrins, 2010. Atlas des papillons de jour de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, Editions Naturalia;

GCP 2014, Inventaire des gîtes à Petit rhinolophe sur le territoire du Parc naturel régional du Verdon;

Experts sollicités: Olivier Hameau (chevêche), Raphael Colombo (apollo, semi-apollo et petit rhinolophe), Nicolas Maurel (proserpine)

A savoir

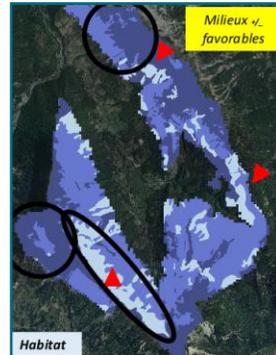
Pour le calcul de l'indice de connexité (cf. méthode décrite ci-après), c'est la distance la plus courte entre la distance journalière moyenne et la distance de dispersion, qui est retenue. En effet, dans une démarche évaluant les éléments fragmentant le déplacement des espèces, il est préférable de s'appuyer sur les distances les plus courtes, au risque sinon d'obtenir des modélisations peu parlantes. De plus, plus les distances retenues sont importantes, plus les calculs générés vont être lourds à traiter.

LES GRANDES ÉTAPES PREALABLES AU CALCUL DE L'INDICE DE CONNEXITÉ

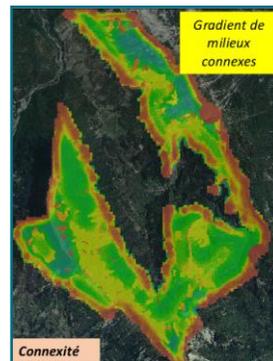
① Disposer d'une cartographie homogène et suffisamment fine de l'occupation du sol (ex: cartographie des habitats, Occupation du Sol à Grande Echelle -OGE ou Mode d'occupation des sols -MOS)



② Etablir des premières cartes de favorabilité (habitats potentiels) pour les espèces bio-indicatrices retenues



③ Transformer les cartes de tâches d'habitats en cartes de semis de points ("rasteurisation" de données vecteurs)



④ Calcul de l'indice de connexité

Une cartographie d'habitats d'espèces ou d'occupation du sol homogène : une information spatialisée indispensable comme support de la démarche

Identification de zones potentielles au déplacement des espèces

Approche de la perméabilité des milieux, indépendamment de la capacité de dispersion des espèces et de la taille des tâches d'habitats/d'occupation du sol.

Les polygones, aux contours cloisonnants, ne sont pas très adaptés à une analyse de continuités écologiques. Un polygone donné peut comporter des valeurs écologiques différentes, multiples, qu'il n'est pas possible d'analyser et de rendre compte au format vecteur

⇒ **transformation en cartes de semis de points**, permettant de mieux prendre en compte des caractéristiques de l'écologie des espèces

Analyse de la fragmentation :

modélisation des capacités de déplacement des espèces en fonction du milieu traversé

① Disposer d'une donnée d'occupation des sols homogène

L'occupation du sol utilisée comme support pour l'élaboration de la trame verte et bleue du Parc est issue de la réalisation de deux modes d'occupation du sol:

- le MOS produit par l'agglomération Durance Luberon Verdon (DLVA), couvrant 13 communes du périmètre du Parc ;
- le MOS élaboré dans le cadre de l'élaboration de la trame verte et bleue du Parc, sur 39 communes complémentaires, permettant de disposer ainsi d'une donnée d'occupation du sol homogène sur l'ensemble du périmètre du Parc, ainsi que plusieurs autres communes du périmètre d'étude de la Charte du Parc 2023-2038, soit 55 communes au total.

Les 2 MOS s'appuient sur les mêmes campagnes photographiques les plus récentes et disponibles au moment de leur élaboration et ont été réalisés sur le niveau 4 de la nomenclature mise au point par le CRIGE. Bien que réalisés différemment (méthode semi-automatique pour le MOS DLVA et photo-interprétation pour le MOS porté par le Parc), leur développement respectif a été mené de manière à ce que les 2 MOS "communiquent" entre eux (frontières partagées entre les deux, harmonisation de la topologie des éléments, de la nomenclature et de leur sémiologie, même unités minimales de cartographie-UMC).

A savoir

La cartographie de l'occupation du sol à grande échelle n'est pas une cartographie d'habitats. Elle peut revenir à cartographier des potentialités d'accueil pour les espèces, mais elle reflète avant tout **une composition du paysage** (et une dynamique dans l'étude des évolutions entre 2 campagnes photographiques), **composition du paysage avec un raisonnement écologique**.

A ce titre, il faut garder à l'esprit que la taille des unités minimales de cartographie (UMC) ne correspond pas forcément aux exigences écologiques des espèces étudiées (taille du domaine vital...). C'est une des limites de ce type de données.

A contrario, sur un territoire aussi vaste que celui du Parc du Verdon, les calculs générés pour l'indice de connectivité sont d'ores et déjà conséquents. Une cartographie d'habitats, à la nomenclature encore plus fine, risquerait de générer des calculs ingérables.

Le MOS sur le périmètre du Parc:

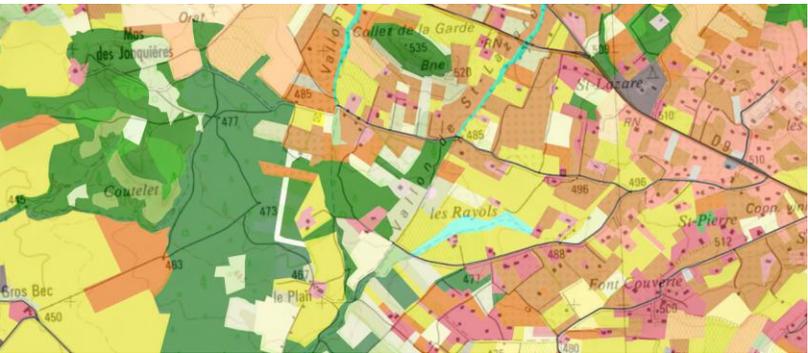
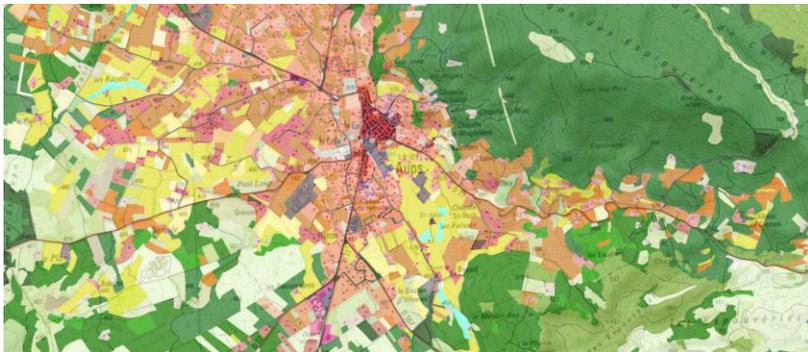
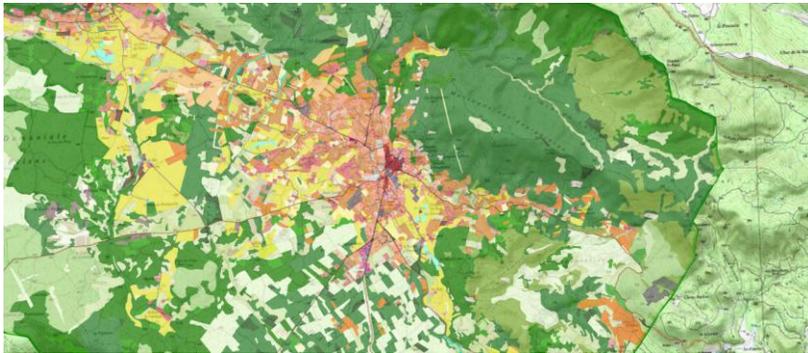
- 79 postes d'occupation du sol décrits au niveau 4;
- 8 postes complémentaires décrits au niveau 5 de la nomenclature du CRIGE;
- Une Unité Minimale de Cartographie (UMC) définie entre 500 et 2500 m²;
- En zone naturelle et agricoles, une saisie des polygones et leur identification au 1/5000 maximum;
- En zone artificialisées, une saisie des polygones et leur identification au 1/3000 (voire plus), ce qui induit des erreurs de tracé d'environ 0,5 mm à l'écran, soit une précision moyenne inférieure à 1 m;
- +90% de fiabilité thématique pour chaque poste d'occupation du sol;
- cartographie des linéaires de haies au 1/3000 (éléments agro écologiques) dans les postes d'occupation du sol agricoles (longueur minimale de 50m, hauteur minimale de 1 m, largeur moyenne inférieure ou égale à 20/30 m (largeur du houppier).

Une réalisation:



Des partenaires financiers :





Extrait de l'occupation du sol sur la commune d'Aups (83).. En périphérie du noyau urbain, la limite entre l'urbanisation (teintes orange-rose suivant la typologie du bâti), les espaces agricoles (couleurs jaune) et les espaces naturels (couleurs dans les tons verts) est assez floue.

Fin 2019, la communauté de communes Lacs et Gorges du Verdon a étendu l'élaboration du MOS du Parc du Verdon aux communes de Tourtour et Villecroze, les deux seules communes de son périmètre à ne pas être couvertes.

La cartographie de la trame verte et bleue sera ainsi étendue prochainement à ces deux communes, permettant de finaliser ce travail à l'échelle du périmètre d'étude pour la charte du Parc à l'horizon 2023-2038.

② Des cartes de potentialité d'accueil des espèces, ou cartes de favorabilité

Des matrices écologiques sont renseignées pour chaque espèce parapluie. Cela consiste, pour chaque poste d'occupation du sol, à évaluer la favorabilité de ce dernier pour l'espèce considérée.

A titre d'exemple, l'appréciation de la favorabilité a été la suivante sur le territoire du Parc du Verdon:

- **TF (très favorable)**: occupation du sol correspond aux traits de vie caractéristiques de l'espèce et où elle peut vivre et se reproduire (le taxon réalise l'ensemble de son cycle de vie au sein de cette occupation du sol) ;
- **MF (moyennement favorable)**: occupation du sol permettant de satisfaire deux des trois fonctions vitales des espèces ;
- **PF (peu favorable)**: occupation du sol permettant de satisfaire uniquement une des trois fonctions vitales des espèces ;
- **N (neutre)**: occupation du sol à priori non favorable, mais pouvant abriter l'espèce temporairement, pour une courte durée ou pour ses déplacements (non hermétique aux déplacements de l'espèce -habitats transitoires). La distance de traversée est limitée à la distance de dispersion ;
- **D (défavorable)**: occupation du sol reconnue comme défavorable et une barrière/un obstacle aux déplacements de l'espèce, avec un effet répulsif le cas échéant.

A savoir

Un profil écologique d'une espèce donnée peut différer d'une zone biogéographique, d'un territoire à un autre. A titre d'exemple, le petit rhinolophe se reproduit principalement dans des cavités naturelles (ou artificielles) dans la moitié nord de la France, alors qu'il gîte surtout dans des bâtiments dans le sud de la France. Dans le Luberon, la chevêche d'Athéna est étroitement liée au bâti, alors que dans le Verdon elle semble davantage dépendantes des arbres à cavité.

Cette appréciation de la favorabilité nécessite une adaptation au territoire étudié.

Extrait de la matrice écologique pour la proserpine, appliquée au PNR Verdon

21

| Code MOS niveau 4 | Typologie niveau 4 | Favorabilité |
|-------------------|--|--------------|
| 2231 | Oliveraies | N |
| 2232 | Oliveraies enherbées | MF |
| 2241 | Lavandes et lavandins | N |
| 2242 | Autres PAPAM | N |
| 2311 | Prairies et jachères | PF |
| 2312 | Parcs d'élevage | N |
| 2421 | Systèmes culturaux mixtes et petits parcellaires complexes | PF |
| 2431 | Friches agricoles et délaissés en milieu agricole | MF |
| 2441 | Territoires agro-forestiers | N |
| 3111 | Forêts de feuillus fermées claires | MF |
| 3112 | Forêts de feuillus fermées denses | D |
| 3121 | Forêts de conifères fermées claires | D |
| 3122 | Forêts de conifères fermées denses | D |
| 3131 | Forêts mélangées fermées claires | PF |
| 3132 | Forêts mélangées fermées denses | D |
| 3212 | Pelouses et pâturages naturels | TF |
| 3221 | Landes et broussailles | MF |
| 3231 | Garrigues | TF |
| 3241 | Forêts ouvertes | TF |
| 3242 | Jeunes peuplements | PF |
| 3243 | Coupes rases et incidents | TF |
| 3311 | Plages et sables | N |
| 3321 | Roches nues | PF |
| 3331 | Végétation clairsemée | TF |
| 3341 | Zones incendiées | TF |
| 4111 | Marais intérieurs indifférenciés | PF |
| 4112 | Roselières | N |
| 4131 | Ripisylve | N |
| 5111 | Cours et voies d'eau | PF |
| 5112 | Plans d'eau | N |



Le cas des espèces "mosaïque paysagère"

Pour certaines espèces, l'habitat favorable ne sera pas constitué d'une occupation du sol donnée ou même de plusieurs classes différentes d'occupation du sol considérées isolément. Ainsi, l'habitat favorable de la chevêche repose sur le voisinage de plusieurs classes d'occupation du sol différentes, comme des prairies, des éléments paysagers, le cas échéant des éléments de bâti etc. **On parlera d'espèces "mosaïques"**.

Dans le Verdon, au regard de la littérature scientifique, le voisinage de 10 classes d'occupation du sol différentes représenterait un habitat optimal pour la chevêche.

Cependant, deux tests méthodologiques menés par l'IMBE ont montré que ces conditions écologiques étaient rarement réunies sur le territoire du Parc et sans doute trop restrictives et théoriques, au regard des secteurs de présence avérée de la chevêche. Par ailleurs, plus le nombre de classes d'occupation du sol est élevé pour décrire une mosaïque, plus il est difficilement décelable sur le terrain.

Hypothèse que 10 classes d'occupation du sol sont nécessaires pour constituer une mosaïque intéressante pour la chevêche d'Athéna

Méthode 1

Cette méthode dénombre le nombre de polygones de classes d'occupation du sol différentes réputées définir la mosaïque "chevêche" directement en contact entre eux



Cartographie d'une mosaïque d'habitats de 0 à 7 occupations du sol différentes

- 0: le polygone est isolé, il n'est en contact d'aucun autre polygone définissant la mosaïque "chevêche" (10 classes différentes);
- 7: le polygone est en contact direct de 7 autres polygones de classes d'occupation du sol différentes appartenant à la mosaïque "chevêche"

Méthode 2

Cette méthode dénombre le nombre de polygones de classes d'occupation du sol différentes réputées définir la mosaïque "chevêche", dans un rayon de 150 m.

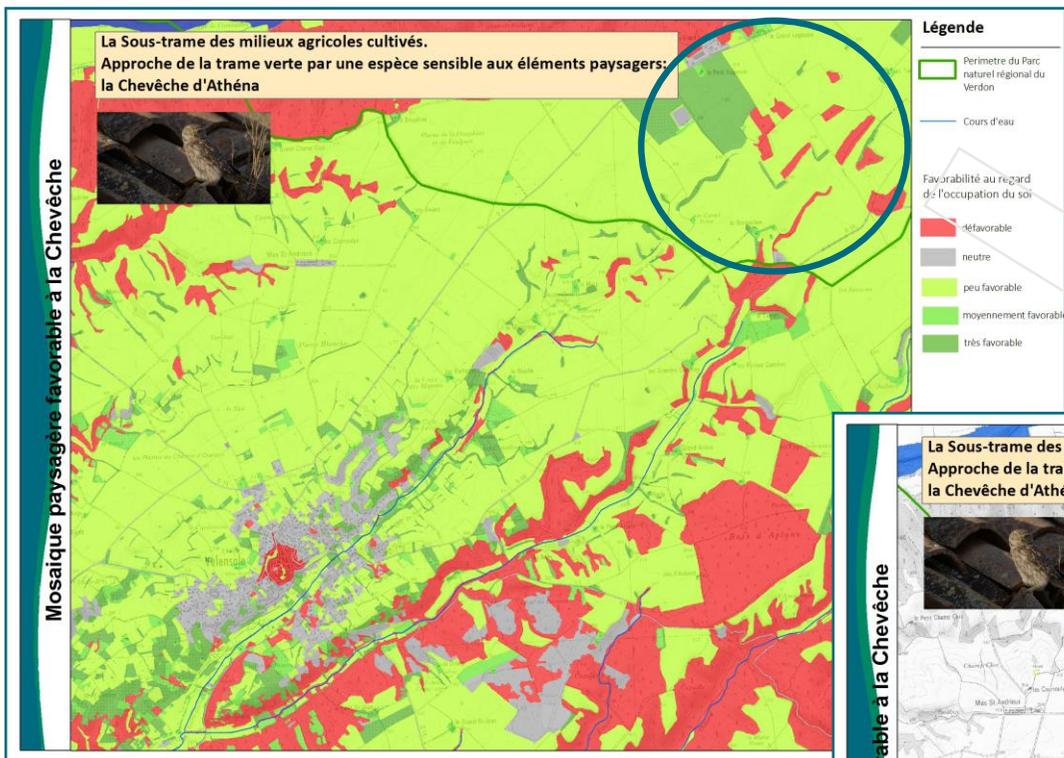


Cartographie dénombrement dans un rayon de 150 m

- 0: le polygone est isolé, dans un rayon de 150 m, aucun autre polygone d'occupation du sol de la mosaïque "chevêche" (10 classes différentes) est présent;
- 8: dans un rayon de 150m, 8 autres polygones d'occupation du sol différentes (de la mosaïque "chevêche") sont présents.

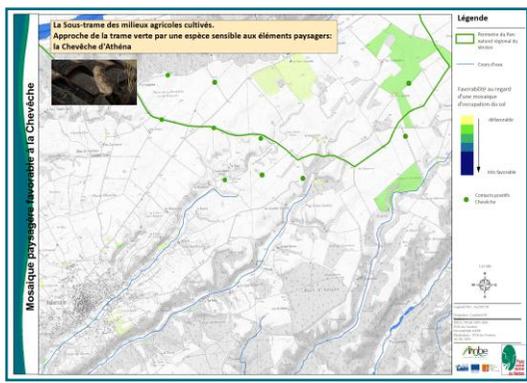
Croisée avec les données d'inventaires, une mosaïque à partir d'un seuil minimal de 4 classes d'occupation du sol différentes, a alors été retenue comme modèle acceptable décrivant, à défaut d'un habitat optimal, des conditions minimales satisfaisant aux exigences écologiques de la chevêche.

L'approche de la "mosaïque paysagère", un aperçu des zones les plus fonctionnelles

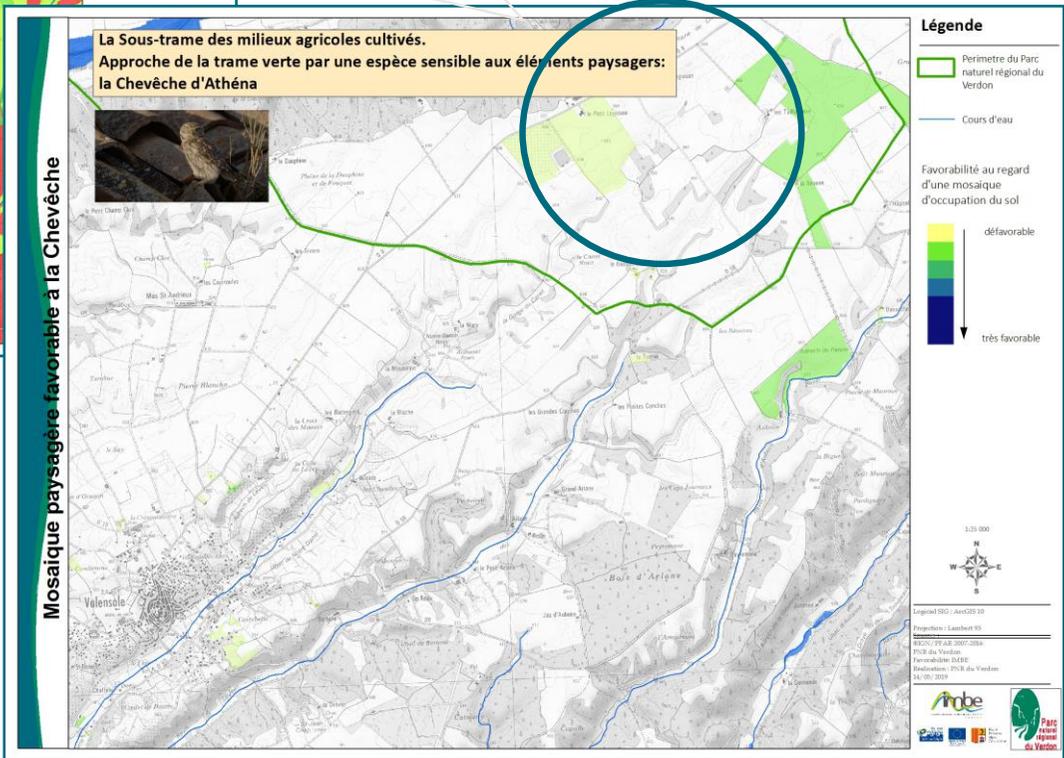


Secteur Nord du plateau de Valensole

Approche de la favorabilité sans prendre en compte une effet "mosaïque": une favorabilité assez étendue



Données d'inventaires: une prise de recul



Secteur Nord du plateau de Valensole

La mosaïque d'occupation du sol: une favorabilité plus restrictive spatialement. Par un aperçu des secteurs les plus fonctionnels pour l'espèce, c'est une première approche de la fragmentation.

③ Une représentation cartographique en semis de points

En écologie, les cartes "vecteurs" ne sont pas des outils très adaptés.

En effet, au sein d'une même tâche d'occupation du sol et plus elle est grande, il peut exister une variabilité écologique que ne peut rendre compte une carte sous forme de polygones (ex: l'attractivité pour une espèce donnée d'une tâche d'occupation du sol peut être variable entre sa périphérie et son centre, en fonction de la proximité d'autres tâches d'occupation du sol favorables, de la capacité de dispersion ou de mobilité de l'espèce etc.).

Les cartes de semis de points sont ainsi plus adaptées car il est possible d'affecter, à chaque point, des valeurs écologiques différentes rendant compte des exigences écologiques des espèces.

La 3ème étape consiste ainsi à transformer les cartes de favorabilité (ou potentialités d'accueil) en cartes de semis de points.

Quelle densité de points ?

De manière générale, il est préférable de privilégier une distance inter-points homogène. Elle est déterminée sur la base de la médiane de la distance entre toutes les tâches d'occupation du sol.

Toutefois, se tenir à une distance inter-points uniforme peut présenter un inconvénient, en particulier dans les paysages fortement mosaïqués, aux polygones d'occupation du sol présentant de grandes variations de surface (ex: paysages où se

mêlent milieux urbains et milieux naturels, ou milieux naturels sur de grandes étendues et souvent imbriqués en mosaïque).

Un semis (ou une densité) de points régulier risque alors de sur-représenter les grandes surfaces (grandes tâches d'occupation du sol) ou sous-représenter les petites surfaces (petites tâches d'occupation du sol). Les informations des plus petites tâches/surfaces risquent ainsi d'être lissées, voire non représentées, alors que ces dernières, suivant leur classe de favorabilité, peuvent influencer le déplacement d'espèces.

Pour réduire ce biais, sachant que les paysages du Verdon sont particulièrement mosaïqués, la distance inter-points a été ajustée en fonction de la surface des polygones d'occupation du sol. L'ajustement a été réalisé à partir de l'histogramme de la répartition des surfaces des polygones, toutes classes de favorabilité confondues.

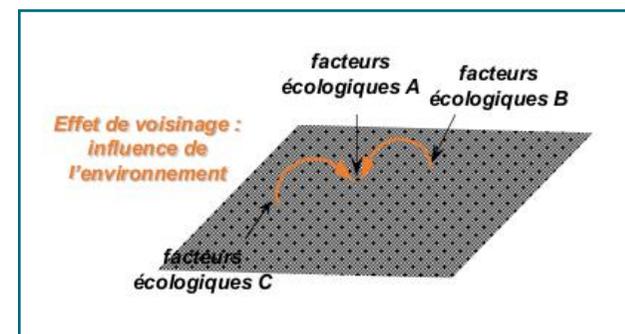
A partir des ruptures naturelles de l'histogramme des surfaces, de leur racine carrée, des quartiles, de la moyenne et de l'écart-type, une distance minimale est calculée permettant de représenter la plus petite surface par deux points au minimum.

Si le nombre de points générés en sortie est trop important (>1,5 millions) -source d'erreurs de calculs ou de calculs impossibles à réaliser sous le logiciel R-, une distance inférieure à la médiane est alors retenue.

Les résolutions retenues par espèce

L'analyse des connexités n'ayant pas porté sur le même périmètre d'étude en fonction des espèces (distribution géographique différente des espèces sur le territoire du Parc, exigences écologiques différentes comme des seuils altitudinaux etc.), plusieurs résolutions de densité de points ont été appliquées en fonction des espèces :

| Espèces ayant fait l'objet du calcul de la connexité | Résolution(s) retenue(s) |
|--|--------------------------|
| Petit rhinolophe | 50 m et 30 m |
| Proserpine | 50m et 10m |
| Apollon | 25 m |
| Semi-apollo | 30 m |



Effet de voisinage: influence de l'environnement. L'occupation du sol, la favorabilité des milieux etc. est représentée sous la forme de semis de points (source: IMBE).

④

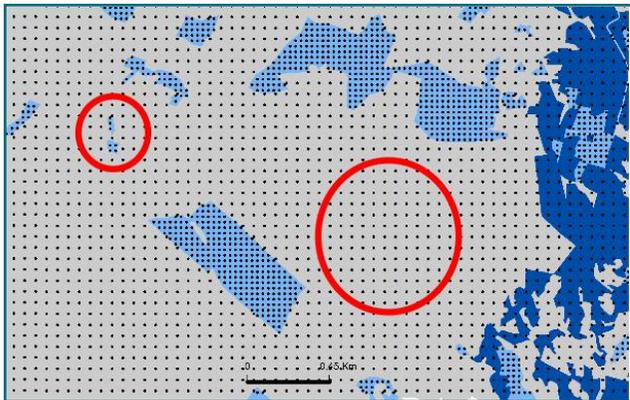
Dernière étape: évaluer la perméabilité des milieux au déplacement des espèces

Transformation des cartes de favorabilité

Pour rappel, dans un premier temps, il est nécessaire de transformer la cartographie des habitats (ou classes d'occupation du sol). En effet, les polygones cloisonnent l'espace, génèrent des limites ou des bordures qui n'ont pas de réalité écologique.

Les cartes de favorabilité potentielle sont alors représentées sous forme de semis de points ou de rasters.

La résolution du semis de points est calée sur la surface du plus petit polygone d'occupation du sol. Cette démarche évite ainsi de sous-représenter ou d'omettre les petits éléments paysagers.



Evaluer la perméabilité du milieu

Evaluer la perméabilité du milieu revient à qualifier la "qualité" ce milieu.

Pour ce faire, au prisme d'une distance de dispersion retenue pour chaque espèce (ou pour un profil écologique médian regroupant plusieurs espèces), des méthodes appliquées sous SIG permettent de cartographier des continuités écologiques potentielles (pour les corridors écologiques).

La qualité du milieu est décrite le plus souvent soit à l'aide d'un indice de résistance au déplacement de l'espèce dans le milieu considéré (ex : valeur de 1 à 101), soit de manière proche par un coefficient de friction (le coefficient de friction est très faible quand le milieu est réputé très favorable), ou encore -plus rarement- par le biais de pourcentages de résistance.

La Maison de la Télédétection à Montpellier a ainsi développé un plugin sous QGIS basé sur des indices de résistance au déplacement, à renseigner pour chaque classe d'occupation du sol ou habitat.

Qu'en est-il dans le Verdon? La méthode des connexités

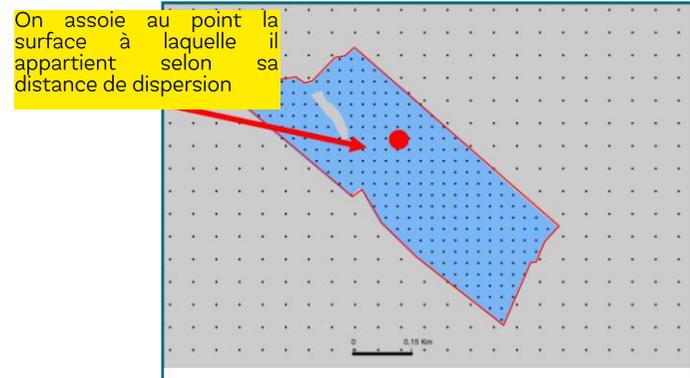
L'IMBE a développé une méthode proche de celle de la perméabilité des milieux (cf. ci-avant),

mais qui intègre, entre autres, deux nuances importantes.

A chaque point (obtenu suite à la transformation des cartes "vecteurs" d'habitat potentiel en cartes de "semis de points"), **est associée la surface de son polygone initial d'occupation du sol**, suivant la distance de dispersion retenue.

Mais **cette surface est pondérée**, suivant que le point est situé en lisière ou en position plus proche du centre du polygone initial d'occupation du sol.

En effet, attribuer la même surface à un point situé en lisière ou au centre d'un polygone revient à annihiler la composition du paysage. Et de risquer trop simplifier les incidences de l'environnement proche sur chaque point et entre les points (facteurs écologiques multiples). La méthode développée par l'IMBE permet ainsi de distinguer des effets de coeur des effets lisières.



Ainsi, la prise en compte de la taille des patches d'occupation du sol constitue une 1ère composante du calcul de l'indice de connectivité.

Une seconde particularité

Le calcul de l'indice de connectivité comporte une seconde caractéristique essentielle: **la capacité de dispersion** de l'espèce étudiée (ou d'un profil écologique médian).

A ce niveau, la méthode se démarque à nouveau de celles évoquées précédemment, dans le sens où elle s'affranchit des indices de résistance ou autres coefficients de friction ou de perméabilité, aux fondements écologiques pas toujours évidents.

La réflexion portée par l'IMBE table sur l'hypothèse que la distribution des valeurs de surface des différentes tâches d'occupation du sol peut avoir une incidence sur la perméabilité des milieux.

A titre d'exemple, la valeur du coefficient de friction va dépendre du nombre de classes de favorabilité différentes d'occupation du sol, dans un périmètre défini par une distance de dispersion donnée. La valeur de ce coefficient sera plus faible si, par exemple, le nombre d'occupations du sol réputées très favorables et/ou moyennement favorables est plus important que celles réputées peu favorables, neutres ou défavorables. Mais sa valeur risque d'être lissée selon la distribution des valeurs de surface de ces occupations du sol. Les patches d'occupation du sol de petite surface peuvent être lissés.

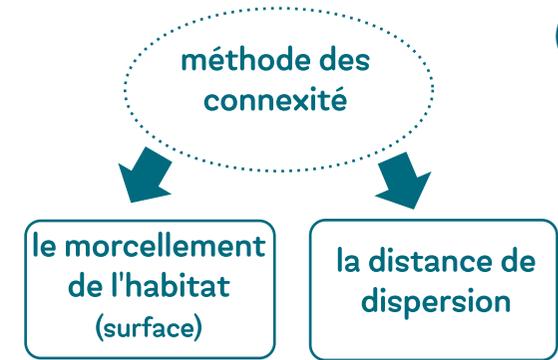
Le risque est d'obtenir des coefficients aux valeurs très proches ou identiques si la distribution des valeurs de surface de chaque catégorie de favorabilité n'est pas prise en compte.

Concrètement, pour chaque point, l'IMBE calcule les distances aux autres points de même classe de favorabilité du milieu, dans le périmètre donné par la distance de dispersion. La distance retenue est la médiane de l'ensemble de ces distances.

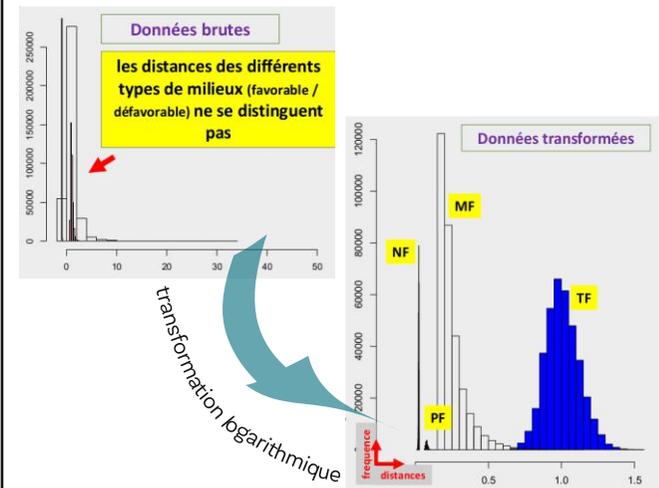
Une transformation logarithmique des distances médianes est ensuite appliquée. Elle permet d'éviter une superposition de la distribution des distances médianes aux différents types de milieux (favorable/défavorable) ; et ainsi de mieux discriminer la perméabilité du paysage.

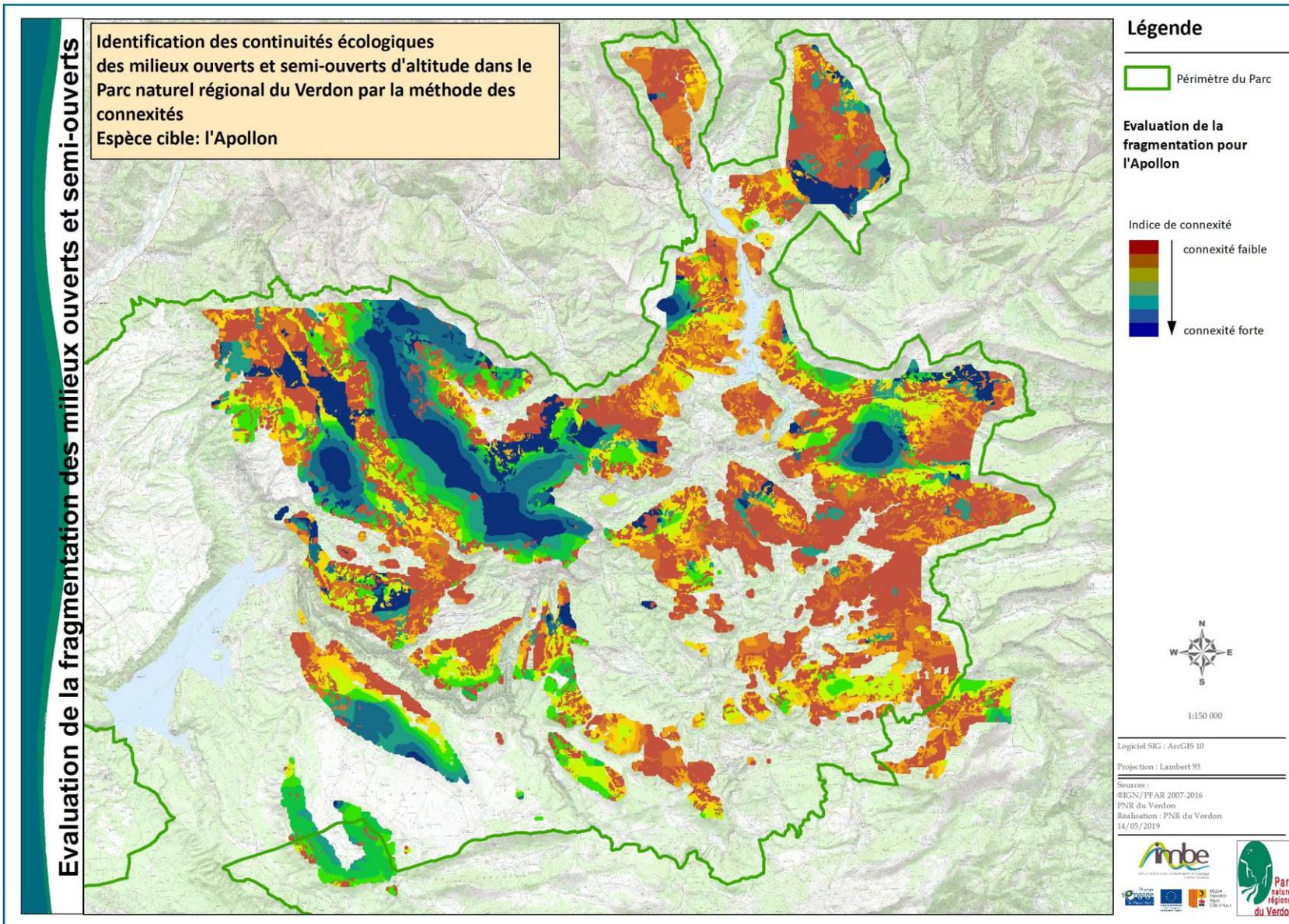
Si cette transformation mathématique ne traduit pas non plus une réalité écologique, elle présente en revanche l'avantage de transposer/convertir les critères qualitatifs appliqués par les experts (TF/MF/PF etc.) en données quantitatives, selon le même ordre de grandeur que celui indiqué par les experts (TF>MF>PF>N>D).

Cette deuxième particularité revient à introduire une quantification du paysage pour des raisons d'ordre écologique.

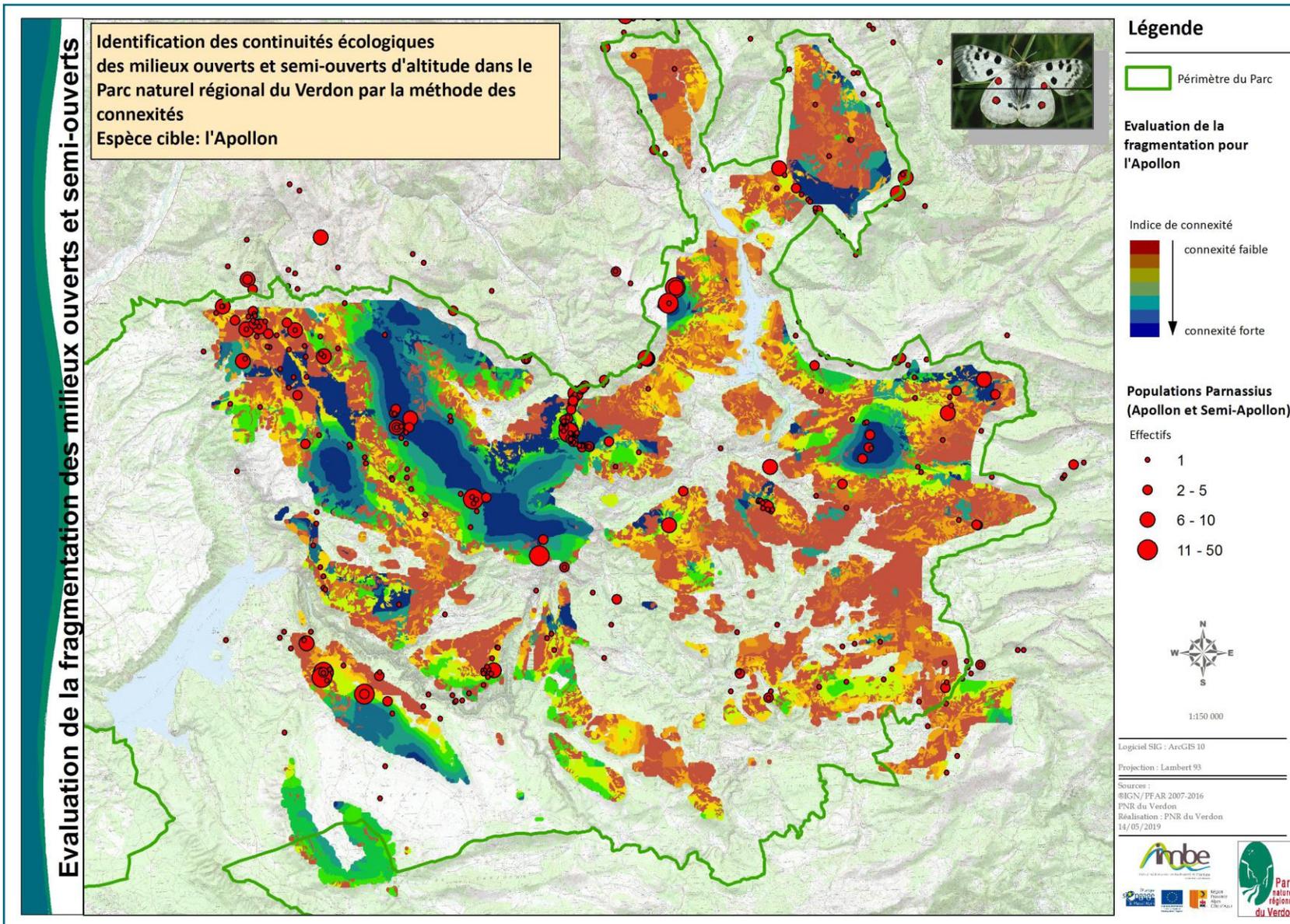


| Taxons ayant fait l'objet du calcul de l'indice de connectivité | Distance de dispersion |
|---|------------------------|
| Petit rhinolophe | 3000 m |
| Proserpine | 200 m |
| Apollon | 3000 m |
| Semi-apollon | 150 m |





Evaluation de la fragmentation des milieux ouverts et semi-ouverts



Il est toujours intéressant de se reporter, lorsqu'elles existent, aux données des inventaires de terrain.

Dans le cadre de l'élaboration de la trame verte et bleue, des inventaires faunistiques ont été conduits spécifiquement pour renforcer la connaissance sur le territoire de la répartition et des abondances de plusieurs espèces parapluies retenues pour guider l'élaboration des sous-trames.

Ces données, issues du terrain, constituent un "plus" pour préciser des continuités écologiques effectives.



Passer d'une carte des connexités à une
carte de la trame verte et bleue

LA MÉTHODE APPLIQUÉE

L'exemple de la sous-trame des milieux ouverts & semi-ouverts et de la sous-trame "mosaïque paysagère" des espaces agricoles cultivés

Les cartes de connexité constituent des cartes de flux, de déplacements potentiels.

Au sens réglementaire de la trame verte et bleue, elle ne constituent cependant pas des cartes de continuités écologiques, puisque ces dernières doivent être composées de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques.

Pour transposer ces cartes de connexité en cartes de continuités écologiques avérées, la méthode suivante a été retenue:

les réservoirs de biodiversité

- bonne à très bonne connexité (globalement), entités spatiales qui ressortent;
- Occupation du sol assez homogène;
- Présence des espèces, coeurs de populations

les corridors écologiques

- connexité plus contrastée;
- occupation du sol plus hétérogène;
- présence des espèces, effectifs moins importants;
- ou pas de données d'espèces mais connexité globalement bonne, favorabilité de l'occupation du sol

A savoir...

Du fait d'une occupation du sol souvent complexe et en mosaïque, ainsi que de vastes espaces naturels sur le territoire du Parc, en particulier dans les secteurs des gorges du Verdon, des Pré-alpes et de l'Artuby, la cartographie des continuités écologiques se présente globalement sous la forme de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques **diffus**. L'imbrication entre les espaces bâtis, les espaces naturels et agricoles, explique également que des espaces bâtis puissent logiquement se retrouver au sein de corridors écologiques et, dans une moindre mesure, de réservoirs de biodiversité.

A retenir...

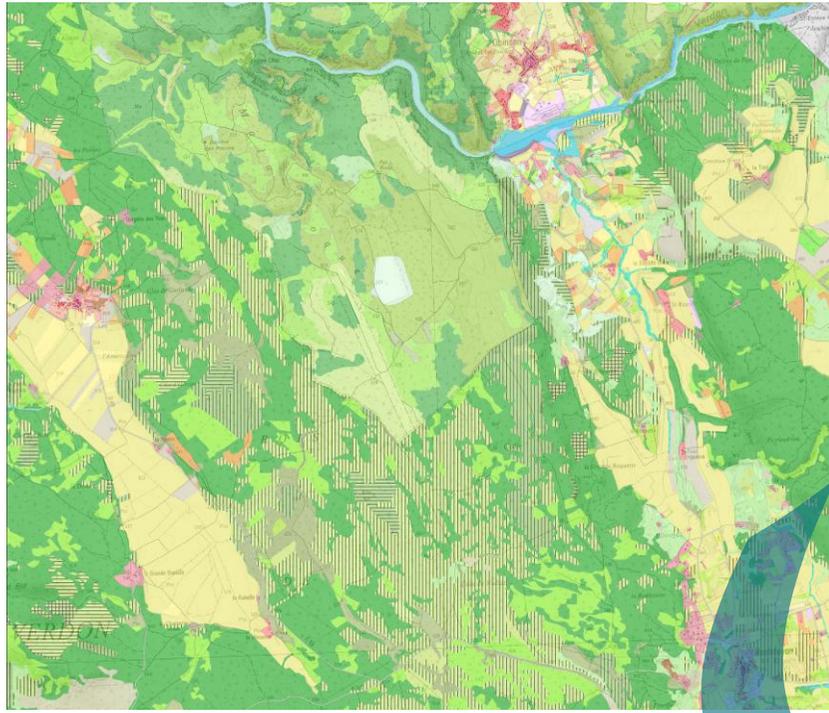
Les cartes de connexité constituent ainsi un support très appréciable pour identifier les continuités écologiques.

Mais elles restent un modèle cartographique qu'il ne faut pas hésiter à confronter à d'autres sources de données, en premier lieu la connaissance du terrain et les données d'inventaires, afin de convertir des continuités écologiques potentielles en continuités écologiques avérées.

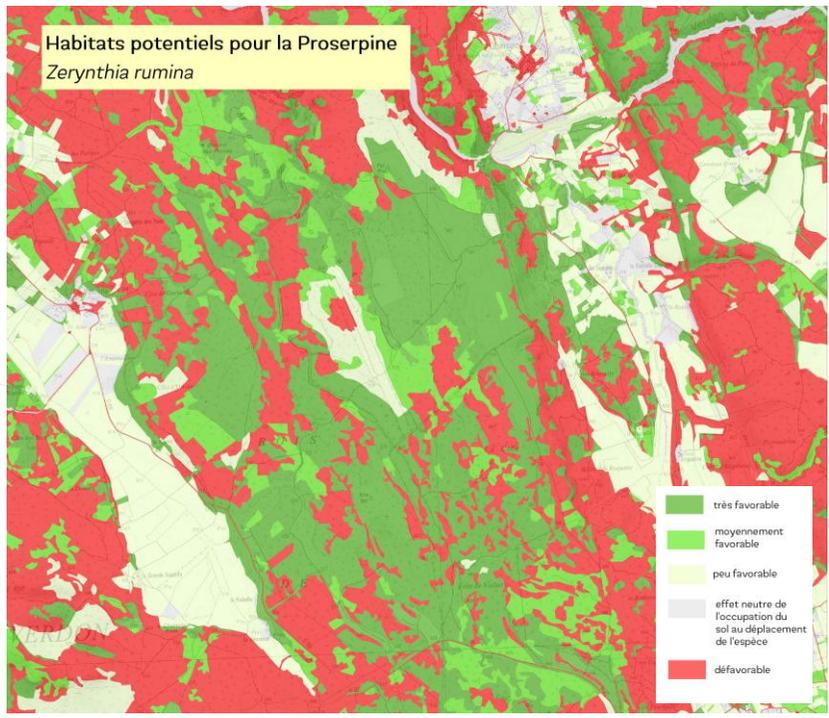
Un travail de photo-interprétation reste donc omniprésent pour permettre une prise de recul (sur orthophotos), croisé à d'autres sources d'informations:

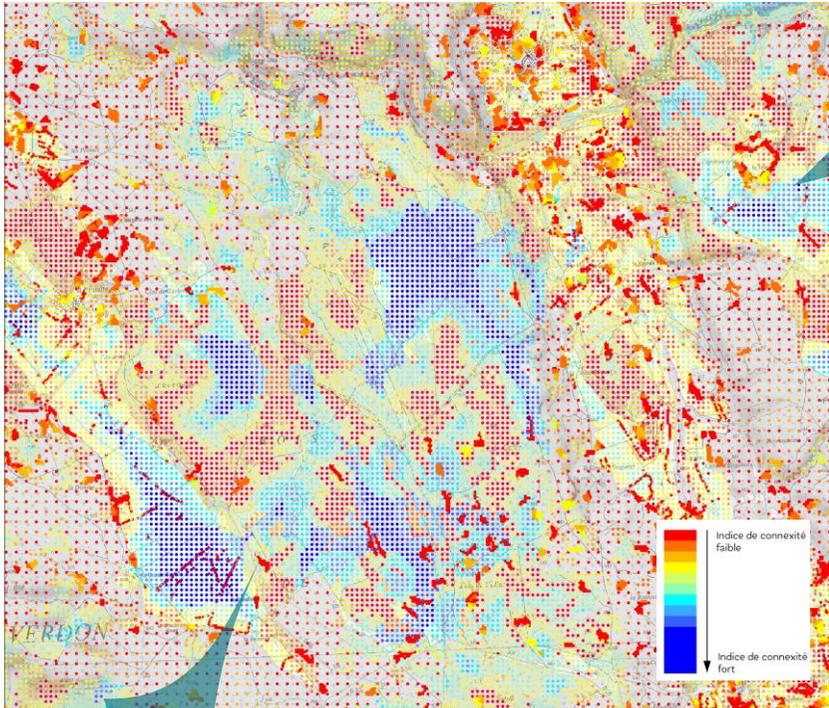
- la vérification de l'occupation du sol;
- le cas échéant, une prise de recul avec les cartes de favorabilité du milieu;
- le croisement avec les données d'inventaires faunistiques et le statut de reproduction (ex: observation de pontes, de chenilles pour la proserpine, l'appolon et le semi-apollon, connaissance de gîtes de reproduction pour le petit rhinolophe etc.) ;
- le cas échéant, le croisement avec les relevés de plantes hôtes (ex: pour la proserpine et le semi-apollon);
- la connaissance du terrain.

Illustration avec l'exemple de la proserpine (*Zerynthia rumina*) et la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts thermophiles



1ère étape: d'une occupation du sol à une carte de favorabilité (habitats potentiels)

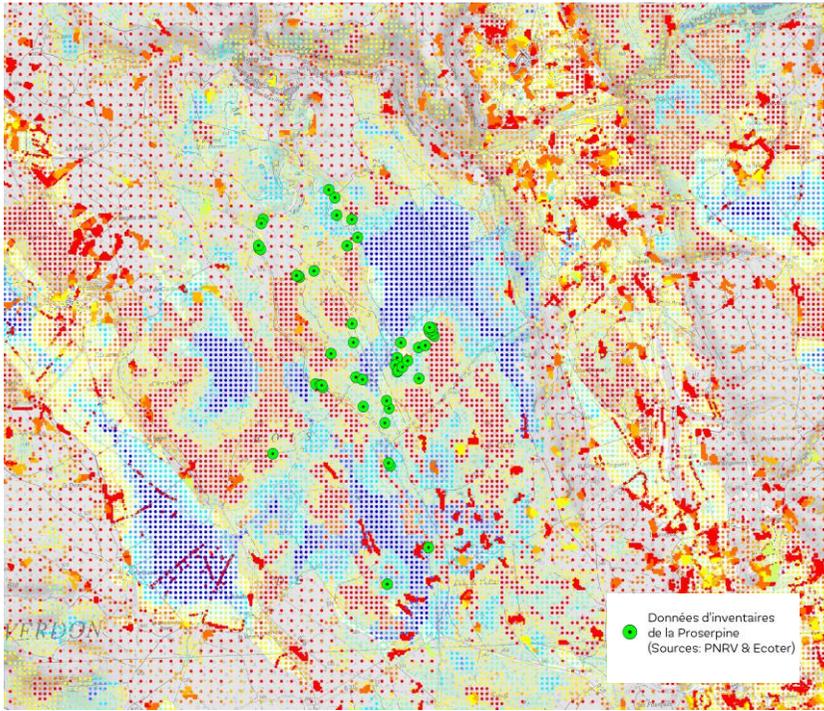




3ème étape: la prise de recul
Confrontation du modèle numérique
cartographique avec les données
d'inventaires

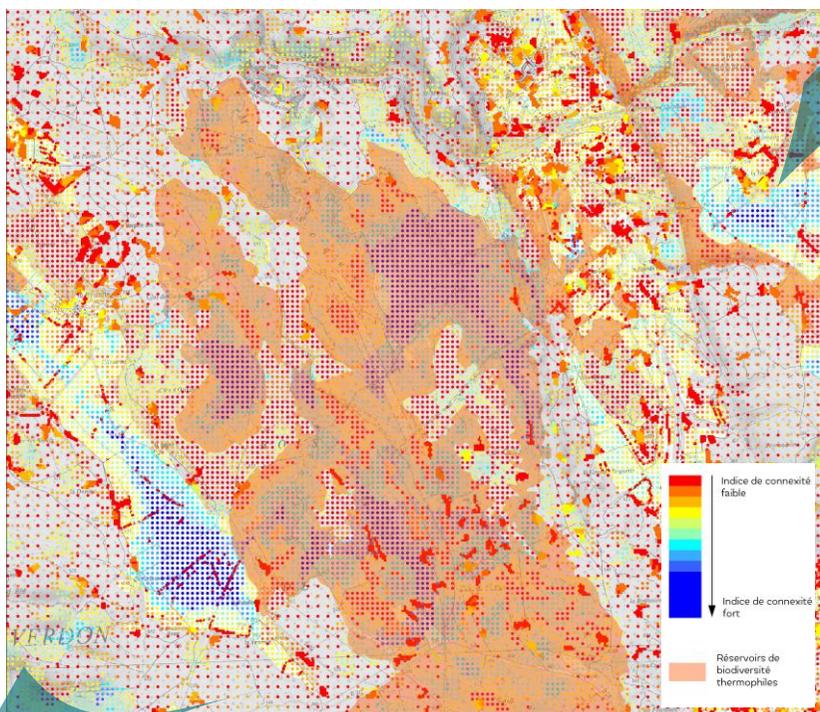
Seconde étape: de la carte de
favorabilité (habitats potentiels) à une
carte des connexités (continuités
écologiques potentielles)

(s'appuyer, si possible, sur des données d'inventaires standardisés et menés à large échelle (ex: un territoire donné) afin que l'absence de contact de l'espèce puisse être prise en compte pour l'analyse des continuités écologiques).

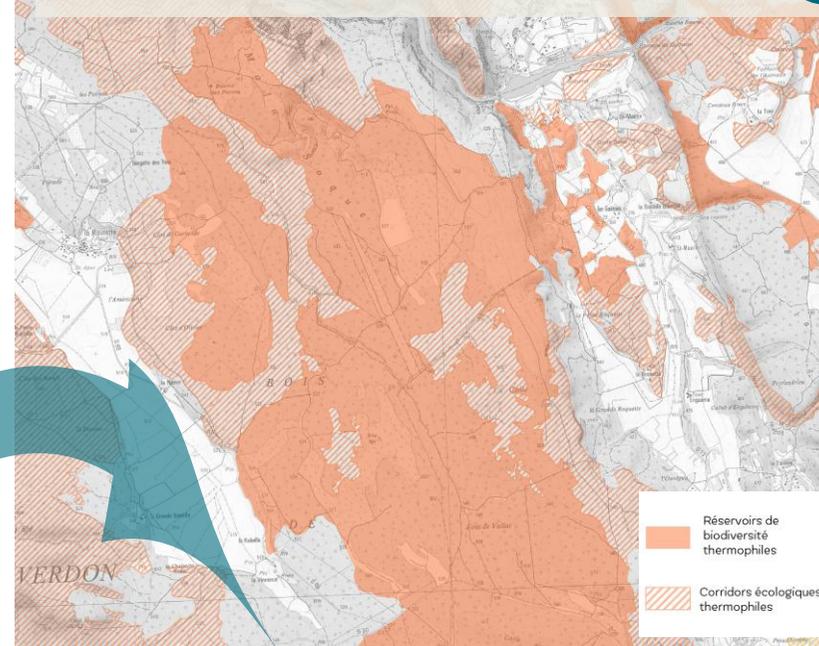


4ème étape: l'identification des réservoirs de biodiversité

(secteurs à l'indice de connexité le plus élevé + ajustement en fonction de la connaissance du terrain et d'un travail de photo-interprétation)



Sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts thermophiles

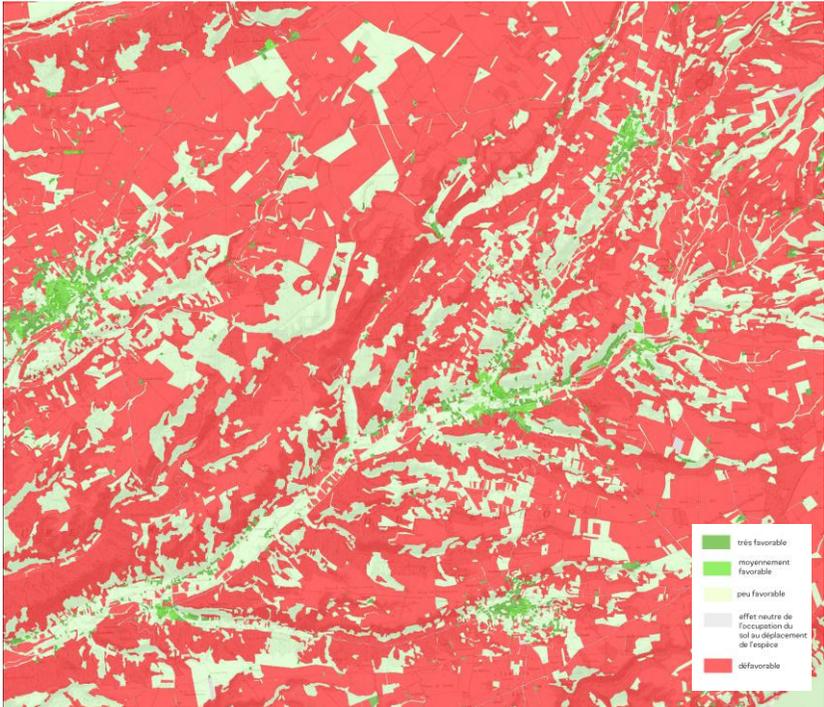
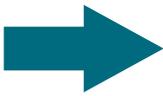
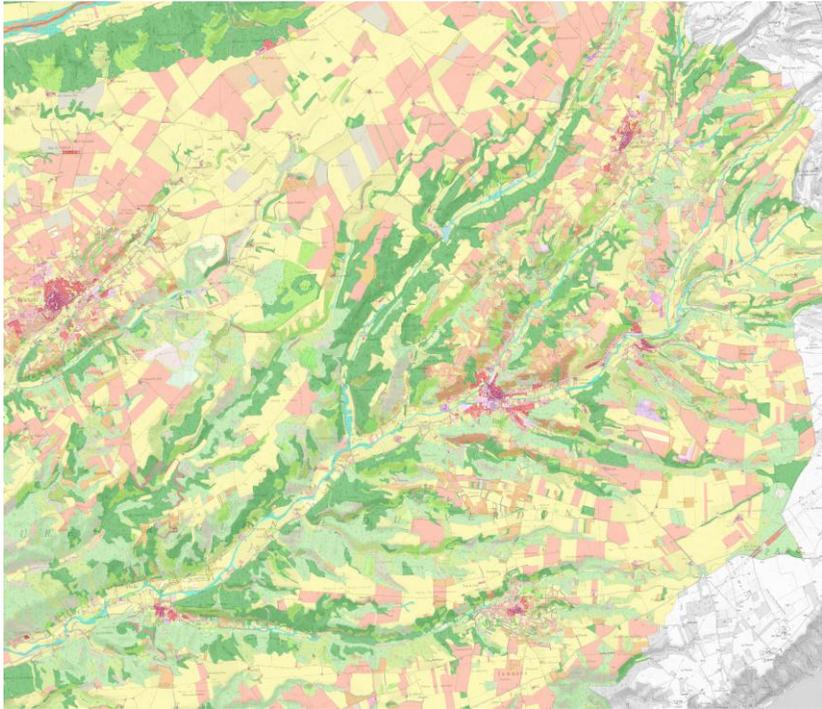


Dernière étape: compléter la cartographie des réservoirs de biodiversité par celle des corridors écologiques

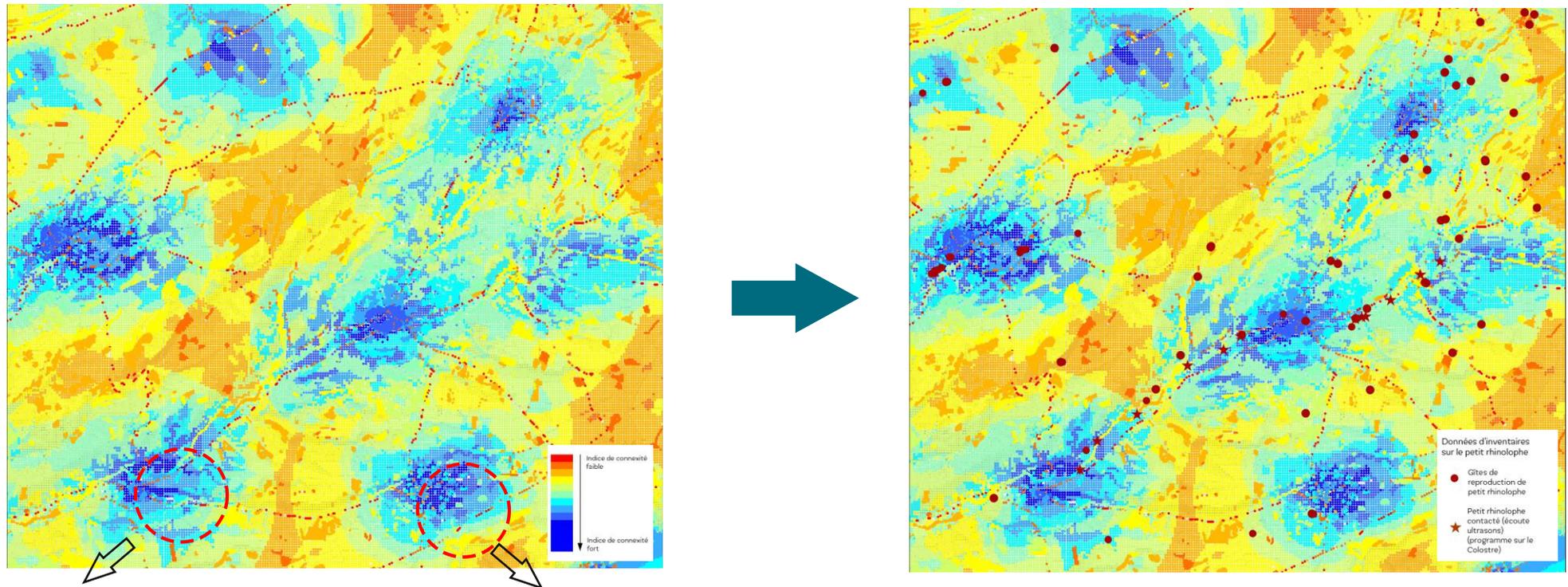
La cartographie complémentaire des corridors écologiques, pour relier les réservoirs de biodiversité, s'effectue toujours bien au sein de la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts. Elle est guidée par la connexité (indice de connexité plus contrasté), les données d'inventaires (notamment sur la proserpine, le lézard ocellé et le criquet hérissé), un travail de photo-interprétation et la connaissance du terrain).

Illustration avec l'exemple du petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*)
et la sous-trame des espaces cultivés à "mosaïque paysagère"

1ère étape: d'une occupation du sol à une carte de favorabilité (habitats potentiels)



2nde étape: l'analyse des connexités



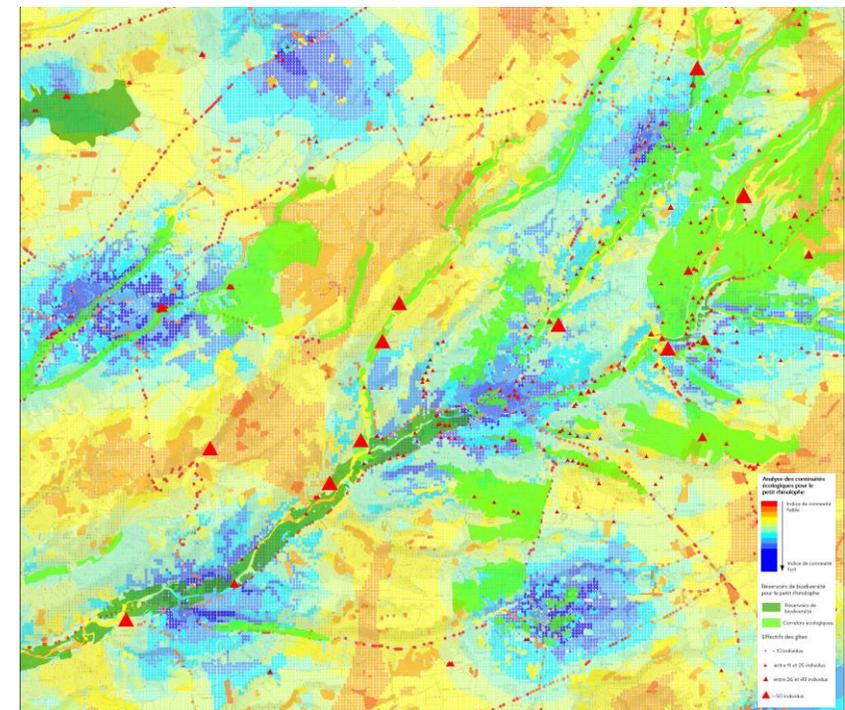
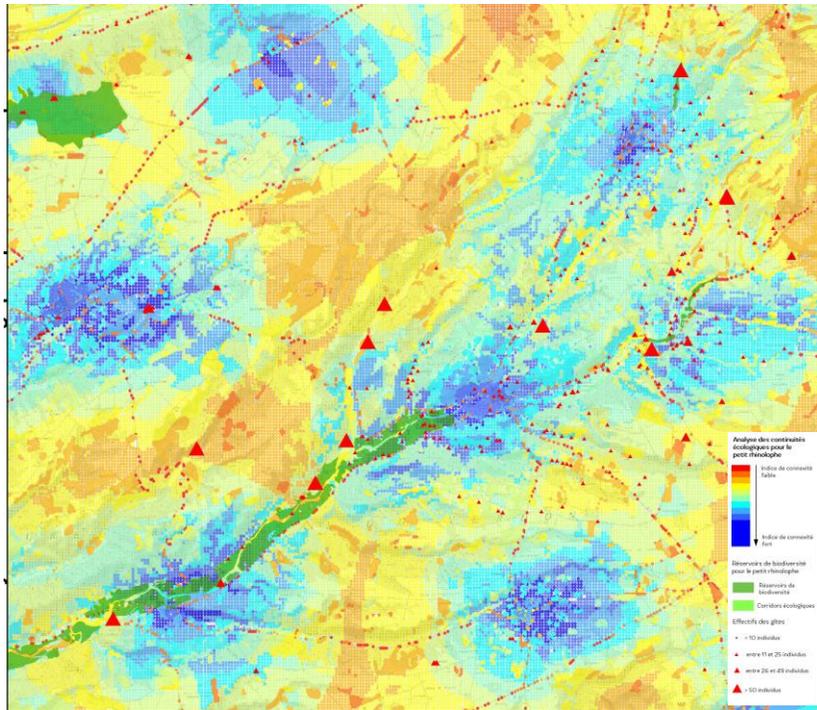
Les noyaux urbains ressortent comme très favorables et avec un indice de connectivité élevé. Cette forte représentation cartographique peut conduire à sur-évaluer le rôle du bâti dans les continuités écologiques nécessaires à l'espèce. Ce résultat cartographique provient néanmoins d'un parti pris, i.e. de la façon dont la matrice écologique a été renseignée pour le petit rhinolophe.

En effet, dans le Verdon, la plupart des gîtes de reproduction sont des parties inhabitées de bâtiments. La disponibilité en gîtes étant une problématique importante pour le maintien du petit rhinolophe dans le Verdon, il était important de prendre en compte le bâti dans l'analyse des continuités écologiques.

Ainsi, pour mieux faire ressortir la connectivité des gîtes (bâtis) avec les autres éléments du paysage, la favorabilité du bâti a été accentuée au moment de définir les traits de vie de l'espèce. Pour autant, l'espèce étant surtout observée dans les bâtis lâches ou diffus en zones agricole et naturelle, plutôt qu'en bâti dense, une graduation de la favorabilité a également été effectuée suivant les différents postes d'occupation du sol de la trame urbaine. Ainsi, les coeurs de village ne présentent pas forcément l'indice de connectivité le plus élevé, par rapport aux entrées de villages.

Une analyse plus fine montre que 98% des gîtes de reproduction sont situés à moins de 150m d'une occupation du sol (espaces naturels et agricoles) réputée très favorable (A. Bideau & al. 2019). Cette observation tend à confirmer l'importance de la connectivité des gîtes aux éléments du paysage, en particulier dans ces zones de "franges urbaines", espaces de transition entre le noyau urbain et les espaces agricoles et naturels.

Dernière étape: l'identification des réservoirs de biodiversité et des corridors



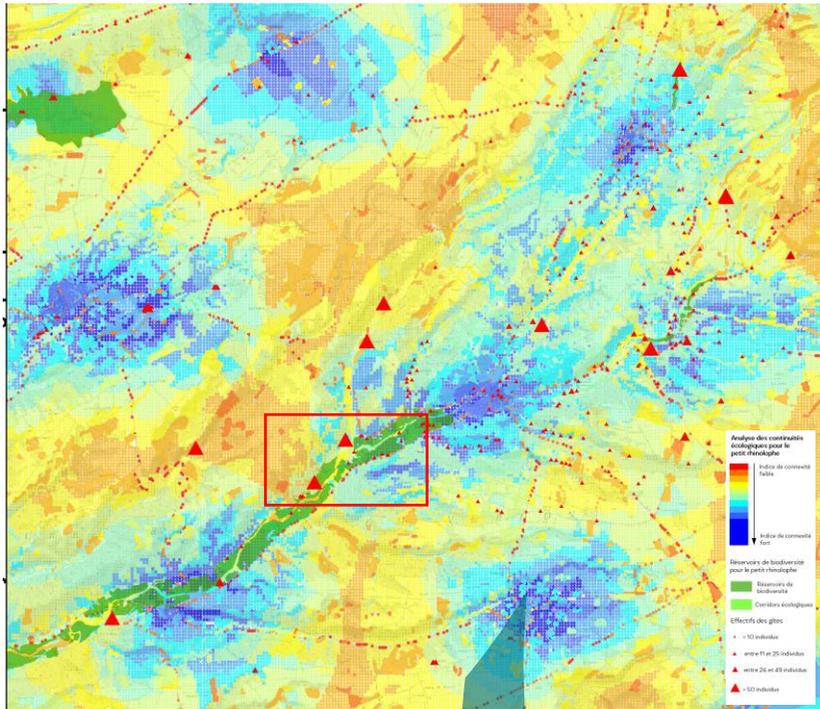
Identification des réservoirs de biodiversité

- secteurs où l'indice de connectivité est élevé ;
- présence de gîtes de reproduction majeurs (> 50 individus) ;
- ou gîtes de moindre taille (entre 25 et 50 individus) mais assez nombreux dans un périmètre rapproché ;
- photo-interprétation et connaissance du terrain

Identification des corridors écologiques

- secteurs où l'indice de connectivité est plus contrasté ;
- et/ou présence de gîtes de reproduction mais de moindre taille (souvent moins de 10 individus ou autour d'une vingtaine en période de mise-bas), gîtes pouvant être assez isolés ;
- photo-interprétation (analyse de la mosaïque paysagère -notamment de la densité du réseau de haies-), connaissance du terrain

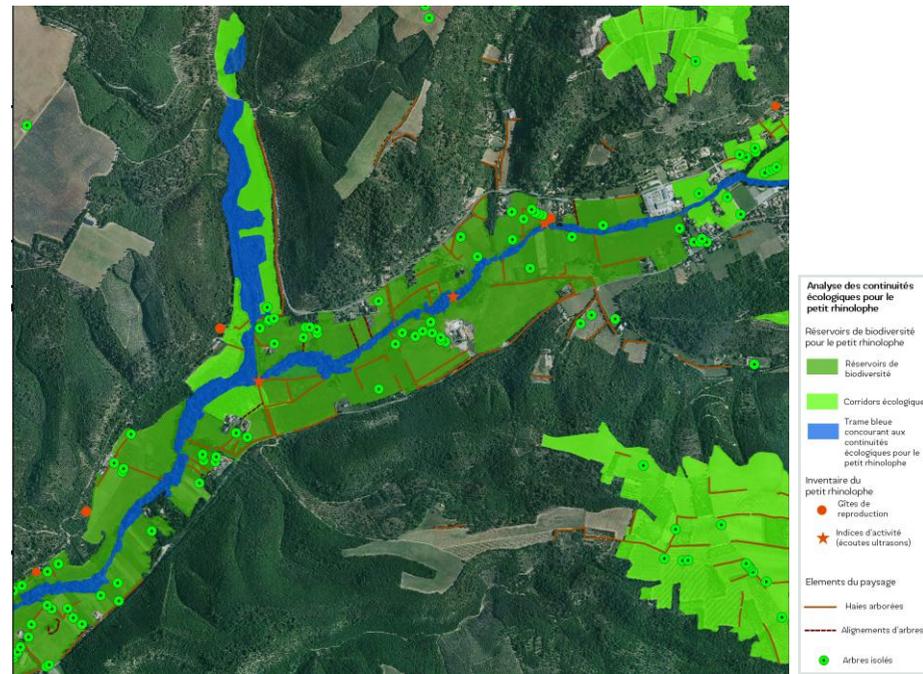
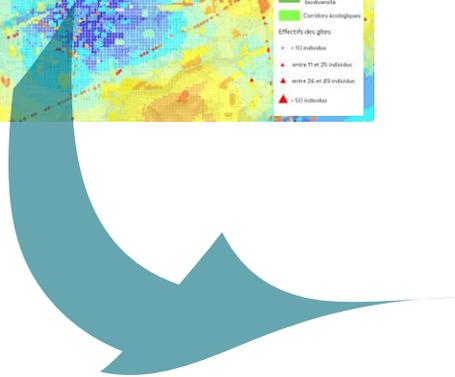
De nouvelles informations à plus grande échelle



A plus grande échelle, la cartographie des éléments arborés paysagers de la sous-trame des espaces cultivés (haies, alignements d'arbres et arbres isolés), sur l'ensemble du territoire, autorise des traitements cartographiques encore plus fins.

Ainsi, au sein de la continuité écologique "mosaïque paysagère", un traitement cartographique supplémentaire (ex: méthode du moindre coût) pourra être testée pour identifier les haies les plus structurantes au sein des continuités écologiques, à préserver en priorité.

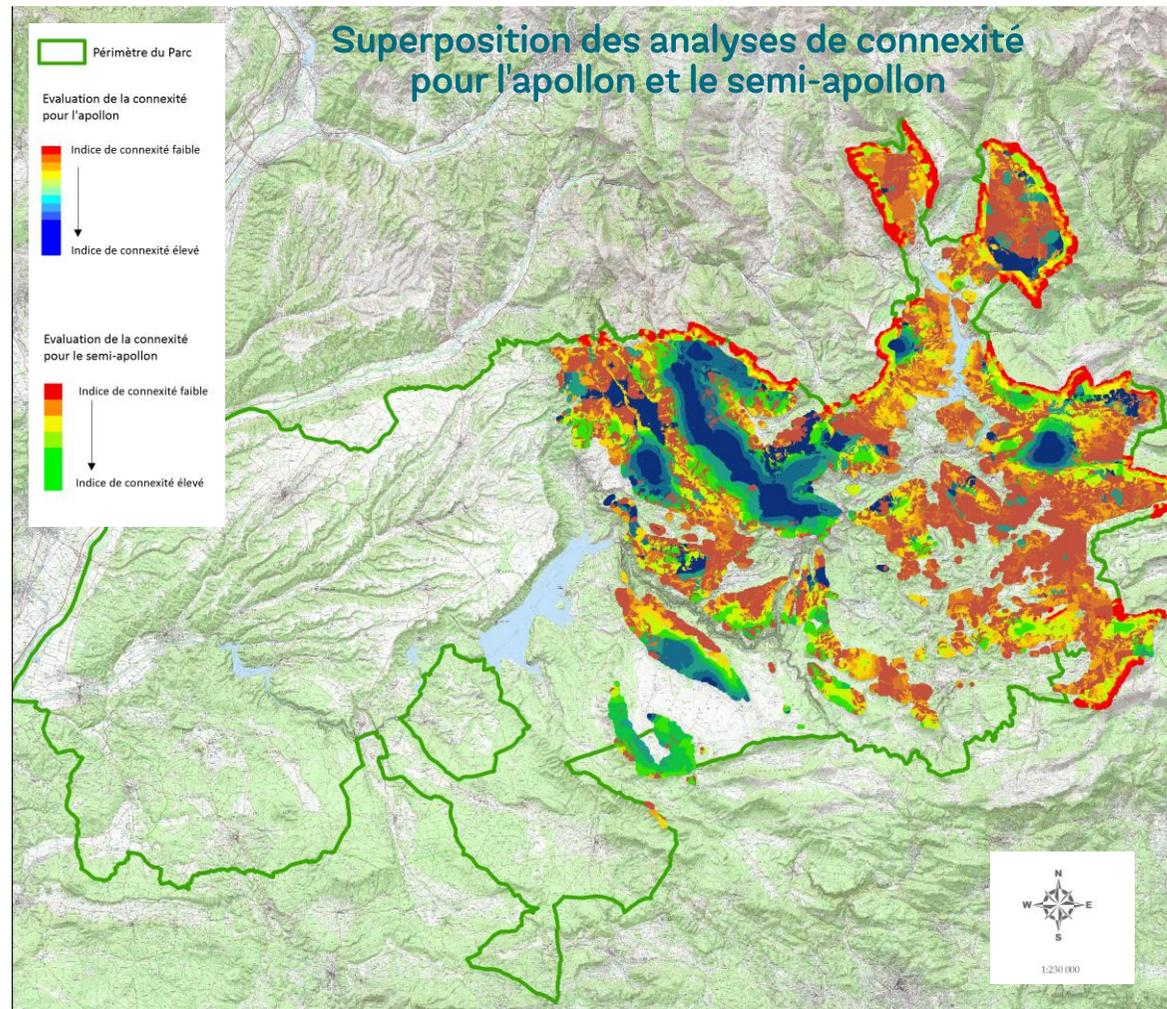
Cette information serait particulièrement intéressante pour identifier par exemple, au sein des continuités écologiques, les éléments paysagers à préserver dans les documents cartographiques prescriptifs d'un PLU, PLUi ou à l'échelle d'un SCOT.



Deux cartes de connectivité pour définir les continuités écologiques de la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude. Quelle synthèse retenir?

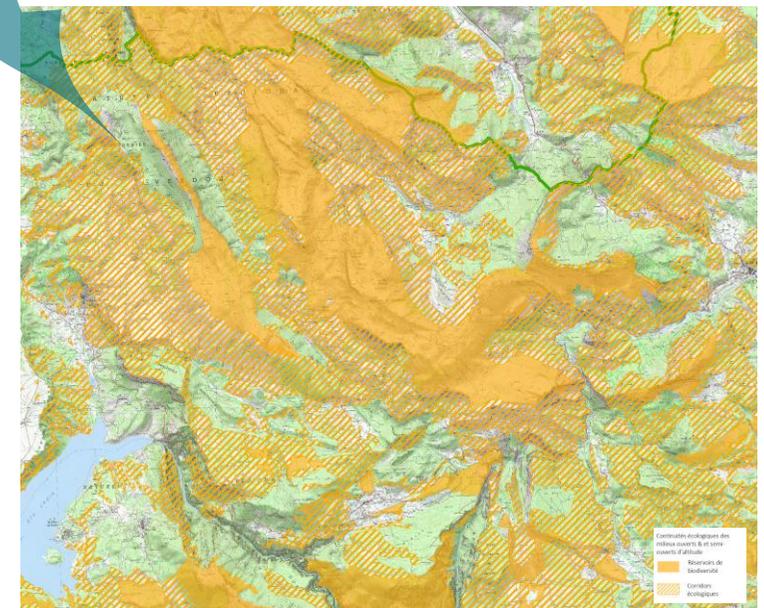
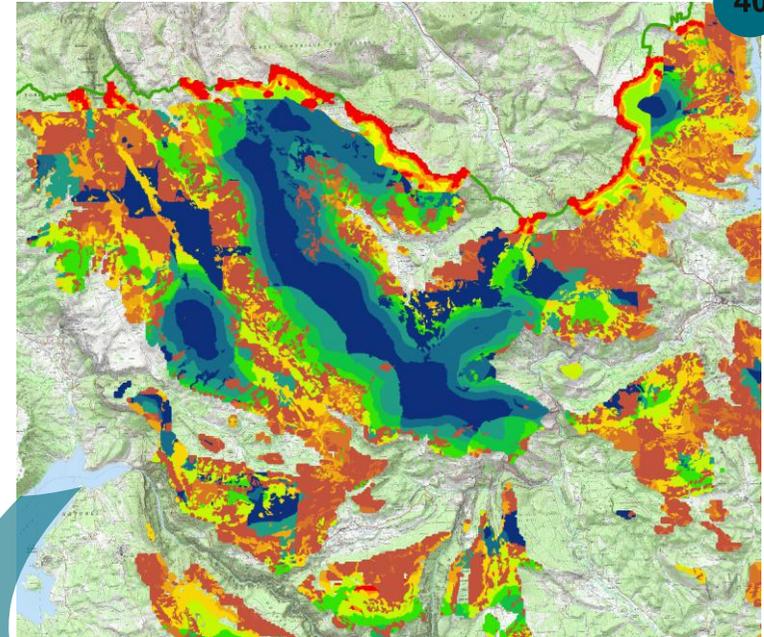
L'évaluation des continuités écologiques de la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude a été établie à partir des indices de connectivité calculés pour l'apollon et le semi-apollon.

La superposition des deux cartes de connectivité fait ressortir des convergences géographiques assez nettes sur la connectivité, avec toutefois des nuances du fait de certains de leurs traits de vie différents (répartition altitudinale, habitats préférés etc.).



Pour définir les périmètres des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques, le choix a été fait de s'appuyer principalement sur la carte de connectivité de l'apollon, pour les raisons suivantes:

- L'apollon reflète mieux les milieux les plus ouverts, alors que le semi-apollon peut aussi être rencontré en situation de lisière forestière (ex: plante hôte sous l'ombrage des buis, d'arbustes). S'appuyer uniquement sur le semi-apollon pourrait ainsi conduire à sur-évaluer des réservoirs de biodiversité pour les milieux ouverts sensu-stricto ;
- d'autant que le MOS conserve une marge d'incertitude (malgré les règles de photo-interprétation) pour distinguer précisément les forêts denses des forêts claires. Il est vraisemblable que les forêts denses aient ainsi été globalement sur-représentées (favorabilité dégradée) sur le territoire, au détriment de forêts claires ; alors que ces dernières peuvent participer aux espaces semi-ouverts. Cette aléa peut donc aussi influencer la carte de connectivité du semi-apollon ;
- Dans une finalité de trame verte, une cartographie certes un peu plus restrictive, plus tranchée, présente cependant l'avantage de mieux marquer les fonctionnalités à préserver et celles, dégradées, à améliorer/restaurer ;
- Cette approche plus restrictive des continuités écologiques est toutefois nuancée dans le sens où l'altitude minimale d'observation de l'apollon, plus basse que celle du semi-apollon, permet aussi de travailler sur des corridors écologiques plus diffus, englobant les espaces " intermédiaires ", souvent en dynamique de fermeture des milieux ; et évitant ainsi de ne se focaliser que sur les pelouses d'altitude, soit les milieux les plus ouverts.



La cartographie finale des continuités écologiques : connexité et données exogènes

La cartographie des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques de la trame verte a ainsi été en grande partie réalisée à partir de l'analyse des connexités. Toutefois, l'analyse des connexités n'a pas été menée systématiquement sur l'intégralité du territoire d'étude et pour tous les taxons.

Afin de parachever la cartographie sur les secteurs non pourvus par l'analyse des connexités, plusieurs autres sources d'information ont été mise à profit :

- les cartes de favorabilité (habitats potentiels), réalisées pour tous les taxons;
- les orthophotos (photo-interprétation);
- la connaissance du terrain et les données d'inventaires.

Cette méthode "composite" a été utilisée en particulier sur les franges extérieures au territoire d'étude, pour lesquelles aucune donnée d'occupation du sol à grande échelle n'était possible.

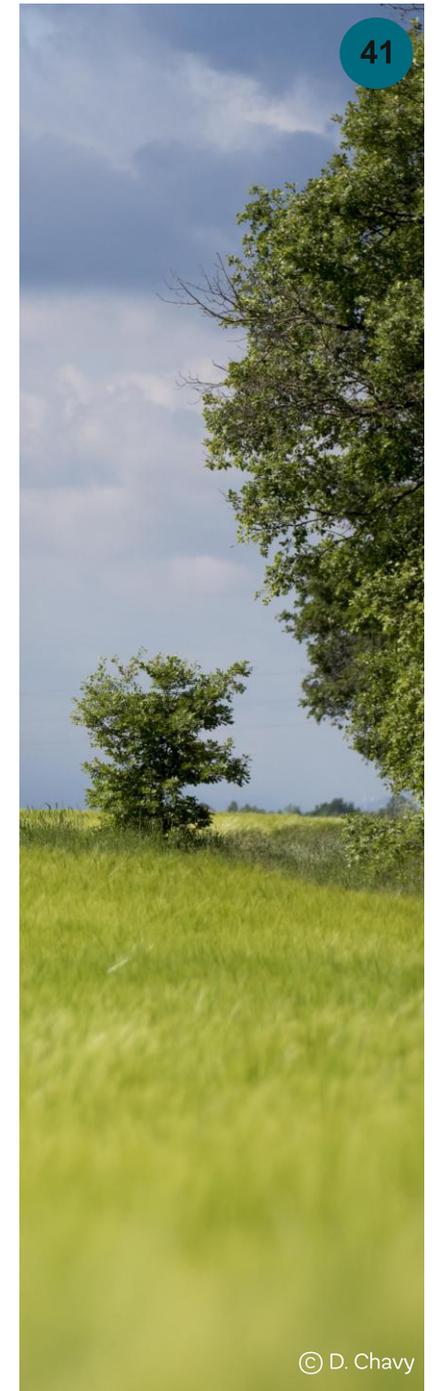
Pour les espaces agricoles :

- la sous-trame "espèces steppiques" a été définie à partir de la connaissance du noyau de la population d'outarde canepetière (suivis annuels des effectifs) ;

- la sous-trame "plantes messicoles" a été définie à partir des données d'inventaires (CEN PACA, 2006-2007). Les réservoirs de biodiversité correspondent aux secteurs à enjeux de conservation les plus forts, évalués en fonction de l'abondance, de la diversité des espèces et de la présence d'espèces rares (D. Rombaut & J. Celse, 2007).

Pour les milieux ouverts et semi-ouverts :

La sous-trame des milieux thermophiles (emprise incomplète de l'analyse des connexités pour la proserpine) a été complétée à partir de la connaissance du terrain, d'un inventaire standardisé de la proserpine mené à l'échelle du territoire; et de données de contact aléatoire du lézard ocellé et du criquet hérisson.



ET LA TRAME BLEUE ET TURQUOISE ?

Éléments de méthode

Sous-trame des cours d'eau et plans d'eau

La sous-trame inclue les ripisylves

Sous-trame "Zones humides"

Effectuée à partir de l'inventaire des zones humides du Parc et du bassin versant du Verdon (PNRV 2006-2007)

enrichie par le Mode d'occupation des sols

Les réservoirs de biodiversité

- les réservoirs de biodiversité identifiés au SDAGE (L 214-17)
- les cours d'eau de la liste 1 (L 214-17 -objectif de préservation de la continuité écologique)
- liste enrichie par la prise en compte de la connaissance d'espèces patrimoniales comme l'écrevisse à pattes blanches, le campagnol amphibie, la cistude d'Europe et le castor d'Europe;
- liste nuancée par la connaissance du terrain (ex: assecs prolongés), la problématique de la présence d'espèces exotiques invasives et en fonction de l'état de la continuité sédimentaire.

Fortement menacées au niveau national, toutes les zones humides du périmètre d'étude ont été retenues comme réservoirs de biodiversité, indistinctement de leur degré de hiérarchisation des enjeux patrimoniaux identifiés dans le SAGE Verdon.

Souvent de petite taille, c'est avant tout le maillage de ces zones humides qui est important à conserver.

A savoir...

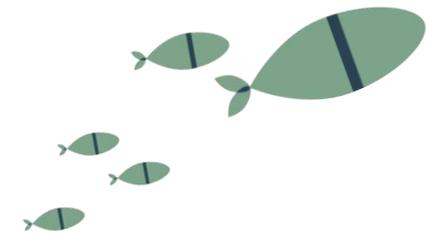
A cette échelle de travail, les canaux d'irrigation gravitaire, notamment en pierre sèche ou aux berges naturelles, n'ont pas été repris dans l'identification des continuités écologiques. Toutefois, ils participent à la trame écologique, en tant que réservoirs de biodiversité ou corridors écologiques entre réservoirs humides; ou entre réservoirs terrestres et humides.

Ce sont des ouvrages patrimoniaux importants à préserver.

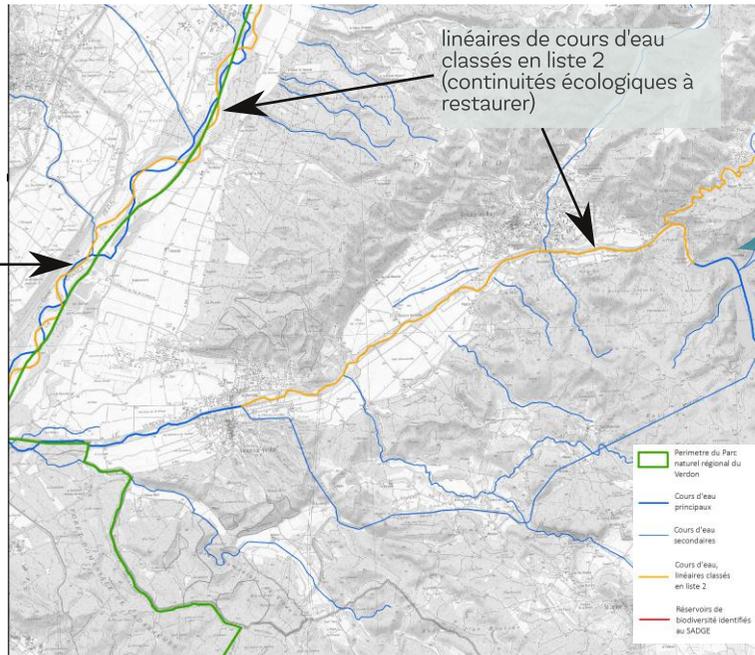


Les corridors écologiques

- les cours d'eau de la liste 2 (L 214-17 -objectif de restauration de la continuités écologique)
- des portions de cours d'eau identifiées en liste 1 mais pas d'espèces patrimoniales à enjeux de conservation particuliers ;
- des linéaires reliant des réservoirs de biodiversité, non classés en liste 2 mais malgré tout artificialisées, dégradés (ex: digues, lit incisé, colonisation importante par des espèces exotiques invasives etc.).



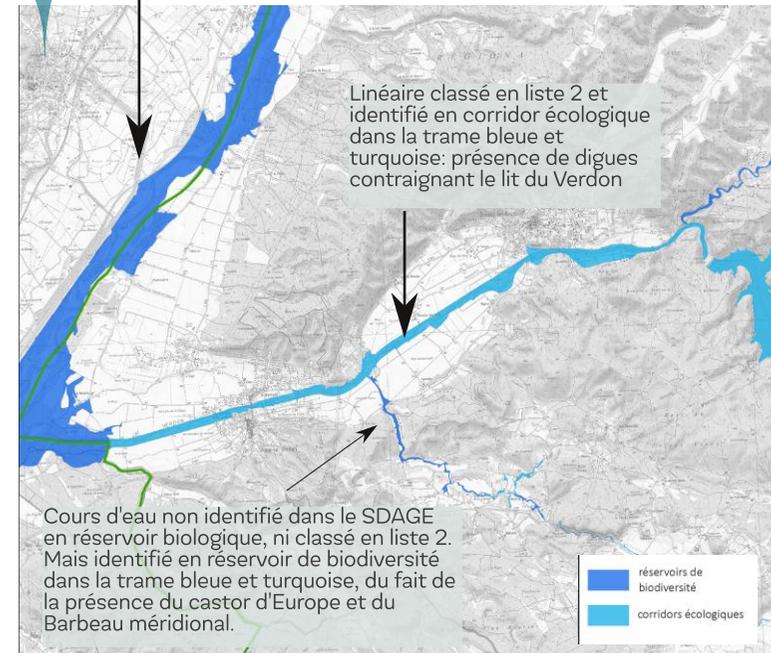
Le décalage de tracé entre le cours d'eau (BD Carthage) et son tracé identifié en liste 1 ou 2 sont dûs à l'utilisation de sources de données géographiques différentes.



linéaires de cours d'eau classés en liste 2 (continuités écologiques à restaurer)

Secteur Vinon-sur-Verdon/Gréoux-les-Bains

Bien que classé en liste 2, le cours de la Durance et sa ripisylve sont proposés comme "réservoirs de biodiversité", du fait de l'intérêt biologique majeur de la confluence Durance-Verdon, du développement des cordons rivulaires et de la présence de l'apron du Rhône.



Linéaire classé en liste 2 et identifié en corridor écologique dans la trame bleue et turquoise: présence de digues contraignant le lit du Verdon

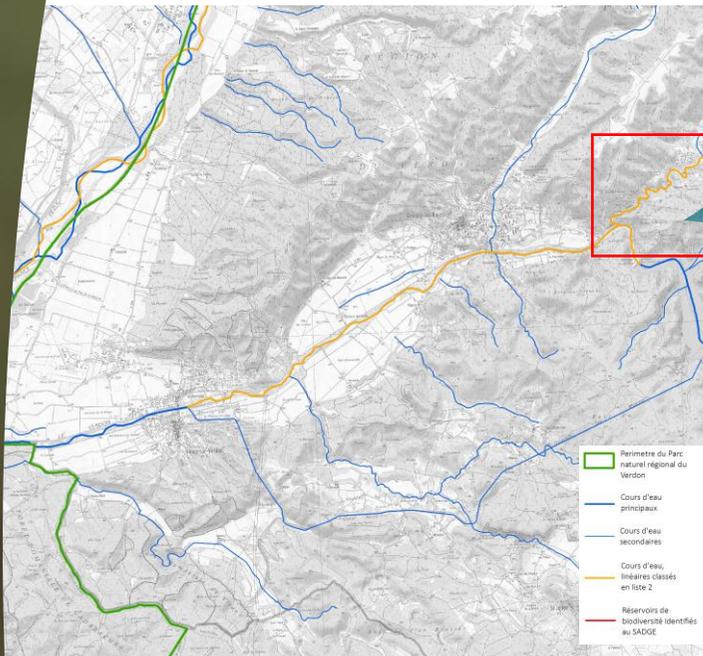
Cours d'eau non identifié dans le SDAGE en réservoir biologique, ni classé en liste 2. Mais identifié en réservoir de biodiversité dans la trame bleue et turquoise, du fait de la présence du castor d'Europe et du Barbeau méridional.

Secteur Vinon-sur-Verdon/Gréoux-les-Bains, caractérisation des continuités écologiques de la trame bleue et turquoise



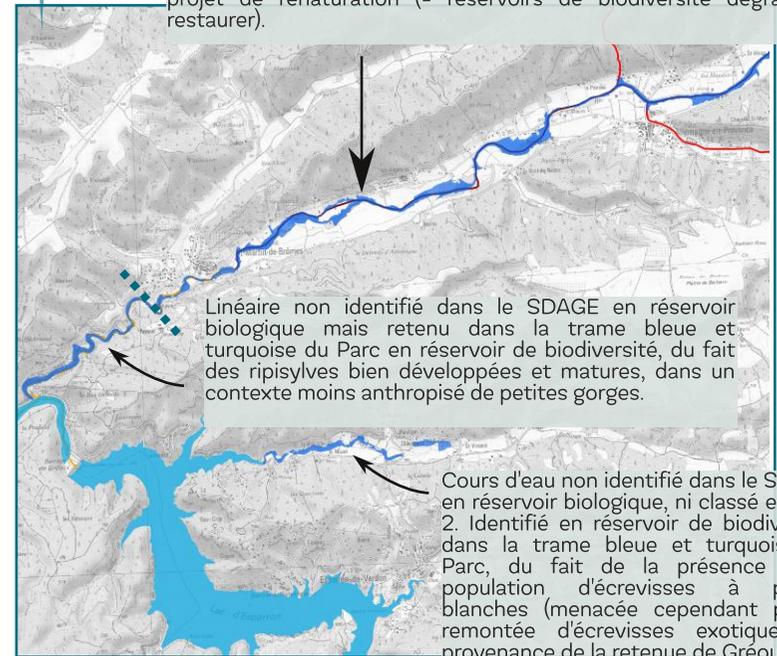
Castor d'Europe dans le Verdon (© D. Chavy)

Cinacle plongeur - ©D. Chavy



Portion classée en liste 2 (continuités écologiques à restaurer) du fait de nombreux seuils, de l'enfoncement du lit et d'une déconnexion de la ripisylve avec la nappe).

De belles ripisylves matures résiduelles, leur rôle important pour le petit rhinolophe (plusieurs gîtes majeurs de reproduction répartis le long du cours d'eau et forte fréquentation de la ripisylve par le petit rhinolophe) et la présence du castor d'Europe, ont conduit à proposer ce linéaire en réservoir de biodiversité, bien qu'il fasse l'objet d'un projet de renaturation (= réservoirs de biodiversité dégradé, à restaurer).



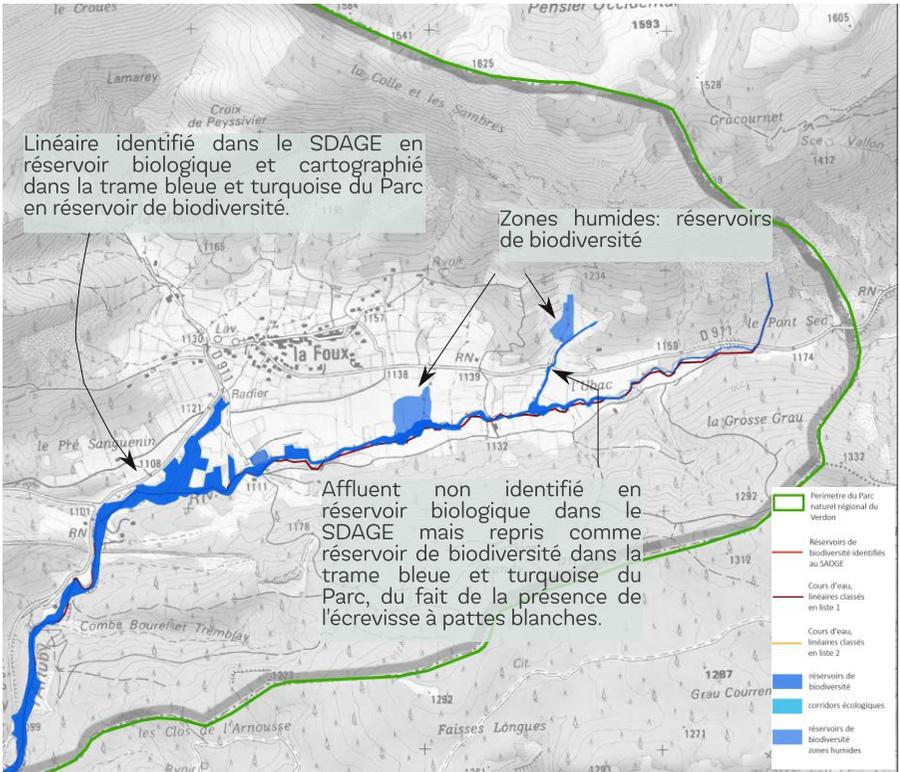
Focus sur le Colostre (aval)

A savoir...

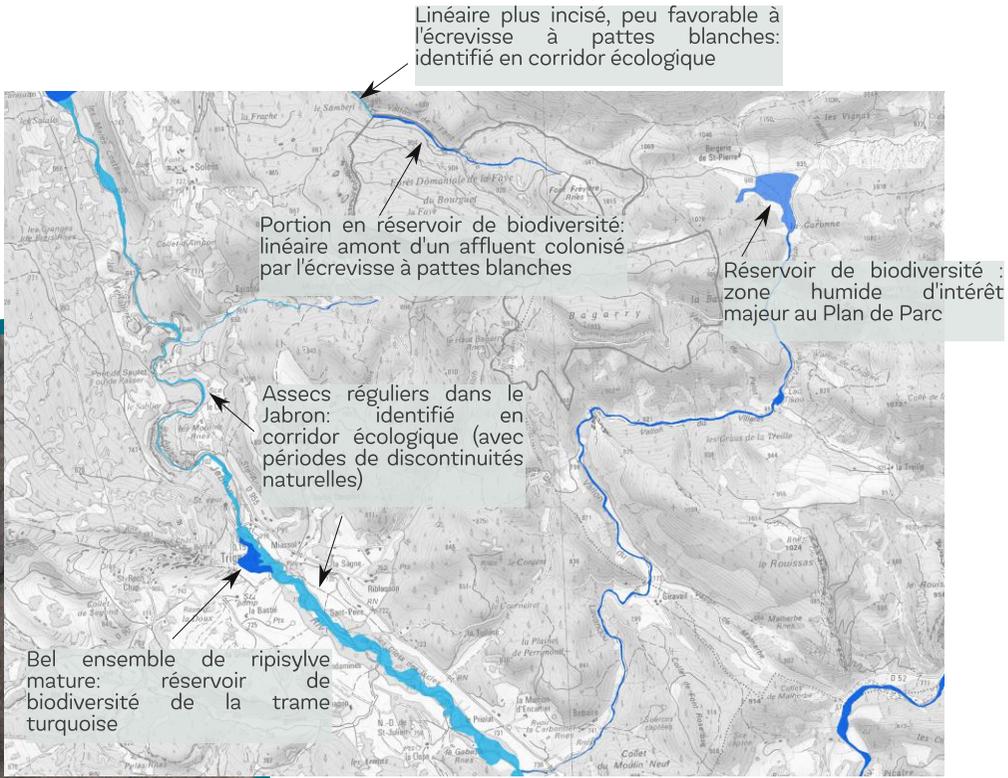
La méthodologie de délimitation cartographique des zones humides a évolué depuis l'inventaire réalisé par le Parc en 2006-2007. Si le MOS de 2015 fait également ressortir de nouvelles zones humides potentielles non inventoriées en 2006-2007, une fois ces dernières confirmées sur le terrain, il faudra également appliquer la même méthode de cartographie.

Ainsi, préserver et gérer efficacement des zones humides, c'est aussi mieux identifier leur "espace de fonctionnalité", i.e. l'espace proche influençant leur fonctionnement, ainsi que l'espace potentiel optimal de développement.

Ce travail d'envergure, à l'échelle du périmètre d'étude et du bassin versant du Verdon, reste à mener dans les prochaines années. La cartographie de la trame bleue réalisée en 2019 pourra donc légèrement évoluer d'ici l'établissement du nouveau plan de Parc en 2021-2022.

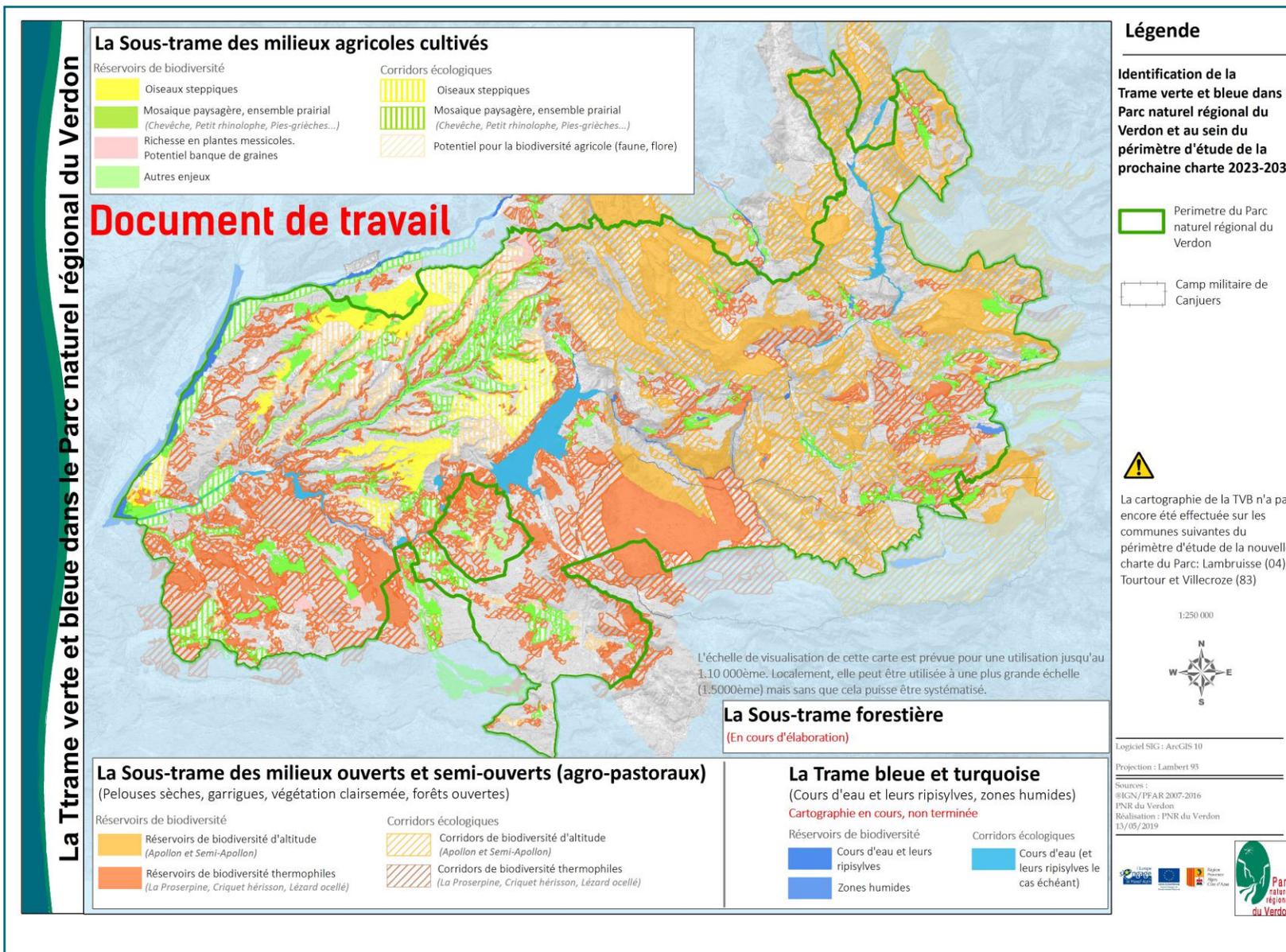


L'Artuby et affluents sur la commune de Pèyroules



Le Jabron et affluents au niveau des communes de Trigance et Le Bourguet

PREMIER RENDU CARTOGRAPHIQUE DE LA TRAME VERTE ET BLEUE DU PARC



AUTRES TRAMES ET SOUS-TRAMES À L'ÉTUDE

Les continuités écologiques de la sous-trame forestière

Dans un premier temps, l'élaboration de la trame verte du Parc a débutée par l'identification des continuités écologiques des milieux ouverts & semi-ouverts, ainsi que celles des espaces cultivés.

La priorité donnée à ces sous-trames s'explique par la biodiversité très riche qu'elles hébergent sur le territoire du Parc et aux pressions auxquelles elles sont soumises (développement de l'urbanisation, dynamique de fermeture des milieux...).

Mais les espaces forestiers constituent néanmoins l'occupation du sol dominante sur le territoire du Parc. Constitués en grande partie de forêts jeunes issues de reboisements RTM ou de la colonisation d'anciens espaces cultivés ou pastoraux abandonnés, une approche écologique "historique" a été privilégiée pour discriminer cette sous-trame forestière; permettant ainsi de prendre en compte les impacts de l'occupation du sol passée.

La méthodologie retenue pour décrire les continuités écologiques forestières, repose ainsi sur l'identification et la reconnaissance sur le terrain de **forêts anciennes** et de **forêts matures**.

Les cartes d'état-major (réalisées entre 1840 et 1860) ont été retenues pour identifier les forêts anciennes potentielles du territoire; c'est-à-dire

pour évaluer la continuité du milieu forestier jusqu'à nos jours. Les minutes des cartes d'état-major sont particulièrement intéressantes car elles offrent une identification précise de l'occupation du sol de l'époque et elles ont été dressées à une période admise comme le "minimum forestier" en France, c'est-à-dire la période où la couverture forestière en France fut la plus réduite.

Une forêt ayant échappé aux défrichements de cette période, et toujours présente de nos jours, a ainsi une forte probabilité d'être ancienne, qu'elle ait été exploitée ou non.

Dans une démarche de continuités écologiques, la continuité du milieu forestier est intéressante à prendre en compte, d'autant qu'il est admis que ces forêts anciennes peuvent abriter des espèces faunistiques et floristiques originales, en particulier du fait de sols non perturbés. Au niveau de la strate arborée, les essences sont principalement dryades, c'est-à-dire pouvant vivre plusieurs siècles comme les chênes, le hêtre ou le sapin pectiné. La flore des strates arbustives et herbacées est aussi influencée par l'ancienneté forestière.

Certaines espèces ont ainsi des capacités de dispersion très faibles et sont dites barochores (dispersion par gravité), mymécochores (dispersion par les fourmis) ou autochores (dispersion par projection) (Dupouey et al., 2002; Dzwonko, 1993).

Certains lichens sont également de très bons

indicateurs de l'ancienneté et notamment de la continuité temporelle de l'ambiance forestière tamponnée (température et couvert stables dans le temps) (Renaux et Vellimey, 2017).

Certains champignons et insectes sont caractéristiques des forêts anciennes ayant atteint une maturité écologique, avec une offre importante en bois mort et en micro-habitats (Renaux et Vellimey, 2017). Les peuplements forestiers présentant de bonnes densités de chandelles, de chablis, de bois mort au sol et des arbres sur pied maintenus au-delà de leur âge d'exploitabilité, constituent alors des réservoirs de biodiversité pour tout un panel d'espèces. La martre des pins, le pic noir, plusieurs espèces de chauves-souris forestières ainsi que des insectes saproxyliques rares, sont de bons indicateurs de ces **forêts matures**; encore appelées forêts à forte naturalité ou sub-naturelles (il n'existe quasiment plus en Europe, de forêts non marquées par l'empreinte de l'Homme).

L'ossature retenue pour définir les continuités écologiques forestières du territoire:

forêts anciennes

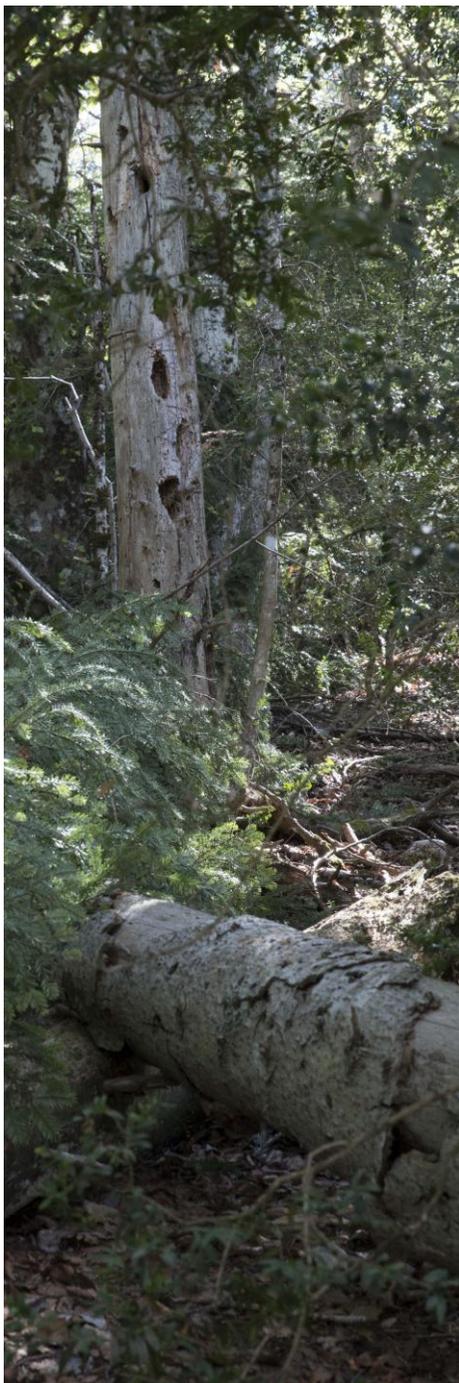
forêts matures



corridors
écologiques



**réservoirs de
biodiversité**



Méthodologie pour cartographier les forêts anciennes potentielles

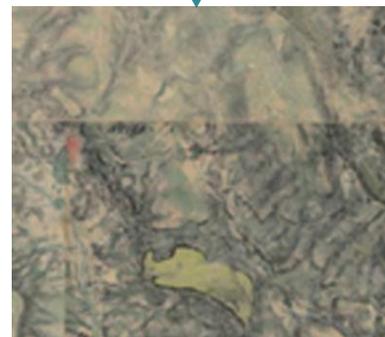
Une méthodologie nationale (Lallemand et al., 2017) a été mise au point avec l'IGN pour géoréférencer et vectoriser les cartes d'état-major. Cette méthode se base sur la précision et les couleurs des cartes pour déceler plus facilement les différentes occupations du sol.

Pour ce faire, sur la base d'une méthode mise au point par le parc national des Ecrins, le plugin "Historical Map" a été utilisé sur le logiciel QGIS 2.18 pour reconnaître et sélectionner les pixels d'une couleur donnée sur la carte d'état major (G. Ayache., 2019). Un script fourni par l'IGN, en projection Lambert 93 amélioré, a permis d'obtenir une précision supplémentaire de l'ordre de 60m pour le contour des polygones.

Les polygones ainsi produits par analyse semi-automatique ont ensuite été croisés avec la base de données "Forêt" de l'IGN (V2), en ne conservant que les forêts ouvertes et denses (suppression des landes).

Le croisement des couches permet ainsi de relever les polygones correspondant aux zones forestières du XIXème siècle toujours présents en 2009 (date de la dernière campagne de relevés de l'IGN), soit les forêts présumées anciennes.

Les trois étapes du plugin "Historical map" pour la sélection semi-automatique des milieux forestiers sur la carte d'état-major. Exemple sur la commune de Moustiers-Sainte-Marie (1860).



Etape 1

Adoucissage des courbes de niveau pour mieux visualiser la couleur de l'occupation du sol qu'elles recouvrent (surtout en zone montagneuse)

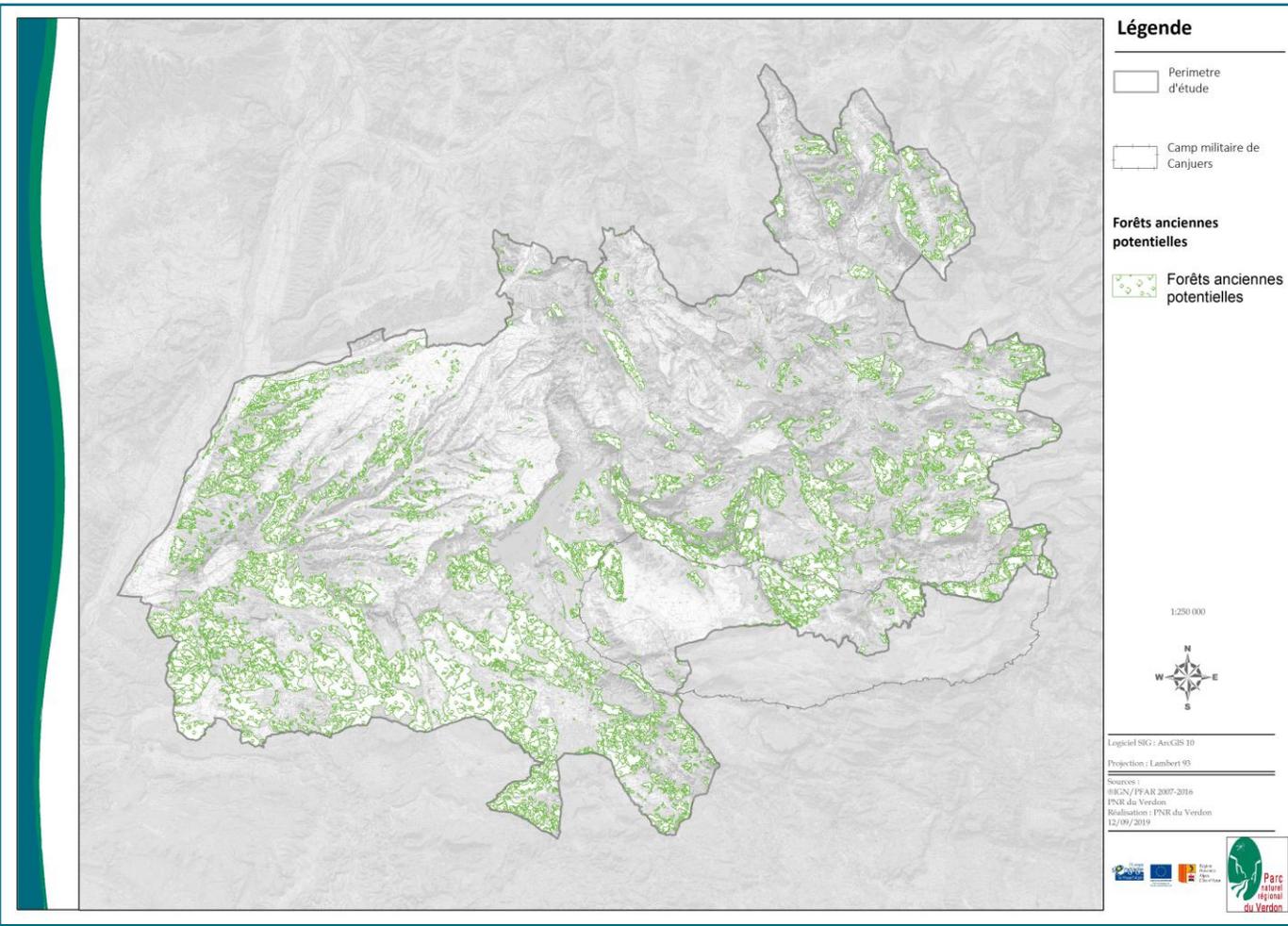
Etape 2

Dessin par l'utilisateur de "Region of interest" (régions d'intérêt -ROI), pour indiquer au logiciel les gammes de couleurs des pixels correspondant à des milieux forestiers. L'algorithme analyse et mémorise les nuances de couleur des pixels sélectionnés.

Etape 3

Sélection par le logiciel sur toute la carte des zones correspondant aux gammes de couleur des ROI. Il est nécessaire de reprendre et corriger manuellement les contours des polygones, assez approximatifs.

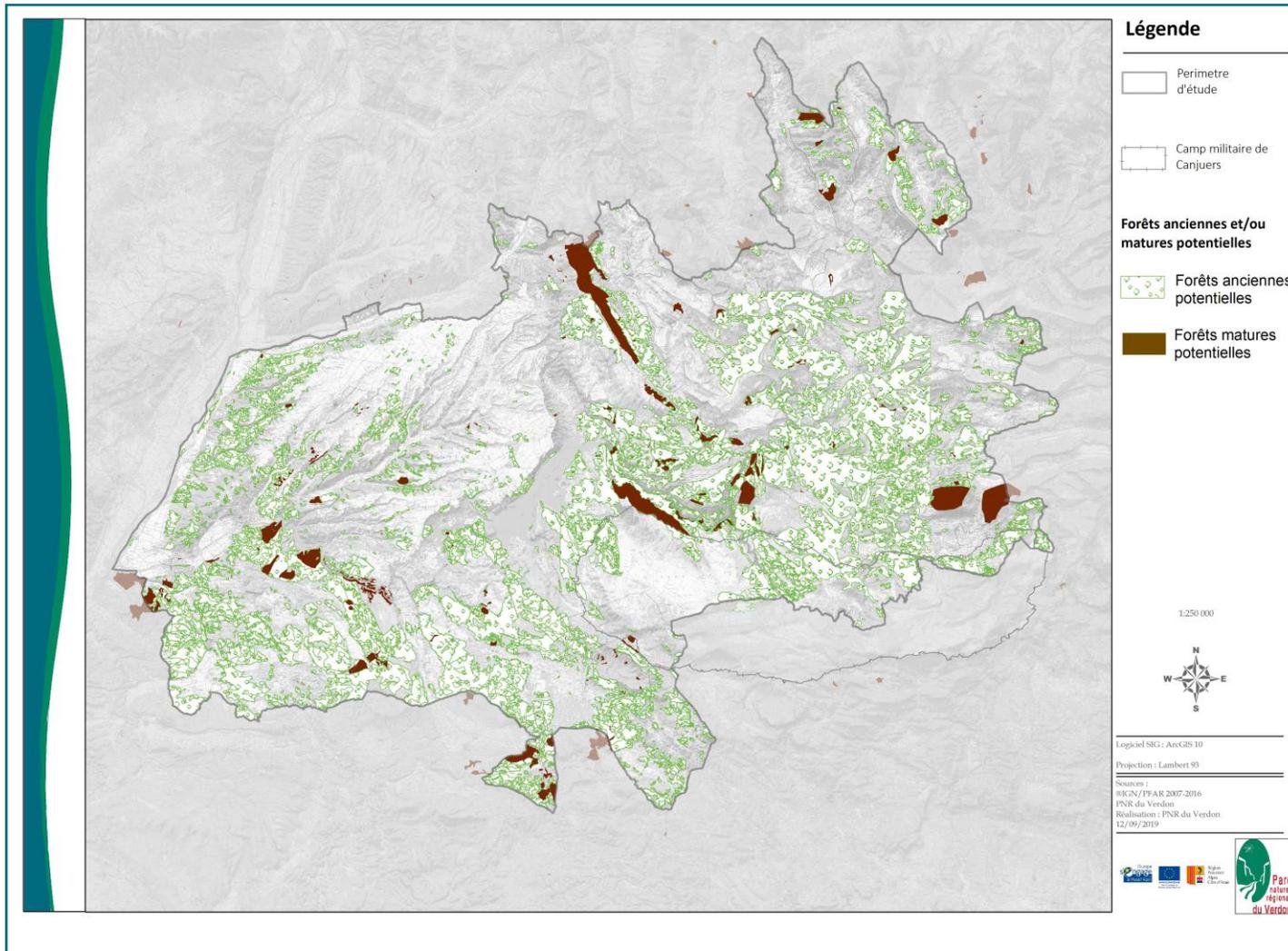
A savoir...



A ce stade, il est important de préciser qu'il s'agit de forêt **présumées anciennes** ou **potentiellement anciennes**. En effet, il demeure plusieurs imprécisions qui ne permettent pas d'être catégorique sur l'ancienneté avérée de ces forêts:

- la première raison est le terme de forêt lui-même. La signification et l'usage du mot " forêt" ont évolué dans le temps et dans l'espace. Ainsi, anciennement les termes de "bois", "forêt", "colline" étaient très utilisés, pouvant soit regrouper des situations semblables, soit au contraire refléter une disparité des milieux ;
- dans les régions montagneuses, la discrimination s'avère plus difficile sur les cartes d'état-major (moins bonne lisibilité de l'occupation du sol par les courbes de niveau) ;
- l'ancienneté suppose que l'état du milieu forestier n'a pas changé depuis une date de référence. Les points de référence intermédiaires (entre 1860 et 2009) sont limités et ne permettent pas d'exclure que l'état forestier a pu être interrompu au cours de cette période.

L'analyse des cartes d'état-major et le recoupement avec la BD Forêt (V2) de l'IGN font ressortir environ 50 000 ha de forêts présumées anciennes sur le territoire d'étude, soit environ 30% de la couverture forestière actuelle. La BD Forêt de l'IGN V2 s'appuyant sur des données de 2009, cette cartographie mérite cependant d'être affinée en la croisant avec des couches d'information plus récentes, comme les Modes d'occupation des sols produits par le Parc et l'agglomération Durance Luberon Verdon (orthophotos 2014-2015).



Les forêts dites matures ont été identifiées à partir de deux sources d'information:

- la connaissance des gestionnaires forestiers;
- complétée par celle des agents du Parc naturel régional du Verdon, à partir par exemple des îlots de sénescence engagés en contrats Natura 2000, de ripisylves caractérisées par une densité importante d'arbres de gros diamètre et de certains espaces naturels sensibles (ENS) des départements.

Il s'agit d'une première identification qui pourra être complétée et enrichie par d'autres méthodes (ex: photo-interprétation) et doit faire l'objet d'une vérification sur le terrain (en cours).

Approche de la sous-trame forestière

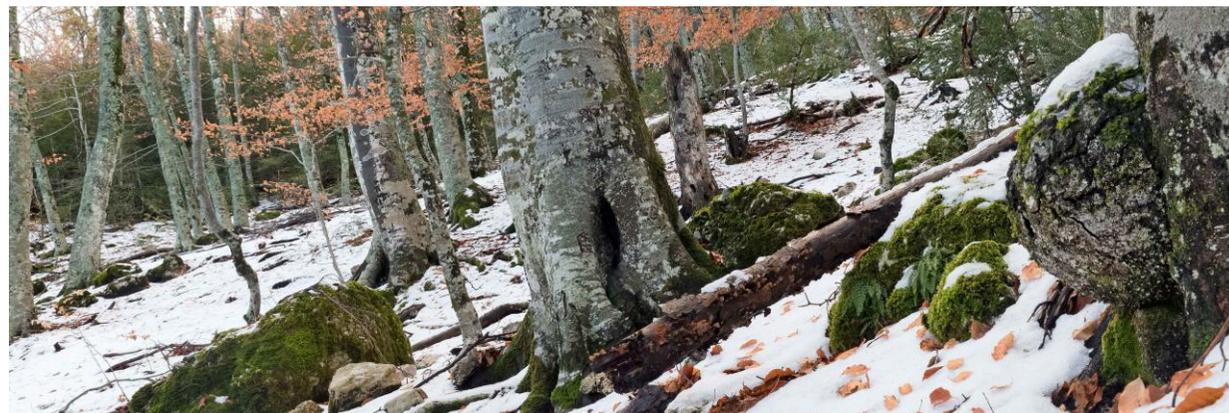
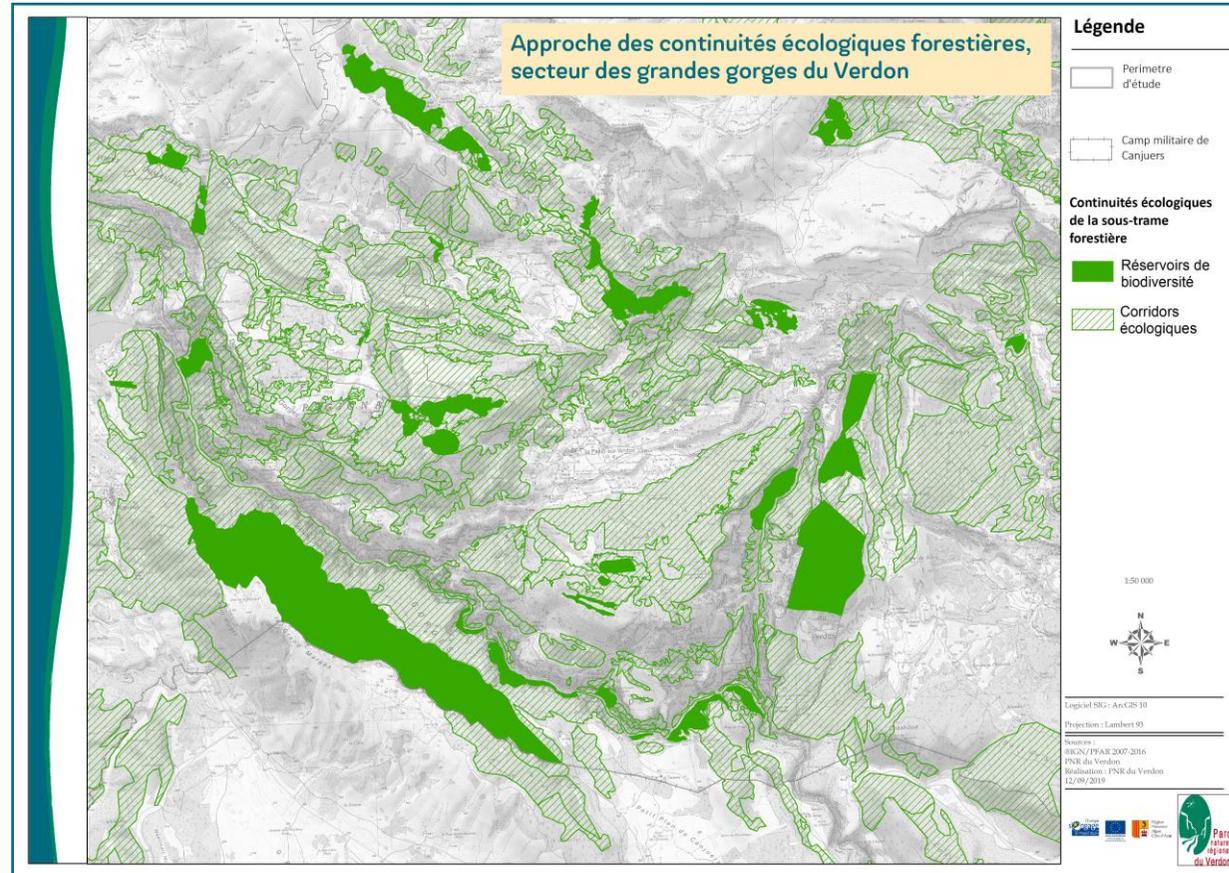
La carte ci-contre présente une première approche de la sous-trame forestière dans le secteur des grandes gorges du Verdon.

Les forêts matures sont identifiées en réservoirs de biodiversité, les forêts anciennes en corridors écologiques. Les corridors écologiques intègrent également des forêts récentes qui assurent une continuité forestière effective ou en devenir entre des réservoirs de biodiversité, des forêts anciennes, ou qui relient des forêts anciennes à des forêts matures.

Dans les grandes gorges du Verdon, l'ensemble des continuités écologiques forestière est assez bien connecté. La densité en forêts matures est aussi plus importante que sur le reste du territoire où les forêts matures sont beaucoup plus disséminées et souvent de petite taille. La hêtraie du grand-Margès (et autres habitats forestiers associés) a été classée en 2019 en réserve biologique forestière.

Dans ce secteur, les discontinuités sont avant tout naturelles (canyon du Verdon, falaises).

La méthode proposée pour évaluer la fonctionnalité des continuités écologiques forestières est décrite dans le chapitre "Des continuités écologiques à préserver, améliorer ou restaurer".



APPROCHE DE LA TRAME NOIRE...OU LA TRAME "NOCTURNE"

L'éclairage artificiel, un élément fragmentant

La lumière artificielle peut constituer un élément fragmentant, à l'instar d'une barrière physique, au déplacement d'espèces et à l'accomplissement des fonctions de leur cycle vital.

Le petit rhinolophe, chauve-souris encore commune dans le Verdon mais menacée par la disparition de ses gîtes de mise-bas, fait partie de ces espèces nocturnes très sensibles à la pollution lumineuse.

Des luminaires générant de la pollution lumineuse, situés à proximité immédiate d'un gîte, dans ses corridors de chasse ou de déplacements entre gîtes, peuvent conduire une colonie à rechercher un gîte plus favorable. Ces derniers devenant une denrée rare (dégradation du bâti ou restauration hermétique à la faune sauvage), la pollution lumineuse constitue alors une pression supplémentaire sur l'espèce, en cloisonnant les colonies et en réduisant les territoires de chasse exploitables.

Disposant d'une assez bonne connaissance des gîtes de reproduction du petit rhinolophe sur son territoire, le Parc naturel régional du Verdon s'est appuyé sur cette espèce pour esquisser une première ébauche de la trame noire, ou trame nocturne.

L'approche cartographique n'a pas donné lieu à une trame supplémentaire.

Le choix a plutôt consisté à intégrer la problématique de la pollution lumineuse pour caractériser les fonctionnalités des continuités écologiques ; en particulier au sein de la sous-trame "mosaïque paysagère" des espaces agricoles.



Petit rhinolophe. ©D. Chavy

Approche méthodologique

La cartographie de la trame noire a été réalisée à partir de plusieurs couches d'information:

- l'emplacement des luminaires procurés par l'agglomération Durance-Luberon-Verdon (DLVA) et le syndicat d'électrification SymielecVar;
- une image raster, à l'échelle du territoire, de la pollution lumineuse via l'application Radiance Light Trends (définition du pixel de 43m, images satellitaires de la NASA prises à 1h30 du matin par temps dégagé sans pleine lune);

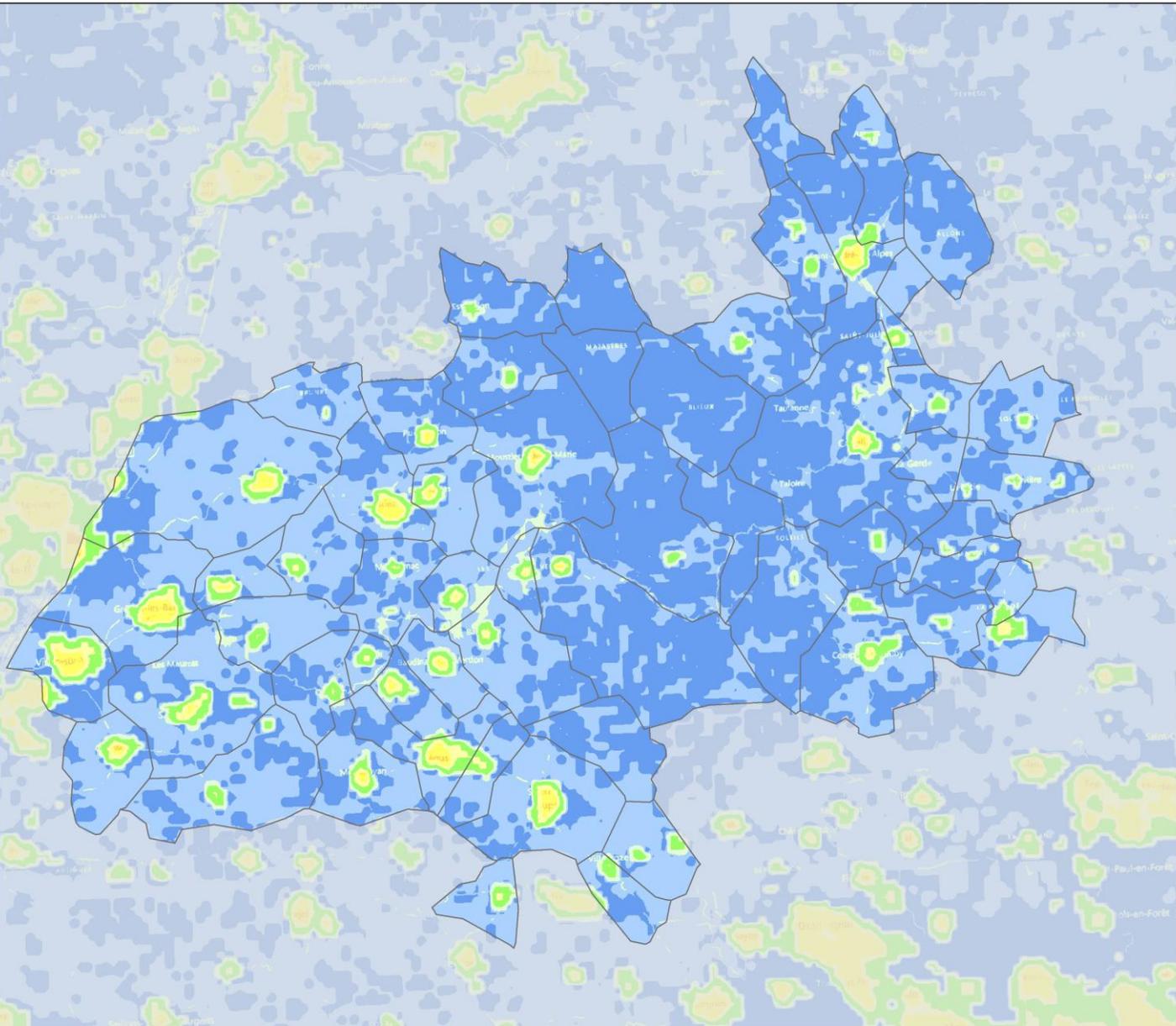
- la cartographie des continuités écologiques de la sous-trame "mosaïque paysagère" des espaces agricoles;
- la localisation des gîtes de reproduction de petit rhinolophe inventoriés sur le territoire du Parc.

In fine, pour évaluer la pollution lumineuse à l'échelle du territoire, les données de localisation des lampadaires n'ont pas été retenues pour les raisons suivantes :

- l'information n'était pas disponible pour l'ensemble du territoire;
- les données de localisation des lampadaires ne sont pas toujours conformes à la réalité du terrain;
- un test de corrélation montre qu'au moins un point lumineux (couche SIG des lampadaires fournie par la DLVA et du SymielecVar) est toujours présent sur les endroits lumineux de la couche Radiance Light Trends; mais la réciproque n'est cependant pas toujours vérifiée. Les données satellitaires sont donc intéressantes car elles apportent davantage d'informations.

Cependant, sur les secteurs où l'information était disponible, les données de localisation des lampadaires ont été utilisées pour caractériser au plus près la fonctionnalité des continuités écologiques "mosaïque paysagère" pour le petit rhinolophe (cf. chapitre "Préserver, améliorer, restaurer les continuités écologiques").

Evaluation de la pollution lumineuse sur le périmètre d'étude de la charte du Parc naturel régional du Verdon



Légende

Communes du périmètre d'étude de la charte du Parc 2023-2035

Evaluation de la pollution lumineuse vue du ciel

(Sources: Light Pollution Map)

- très faible
- faible
- moyenne
- forte
- très forte
- maximale (qualité du ciel très médiocre)



Logiciel SIG : ArcGIS 10

Projection : Lambert 93

©IGN / PEAR 2007-2016
www.lightpollutionmap.info
 PNR du Verdon
 Réalisation : PNR du Verdon
 13/09/2019



Etape 1: évaluation de la pollution lumineuse à partir des données satellitaires

Un buffer de 100m a d'abord été appliqué autour des continuités "mosaïque paysagère" de la sous-trame des espaces cultivés, afin de tenir compte de la présence de gîtes de reproduction de petit rhinolophe dans du tissu urbain en périphérie immédiate de la sous-trame des espaces cultivés.

Un rayon de 3km a ensuite été appliqué autour des gîtes de reproduction de petits rhinolophes (distance moyenne théorique de déplacements autour du gîte).

Au sein de ces rayons de 3km, l'intersection entre les zones de pollution lumineuse (images satellitaires) qualifiées de moyenne, forte à très forte avec le contour des continuités écologiques "mosaïque paysagère" (avec leur buffer de 100m) permet alors une première identification des zones de perturbation potentielles.

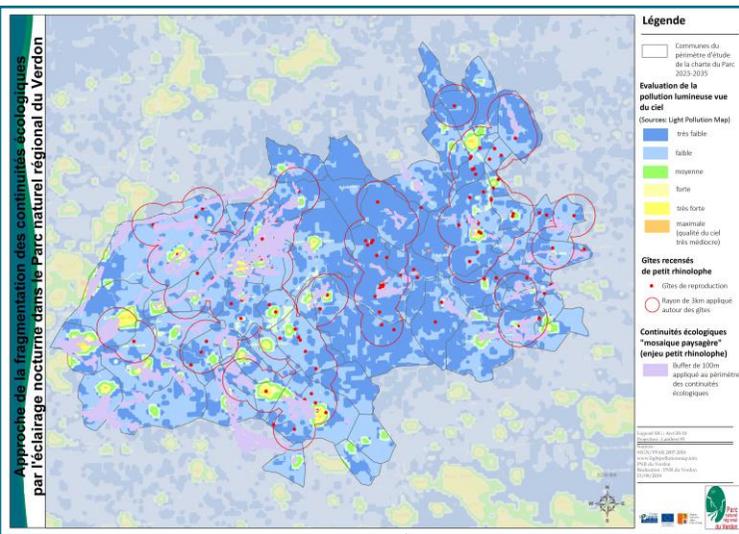
A ce stade de l'analyse, il s'agit bien de zones potentielles de perturbation. En effet, la lumière captée depuis le ciel et celle effective au sol, ou à quelques mètres de hauteur tout au moins, peuvent être différentes.

En effet, le type de lampadaire et d'éclairage, la végétation, les formes urbaines etc. peuvent être autant d'éléments qui vont nuancer l'impact de la pollution lumineuse au sein des corridors de déplacement de petit rhinolophe ou en sortie de gîte.

La localisation des lampadaires reste une information très opérationnelle puisqu'elle peut permettre de prévenir ou remédier à des impacts potentiels de la lumière en sortie de gîte (ex:

extinction nocturne, abaissement du seuil de luminosité). Pour cartographier des perturbations effectives, il serait également intéressant de mieux connaître les seuils de pollution lumineuse impactants pour le petit

rhinolophe, et de pouvoir mesurer l'intensité lumineuse in situ. Il semble toutefois que de très faibles intensités lumineuses exercent déjà un impact sur le comportement en vol des chauves-souris.

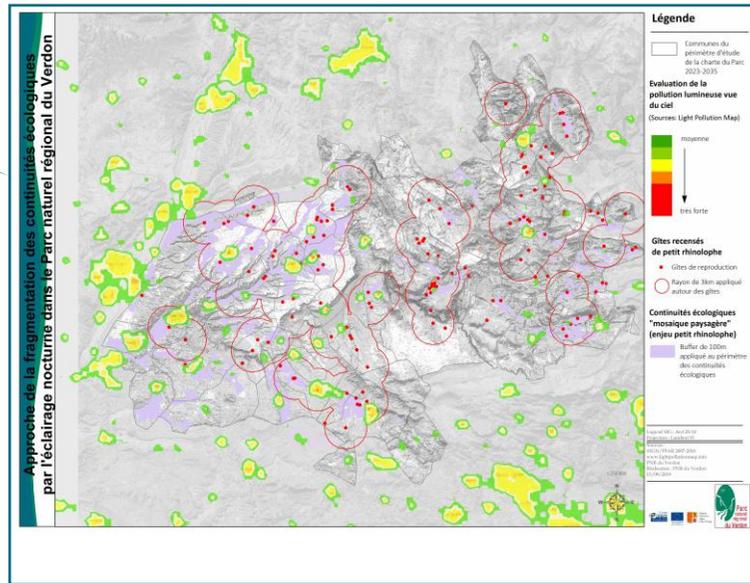


Étape 2:

Application d'un rayon de 3km autour des gîtes de reproduction de petit rhinolophe et d'un buffer de 100m autour des continuités écologiques "mosaïque paysagère" des espaces cultivés.

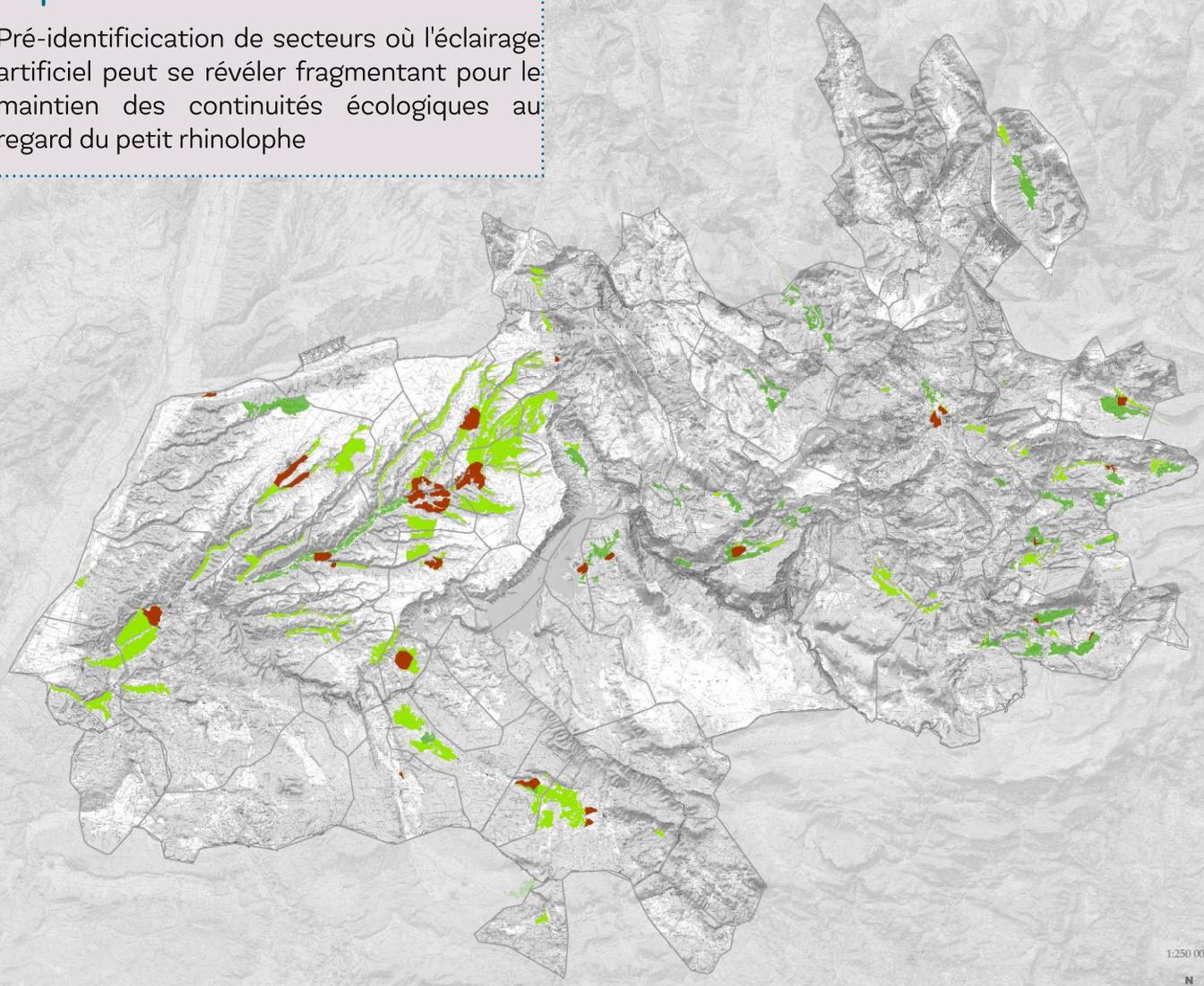
Étape 3:

Sélection des seuils de pollution lumineuse, vue du ciel, les plus importants (de moyenne à très forte). Source: Radiance Light Trends



Approche de la fragmentation des continuités écologiques par l'éclairage nocturne dans le Parc naturel régional du Verdon

Etape 4 :
Pré-identification de secteurs où l'éclairage artificiel peut se révéler fragmentant pour le maintien des continuités écologiques au regard du petit rhinolophe



Légende

□ Communes du périmètre d'étude de la charte du Parc 2023-2035

Continuités écologiques "mosaïque paysagère" de la sous-trame des espaces cultivés (enjeu petit rhinolophe)

- Réservoirs de biodiversité
- Corridors écologiques

Evaluation de la perturbation potentielle par l'éclairage nocturne des continuités écologiques "mosaïque paysagère" pour le petit rhinolophe

■ Secteurs potentiels de fragmentation par l'éclairage nocturne au sein des continuités écologiques "mosaïque paysagère" (sous-trame des espaces cultivés)

Logiciel SIG : ArcGIS 10
Projection : Lambert 93
Sources :
@IGN / PPAR 2007-2016
www.lightpollutionmap.info
PNR du Verdon
Réalisation : PNR du Verdon
13/09/2019



Préserver, améliorer, restaurer les continuités écologiques



© David Allemand

EVALUER LA FONCTIONNALITÉ DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES: QUELLES MÉTHODES?

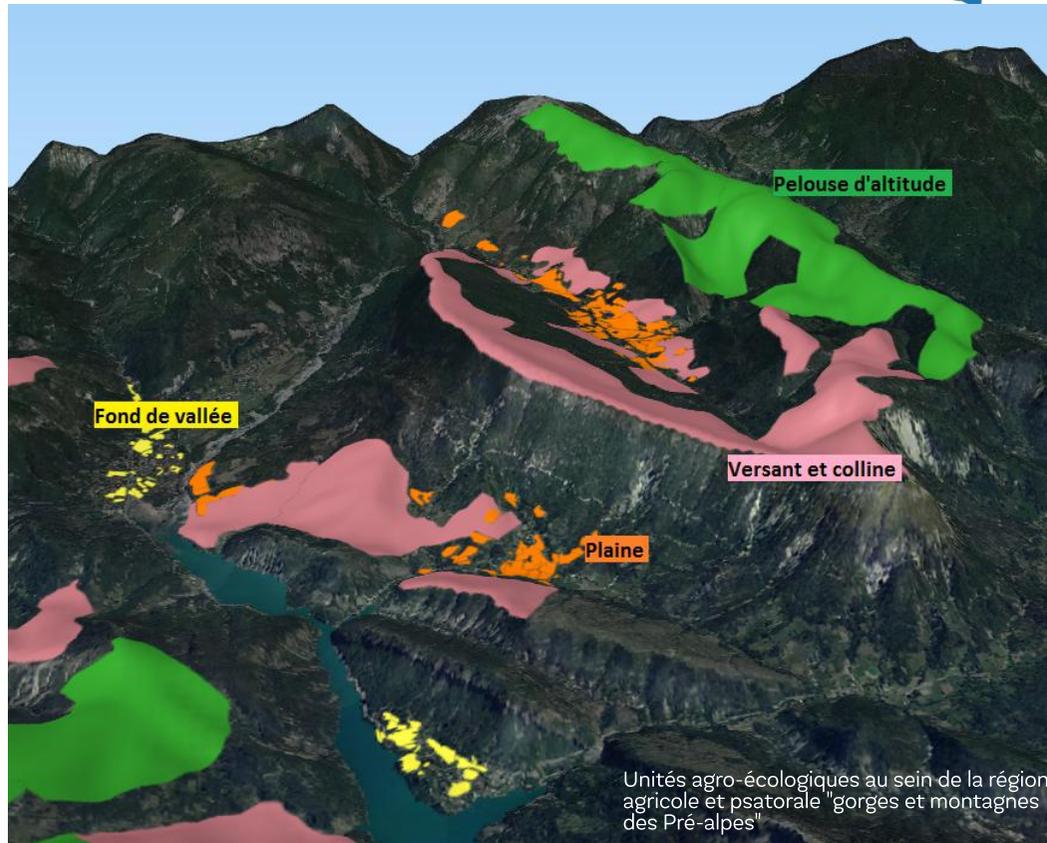
Les continuités écologiques des milieux ouverts et semi-ouverts: l'apport du diagnostic pastoral

Le territoire d'étude se structure autour de quatre petites régions agricoles qui, schématiquement, peuvent être assimilées à quatre systèmes agraires. Les activités agricole et pastorale, adaptées au climat, aux reliefs et aux sols, ont modelé des paysages à l'identité fortement marquée entre le plateau de Valensole, les collines du haut-Var, les gorges et montagnes des Préalpes et l'Artuby.

Au sein de ces dernières, un premier travail a consisté à identifier des "unités agro-écologiques". Une unité agro-écologique est définie par sa pente, la nature de la roche-mère, son sol, son orientation, son microclimat, son couvert végétal et son utilisation par l'Homme.

Leur identification a été réalisée en recoupant, sous système d'information géographique, les données issues du Registre Parcellaire Graphique (RPG) de 2012, complétées par les enquêtes pastorales de 2012/2014 (Cerpam), l'analyse du Mode d'occupation des sols de la DLVA et du Parc (MOS) et enfin la projection en 3D du relief.

Dans le cas de la petite région "gorges et montagnes des Pré-alpes", les unités agro-écologiques de fonds de vallées et de plaines correspondent à des milieux cultivés et relèvent de la sous-trame agricole; tandis que les



versants et collines, ainsi que les pelouses d'altitude, qui sont plutôt des espaces utilisés pour le pâturage des troupeaux, appartiennent à la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts. Les enquêtes pastorales ont été mises à profit pour mieux préciser l'occupation

pastorale dans les "versants et collines" et dans "les pelouses d'altitude" correspondant respectivement en terme de terminologie et de fonctionnement des systèmes pastoraux du Verdon aux "zones pastorales" (ZP) et aux "unités pastorales" (UP).



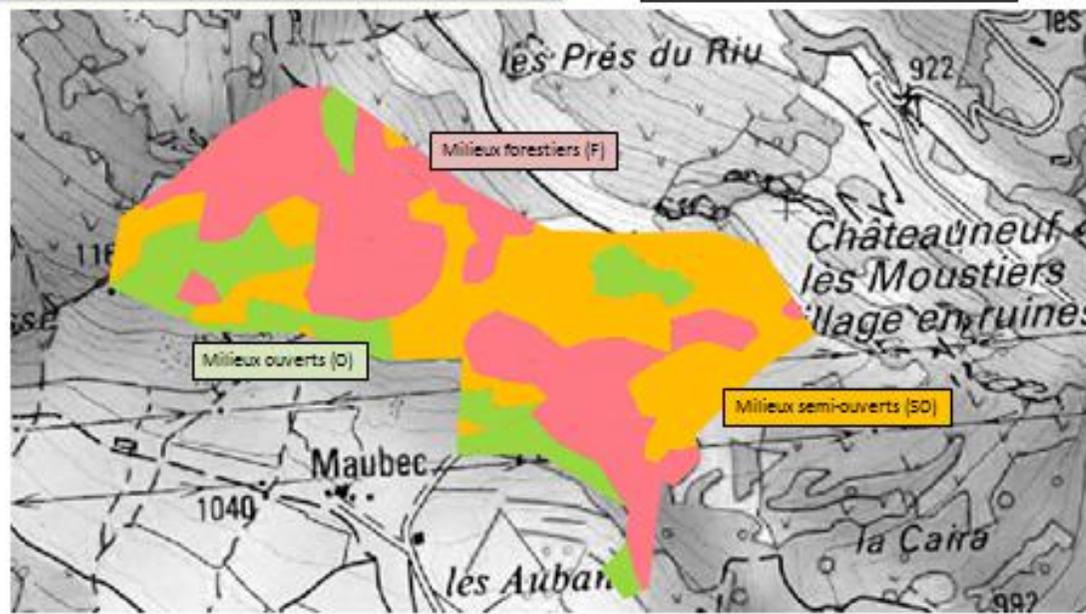
Les quatre éco-régions identifiées sur le territoire du Parc

Le diagnostic pastoral, sur la base des enquêtes pastorales de 1997 puis de 2012/2014 (Cerpam) apporte des informations précieuses sur l'évolution de ces zones et unités pastorales, en terme de dynamique temporelle et spatiale de la végétation, d'évolution de la ressource pastorale et de pression de pâturage, permettant par là-même d'identifier l'intérêt pastoral "actuel" et son évolution depuis 20 ans des zones et unités pastorales ; et de définir et prioriser les zones à fort enjeu éco-pastoral.

Le croisement entre:

- l'expertise pastorale ;
 - l'étude diachronique de l'occupation du sol sur le même pas de temps (MOS 1999 et MOS 2015 du Parc) ;
 - le recours à des photographies anciennes (années ~1950-1980) ;
 - l'approche des connexités développée par l'IMBE pour aider à identifier les continuités écologiques ;
- ont permis une prise de recul pour conforter l'analyse de la fonctionnalité des continuités écologiques de la sous-trame des milieux ouverts & et semi-ouverts.

Des profils de dynamique de végétation sont ainsi attribués à chaque zone et unité pastorale.



Exemple de l'unité pastorale "la Gardette"

L'étude diachronique des MOS de 1999 et 2015 permet d'établir une dynamique des milieux et de la croiser avec le regard pastoral et l'identification des connexités. Sur cette unité pastorale, l'évolution de l'occupation du sol montre une dynamique importante de fermeture des milieux.

La plus-value du regard pastoral

Seule, une approche distanciée, par exemple sur la base d'une analyse de l'évolution de l'occupation du sol, n'est pas forcément suffisante pour apprécier les fonctionnalités écologiques de la trame verte et de ses sous-trames. En effet, cette analyse ne peut rendre compte d'une densification de la végétation qui s'opèrerait au sein d'un milieu, sans en changer encore profondément la nature. En effet, un pas de temps de 20 ans (comparaison des MOS de 1999/2015), reste relativement court pour observer un passage radical d'un milieu ouvert à la forêt. En l'absence de pâturage, des garrigues, d'abord ouvertes, peuvent se fermer progressivement avec l'apparition des premières essences forestières. Ces nuances sont pourtant importantes à "sentir".

Mieux comprendre les systèmes d'élevage: un préalable pour mieux appréhender et restaurer les fonctionnalités écologiques des milieux pastoraux.

Le regard pastoral est d'autant plus important pour apprécier les fonctionnalités de la sous-trame des milieux ouverts & semi-ouverts, que l'état de conservation de ces milieux dépend en grande partie de l'utilisation et de la gestion pastorale sur ces espaces, les éleveurs étant eux-mêmes soumis à un certain nombre de contraintes liées à leur système d'exploitation.

La connaissance de ces systèmes pastoraux est aussi une condition importante, pour guider une reconquête des continuités écologiques qui soit la plus efficace et efficiente possible, et pérennisable.

En complément de nouvelles enquêtes menées par le Parc en 2017, l'expertise du Cerpam a ainsi été sollicitée pour actualiser les données des enquêtes pastorales de 1997 et 2012/2014 (IRSTEA/CERPAM) et permettre de mieux identifier les systèmes d'élevage et leurs contraintes.

Quatre systèmes d'élevage ont ainsi été identifiés: "herbassier", "grand pastoral", "pastoral" et "herbager" (cf. définition page suivante). Le distinguo entre ces systèmes pastoraux repose sur l'importance de la ressource pastorale et prairiale pour nourrir les troupeaux (pâturage en extérieur), le nombre de mois où les animaux sont nourris par des aliments distribués en bergerie, ainsi que le nombre de bâtiments et d'équipements.

Pour chacun de ces quatre grands systèmes, leurs rapports aux milieux ont été évalués par une analyse de l'entretien des milieux, en sa basant d'une part sur

l'impact du pâturage à l'échelle du système (parcours + prairies) ; et d'autre part sur les interventions réalisées en plus du pâturage (ex: broyage, brûlage).

Les enquêtes pastorales de 2017 ont également permis de recueillir des éléments plus précis sur l'utilisation des parcours (la période de pâturage, le chargement, le mode de gardiennage etc.).

D'autres facteurs extérieurs peuvent également influencer la façon dont les éleveurs et bergers gèrent les milieux.

Ainsi, quatre grands enjeux, pouvant avoir une incidence actuelle ou future sur la manière de gérer les espaces pastoraux, et donc pouvant avoir un impact sur la fonctionnalité des continuités écologiques, ont été identifiés:

- **le contexte du changement climatique** qui rend de plus en plus compliqué l'adaptation aux contraintes du milieu.

Avec des périodes de sécheresse de plus en plus longues, les éleveurs peuvent manquer de ressources sur les alpages ou dans les prairies pour leurs troupeaux. Ils doivent alors acheter du foin, rajoutant des charges qui n'étaient pas forcément anticipées. Dans ces conditions, les sous-bois, plus frais et humides, peuvent représenter une ressource alternative mais la ressource n'est pas

toujours accessible, du fait de l'embroussaillage. Avec le tarissement des sources ou une pluviométrie plus irrégulière, l'accès à l'eau devient une autre problématique à laquelle les éleveurs doivent faire face. Ces dernières années, de nouveaux impluviums en montagne ont été ; dans les vallées ou les plateaux, les retenues collinaires sont vues comme une solution pour irriguer les prairies.

Toutefois, ces aménagements et les nouvelles pratiques qui en découlent, peuvent impacter la gestion globale du milieu et la biodiversité.



↑
↑
cabane pastorale
impluvium

- **la fermeture des milieux** accroît la vulnérabilité des troupeaux à la prédation par le loup.

On observe ainsi un abandon progressif des zones embroussaillées, généralement plutôt dans les parcours intermédiaires, au profit des zones plus ouvertes, plus faciles à garder. Cela peut impliquer un effet de sous-pâturage des zones embroussaillées qui se ferment alors encore plus vite ; et à contrario un surpâturage des zones ouvertes.

Certains sous-bois qui peuvent représenter un potentiel important de ressources lors des années difficiles, ne sont finalement pas investis de part la trop grande vulnérabilité des troupeaux à la prédation. Avec le retour du loup, les éleveurs modifient aussi leurs pratiques. Les troupeaux sont de moins en moins laissés la nuit en couchade libre; ils sont parqués près des cabanes pastorales ou bien rentrés en bergerie. Ces nouvelles pratiques impliquent des aller-retours quotidiens des troupeaux, générant une érosion des sols et une dégradation des milieux.

- Autre paramètre, **la maîtrise foncière** est un autre enjeu pour les éleveurs.

Les éleveurs sont rarement propriétaires des terres qu'ils font pâturer et n'ont généralement que des accords verbaux avec les propriétaires. De nombreux propriétaires sont réticents à établir des baux ruraux et ont parfois une méconnaissance des conventions pluriannuelles de pâturage. Cette précarité foncière n'offre pas de conditions favorables pour investir du temps et de l'argent dans des entretiens du milieu.

La perte de surfaces agricoles, au détriment du développement de l'urbanisation, peut également soustraire aux éleveurs des surfaces de prairies. Or,

dans le contexte de changement climatique, l'adaptabilité des exploitations est en grande partie liée à leur autonomie en fourrage. L'étalement urbain entraîne une spéculation du prix du foncier agricole, pouvant aller jusqu'à bloquer l'accès aux terres pour les éleveurs.

La vulnérabilité (définie comme la probabilité d'être affectée par un phénomène) et la sensibilité (définie comme la marge de manoeuvre pour pouvoir résister ou absorber un phénomène) aux différents enjeux identifiés précédemment (changement climatique, prédation, précarité foncière, urbanisation des espaces agricoles) sont alors analysées pour chacun des systèmes.

On table en effet sur l'hypothèse que ces quatre facteurs, pris indépendamment ou cumulés, peuvent avoir un impact sur la manière des éleveurs de gérer leur système et donc le milieu.



La prise en compte de ces différents paramètres reste importante dans une démarche post-élaboration d'une trame verte, pour mieux appréhender la fonctionnalité des continuités écologiques et les leviers/freins pour leur préservation et/ou leur restauration.

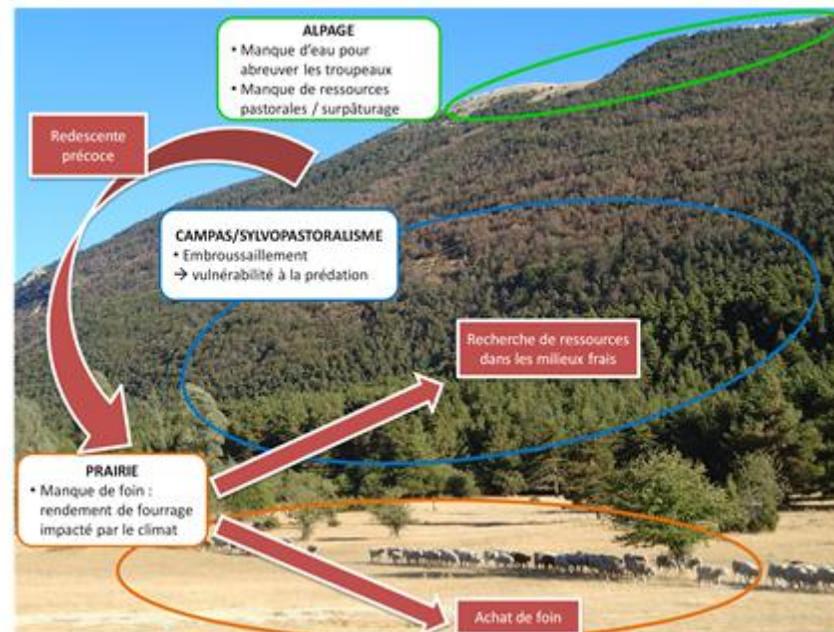


Schéma illustrant les enjeux auxquels doivent faire les éleveurs dans le Verdon, dans un contexte de changement climatique et de prédation sur les troupeaux.

Les systèmes pastoraux du Verdon

système "herbassier" : c'est le plus pastoral des quatre systèmes. Les troupeaux sont toute l'année dehors. L'éleveur suit la pousse de l'herbe et transhume en montagne l'été (à partir de la fin juin) et sur la côte l'hiver. Il utilise les parcours du Verdon pour l'inter-saison (printemps et automne).

système "grand pastoral" : le troupeau est également dehors la majeure partie du temps. A la différence du système "herbassier", l'éleveur possède quelques bâtiments, notamment une bergerie pour l'agnelage de printemps.

système "pastoral" : le type "pastoral" ou "montagnard" (majoritaire dans les Préalpes) est plus sédentaire. Il valorise davantage les parcours et les prairies autour du siège d'exploitation. Une partie du troupeau passe l'hiver en bergerie (brebis qui vont agnelier), tandis que le vassiou (brebis vides qui n'agneleront qu'à l'automne suivant) restent dans les parcours de proximité. L'éleveur a également de matériel pour faire les foin l'été, pendant que les brebis sont à la montagne.

système "herbager" : situé principalement sur le plateau de Valensole, ce système est caractérisé par du pâturage essentiellement dans les prairies et les restoublés, moins par du pâturage dans les parcours. L'éleveur possède de nombreux bâtiments et machines, car outre son foin, il produit également d'autres cultures.

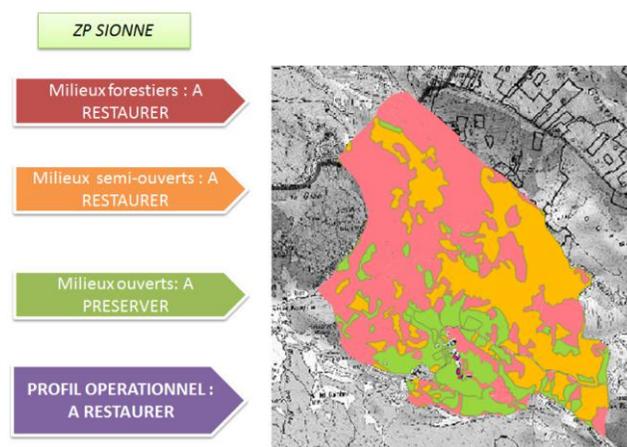
Le regard du pastoraliste: décrire des profils opérationnels 2nde étape avant d'identifier des continuités écologiques à préserver/améliorer/restaurer

L'objectif de cette seconde étape est de repartir des profils de dynamique de végétation et d'ajouter un indice opérationnel qui précise le type d'action à mener (expertise Cerpam).

Trois types d'actions ont été définis en fonction, d'une part, de la présence d'une action ou absence de pâturage; et d'autre part par le niveau de pâturabilité (défini par la présence et l'accessibilité de la ressource) :

- les ZP ou UP "à préserver" : espaces pastoraux pâturés, avec une bonne ressource pastorale, facilement accessible ; et pour lesquels les pressions extérieures (impacts du changement climatique, prédation, foncier...) ne sont pas trop importants ;
- les ZP ou UP "à améliorer" : espaces encore pâturés mais où la ressource commence à être moins abondante du fait de l'embroussaillage, d'une accessibilité dégradée ; de plus les pressions peuvent être plus fortes ;
- les ZP ou UP "à restaurer" : espaces autrefois pâturés et qui ne le sont pratiquement plus, voire qui ont été complètement abandonnés, car il y a peu de ressources et le milieu est difficilement pénétrable du fait de l'embroussaillage et de l'enrésinement. Enfin, les pressions peuvent être importantes.

La méthode consiste à attribuer un indice opérationnel à chacun des milieux (ouvert/semi-ouvert/forestier) constituant la ZP ou l'UP; et d'en faire ensuite la synthèse à l'échelle de la ZP ou de l'UP.



Dans l'exemple ci-dessus (zone pastorale de Sionne -commune de Castellane), les milieux ouverts sont à préserver, tandis que les milieux semi-ouverts et forestiers sont à restaurer. la ZP est donc globalement à restaurer.

Etant entendu que la caractérisation globale de l'espace pastoral n'est pas suffisante pour servir de base à une action de réouverture du milieu. Il est nécessaire de définir plus précisément les secteurs les plus pertinents à réouvrir.

Cela n'a pas été fait mais il pourrait également être justifié de définir un quatrième indice opérationnel qui consisterait à ne pas mener d'opérations dans les ZP ou UP qui seraient considérées comme "perdus", car trop avancées dans la phase d'enrésinement, une reconquête ne serait plus envisageable à ce stade.

Des profils pastoraux opérationnels à l'évaluation des fonctionnalités des continuités écologiques : à préserver/améliorer/restaurer

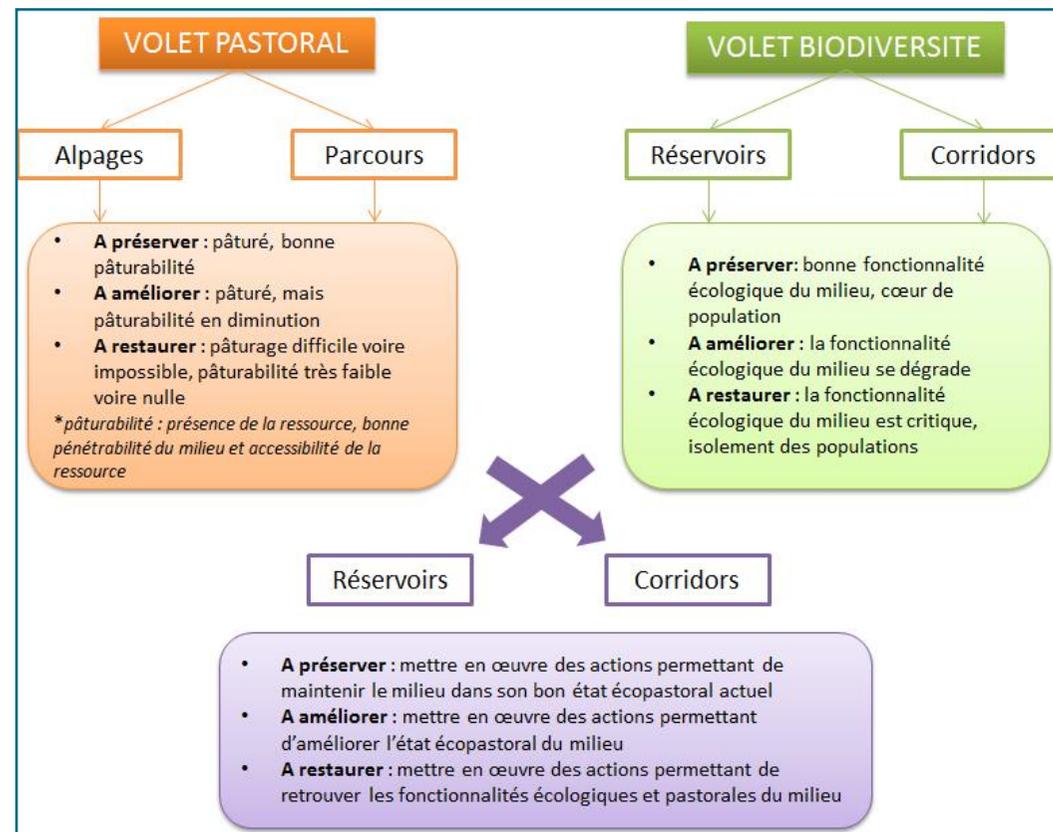
La prise en compte des enjeux identifiés précédemment par système agraire se fait au niveau de la définition des actions potentiellement à mener pour chacun des indices opérationnels.

Par exemple, sur une ZP qualifiée "à améliorer" dans le haut-Var, l'action à mener prioritairement consisterait à travailler à une meilleure cohabitation entre sylvo-pastoralisme et gestion forestière. En revanche, dans les Préalpes, sur une ZP "à améliorer", l'action prioritaire serait de contenir l'embroussaillage par du broyage, voire à créer des éclaircies dans les parties forestières.

Cela dit, la démarche de trame verte implique de recroiser l'expertise pastorale avec l'analyse des continuités écologiques.

La troisième et dernière étape a alors consisté à croiser les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques avec les zones et unités pastorales qu'ils recoupent et leur profil opérationnel.

Ainsi, à titre d'exemple et sans en faire une règle stricte, un corridor écologique qualifié à dire d'expert "à préserver" (à priori bonne connexité) mais qui contiendrait, sur une surface suffisamment significative, une ZP "à restaurer", verra sa fonctionnalité décrite comme "à améliorer".



A savoir

La limite de cette méthode réside dans le fait que la taille des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques ne correspond pas forcément à celles des zones et unités pastorales. Des ajustements ont donc été souvent nécessaires pour qualifier la fonctionnalité des continuités écologiques. Un travail de redéfinition plus précise pourra être nécessaire au moment de la mise en oeuvre opérationnelle de la trame verte du Parc.

Approche de la fonctionnalité des continuités écologiques de la sous-trame forestière

Dans le cadre d'un stage de fin d'étude d'ingénieur forestier, le travail d'identification des forêts anciennes et matures potentielles, a été prolongé par une première approche des continuités écologiques forestières, au niveau d'une zone de 50 000 ha environ.

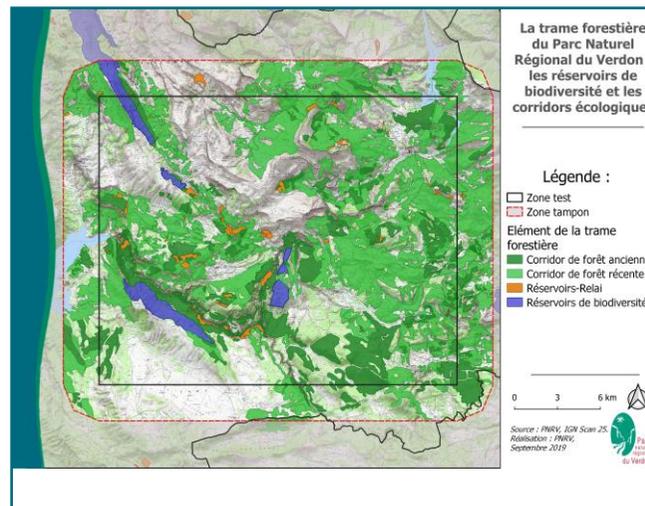
Cette vaste zone, centrée sur les grandes gorges du Verdon, délimitée au nord par une partie des Préalpes de Castellane, au sud par l'extrémité nord des plans de Canjuers, à l'ouest par une partie du lac de Sainte-Croix et à l'est, par le secteur de l'Artuby-Jabron, a été retenue car elle offre un assez bon condensé de la diversité des forêts du territoire.

Considérant l'intérêt patrimonial des forêts (présumées) anciennes et/ou matures, il a été décidé d'identifier les forêts potentiellement mûres comme réservoirs de biodiversité ; et les forêts présumées anciennes comme corridors écologiques reliant des forêts mûres entre elles.

Toutefois, au regard du nombre limité de forêts (présumées) anciennes et mûres sur le territoire; et pour tenir compte également de la dynamique forestière (temporalité) et du potentiel de devenir de peuplements forestiers issus de forêts plus récentes (en fonction des conditions stationnelles, de la gestion forestière pratiquée), il est apparu indispensable que les corridors écologiques puissent également intégrer des forêts plus récentes, assurant une

continuité de l'état forestier entre des réservoirs de biodiversité (forêts mûres) ou même reliant entre elle des forêts présumées anciennes.

Partant du principe que de petits îlots de bois sénescents ne présentent pas le même potentiel de biodiversité que des surfaces de bois matures beaucoup plus conséquentes, un seuil arbitraire de 50 ha a également été défini pour distinguer les grands réservoirs de biodiversité (surface > 50 ha) des plus petits réservoirs, appelés "réservoirs-relais" (surface < 50 ha).



Sur ce principe, la fonctionnalité des corridors écologiques de la sous-trame forestière a été évaluée en fonction de leurs peuplements et des essences dominantes. En effet, il a été considéré que des corridors sont optimaux lorsque leur structure est très proche de celle des réservoirs

de biodiversité qu'ils relient (Daviau 2014, Renaux & Villemey 2016).

Par exemple, un corridor de futaie de pins sylvestres ou de pins noirs, reliant deux réservoirs de biodiversité de feuillus, est évalué comme peu optimal: la structure et le peuplement ne sont pas continus sur tout le "couloir" de déplacement.

Cette méthode, expérimentée dans des travaux forestiers par l'ONF, a été appliquée à l'ensemble du secteur d'étude de 50 000 ha décrit précédemment. Elle permet ainsi, en première approche, de cibler rapidement des corridors a priori peu fonctionnels et nécessitant des actions d'amélioration ou de restauration.

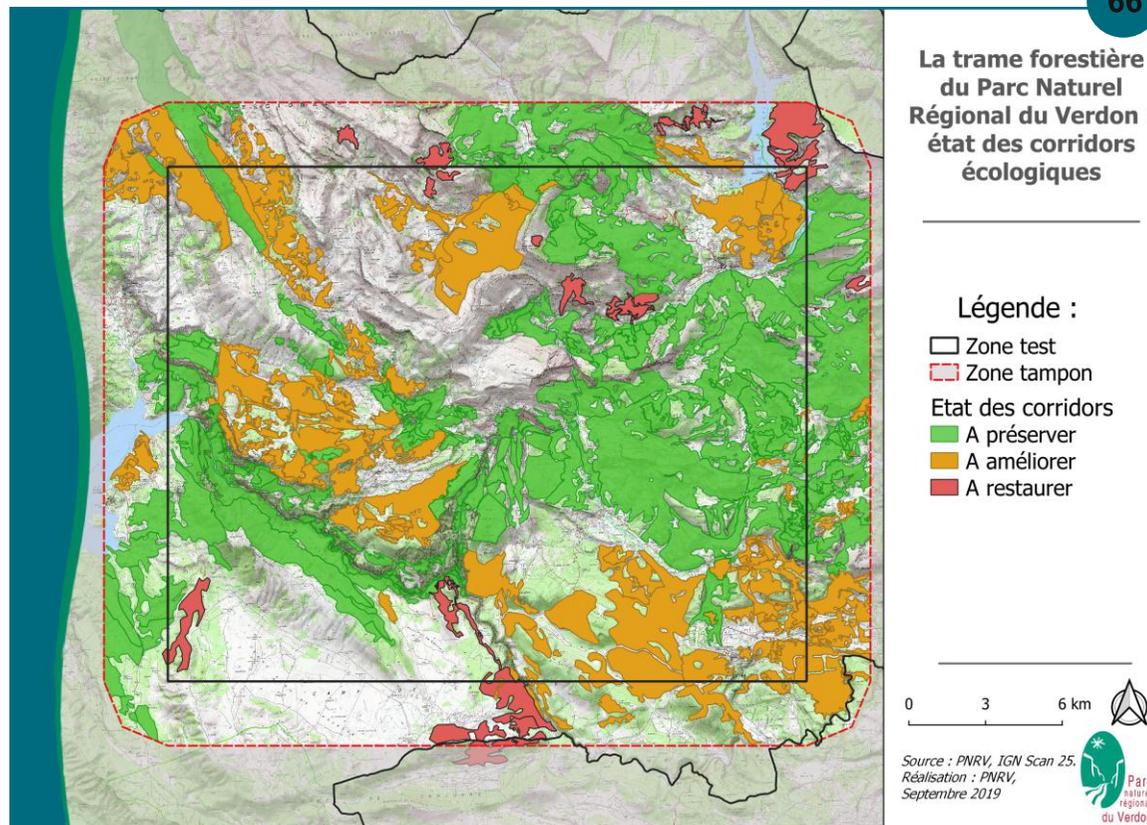
Ce travail a été mené sur la base des orthophotos, de la BD Forêt de 2009 (V2) et, bien qu'ancienne, de la couche de végétation de l'IFN (2006), cette dernière offrant une description inégale entre les types de peuplements et leur traitement forestier.

Dans le secteur d'étude, la quasi-totalité des massifs forestiers contribuent à la sous-trame forestière, avec une fonctionnalité évaluée comme globalement bonne. Bien que les reliefs parfois très forts (falaises, fortes pentes...) constituent des barrières physiques naturelles, la ripisylve au fond des gorges permet d'assurer une connectivité sur la quasi-totalité du linéaire du Verdon.

Ce travail sur la sous-trame forestière permet

d'esquisser des premières préconisations de gestion :

- dans les corridors de forêts “récentes”: favoriser la diversification des essences en s'appuyant le plus possible sur la régénération naturelle; afin d'aboutir à terme à des peuplements forestiers plus mélangés ;
- développer des ilots de sénescence et laisser sur pied des arbres isolés au fort potentiel d'accueil de la biodiversité: l'objectif est ainsi de constituer une trame de vieux bois, inter-forêts. Ces mesures peuvent être définies en priorité où l'offre en arbres mûres est limitée ;
- pour les forêts anciennes: en complément des actions évoquées ci-avant, il est particulièrement important de veiller à préserver dans le temps la continuité de l'état boisé (ex: éviter les défrichements) et à éviter tous travaux qui impacteraient fortement les sols et la flore herbacée.
- Enfin, pour les réservoirs de biodiversité: l'objectif est bien entendu de préserver ces forêts mûres, ces dernières pouvant être des laboratoires in-situ pour mieux comprendre les mécanismes forestiers et les différentes réponses, entre forêts jeunes, forêts anciennes et forêts mûres, notamment aux effets du changement climatique.



A savoir

La fonctionnalité des continuités écologiques forestières, plus que pour les autres sous-trames, doit être replacée dans une dimension temporelle correspondant aux cycles de développement de la forêt, ou tout au moins des interventions sylvicoles. Ainsi, un corridor forestier jugé peu optimal à un instant donné, peut néanmoins, suivant les conditions stationnelles, présenter un potentiel naturel d'évolution allant dans le sens d'une amélioration de la fonctionnalité écologique. La gestion forestière peut également favoriser cette transition. A titre d'exemple, si une pinède de pins noirs est souvent peu mise en avant pour sa biodiversité, des pinèdes plus âgées peuvent abriter un sous-étage de feuillus qui auront trouvé des conditions favorables pour se développer. Suivant les enjeux économiques (accessibilité de la parcelle, qualité des pins etc.), il peut être intéressant de laisser les vieux pins mourir sur place, prélever progressivement, le cas échéant, les pins les mieux conformés, sans abîmer les essences secondaires feuillues et parmi-elles, les tiges d'avenir. La gestion appliquée sera aussi guidée par les enjeux des autres sous-trames.

Approche de la fonctionnalité des continuités écologiques des espaces agricoles cultivés

L'approche de la fonctionnalité écologique de la sous-trame des espaces cultivés a été plus empirique, dans le sens où elle ne s'est pas appuyée sur une description fine des systèmes culturels, à l'instar des systèmes pastoraux.

Dans les espaces cultivés, le degré de fonctionnalité écologique de l'agro-système va être dépendant de multiples facteurs comme la diversité du nombre de couverts, la taille moyenne de ces derniers, les densités et la diversité d'infrastructures agro-écologiques (haies, arbres isolés, mares, restanques etc.) ou encore l'utilisation des produits phytosanitaires. A ce titre, la note globale utilisée par la méthode DIALECTE (Solagro) de diagnostic agro-environnemental des exploitations, est une bonne base pour décrire les systèmes agricoles et leur degré d'intensification des pratiques.

Calculée sur 100 points, cette méthode standardisée est établie à partir de l'évaluation de plusieurs critères, comme la diversification des productions (notamment de l'assolement pour les productions végétales), la part de légumineuses dans les couverts végétaux, la quantité d'infrastructures agro-écologiques, la taille moyenne des parcelles, la pression d'azote ou encore des indicateurs de fréquence des traitements.

Toutefois, insuffisamment d'enquêtes de ce type ont été menées à l'échelle du territoire d'étude,

pour définir la fonctionnalité des espaces agricoles par une approche standardisée.

La caractérisation a été effectuée essentiellement par une approche paysagère, notamment au regard de la diversité des couverts, la taille moyenne des parcelles et la densité de haies, d'arbres isolés structurant le paysage. Disposant d'une cartographie des haies et arbres isolés sur les espaces agricoles du territoire (MOS PNRV, 2015), cette approche paysagère pourrait donner lieu à une analyse plus fine, en particulier pour évaluer la fonctionnalité de la sous-trame "mosaïque paysagère" des espaces agricoles (ex: évaluation en fonction de la densité/ha de haies, calcul d'un indice de continuité/discontinuité des haies). Dans les temps impartis, cette approche n'a pas été approfondie, mais pourrait être testée à l'avenir.

Suivant la méthode du moindre coût énergétique (pour les déplacements du petit rhinolophe), il serait aussi intéressant de tester et mettre en évidence un réseau de haies structurantes, indispensables à maintenir si l'on veut préserver durablement la fonctionnalité écologique de ces espaces.



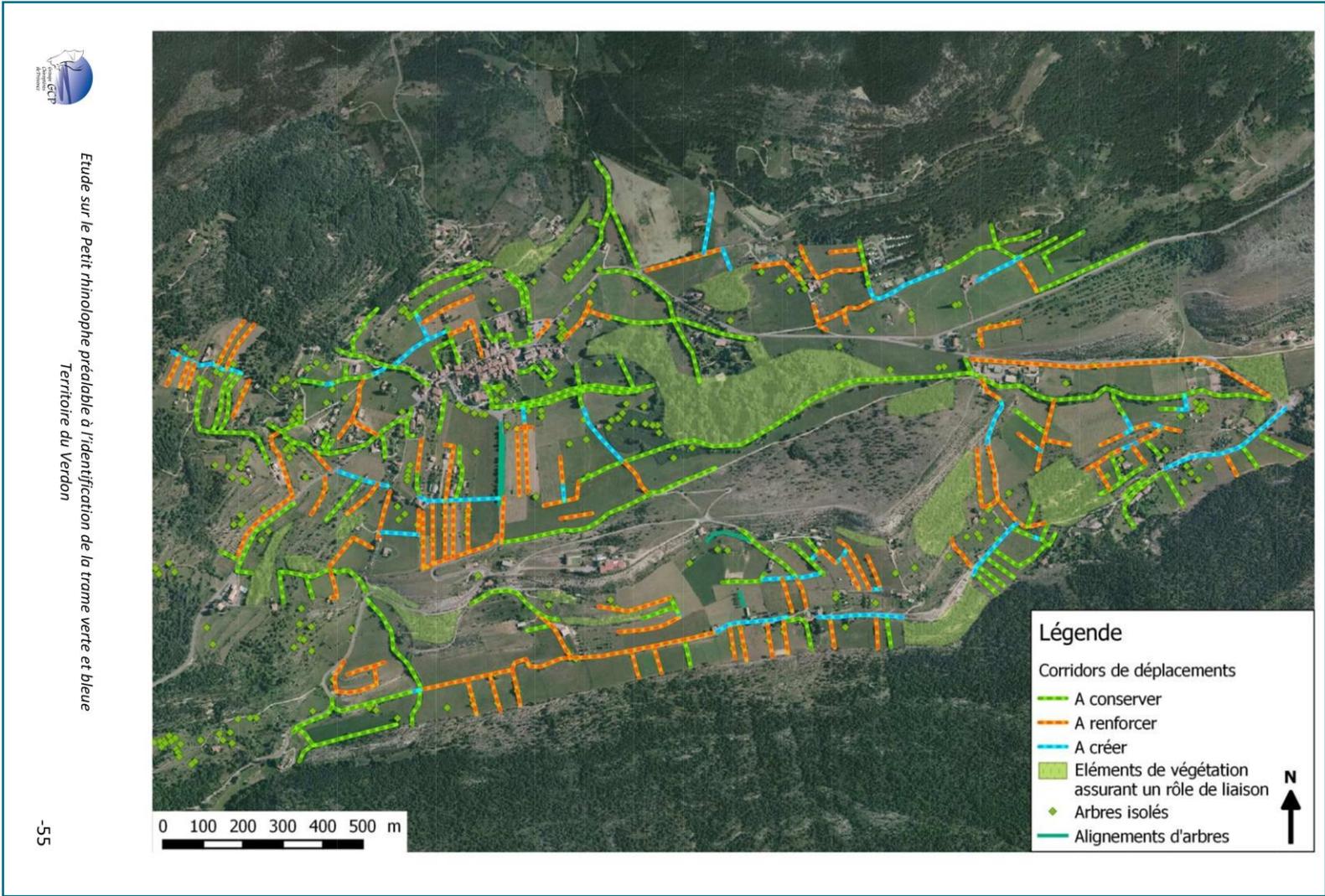
Paysage à l'extrémité nord du plateau de Valensole.
©D. Chavy.

Aussi loin que l'horizon porte le regard, ce paysage agricole est composé de parcelles de grande taille, alternant entre céréales et lavandins, sans aucun arbre ou haie, bosquet, pour diversifier les habitats. Ces systèmes culturels simplifiés, sont plutôt synonymes de fonctionnalités écologiques dégradées.



Paysage semi-boisgé, ©D. Chavy.

Paysage agricole cultivé plus diversifié, avec des lignes de fuite guidant le regard et créant plusieurs plans, constituées par une ripisylve au premier plan; des haies basses, des arbres isolés et un secteur conservé en pelouses sèches au second plan. La fonctionnalité écologique de cette vallée agricole est, à priori, mieux conservée.



Exemple d'évaluation de la fonctionnalité du réseau de haies, dans le marais au pied du village de la Palud-sur-Verdon (AHP). Ce marais, bien que drainé et en voie avancée d'assèchement, joue probablement un rôle de réservoir de biodiversité pour de nombreuses espèces de la commune. Restaurer le réseau de haies viendrait conforter la population locale de petits rhinolophes, déjà fragilisée par la disparition de plusieurs gîtes suite à la rénovation de bâtiments.

Ce travail de caractérisation des haies à conserver/renforcer/créer a été réalisé par photo-interprétation, par le Groupe Chiroptères de Provence, dans le cadre d'une étude des corridors de déplacements du petit rhinolophe, commanditée par le Parc pour préciser les enjeux d'une sous-trame "mosaïque" au sein des espaces agricoles.

Les fonctionnalités écologiques dégradées par l'éclairage artificiel nocturne

Une première approche des secteurs de la sous-trame agricole "mosaïque paysagère" (continuités écologiques pour le petit rhinolophe), potentiellement perturbés par la pollution lumineuse, a été présentée précédemment.

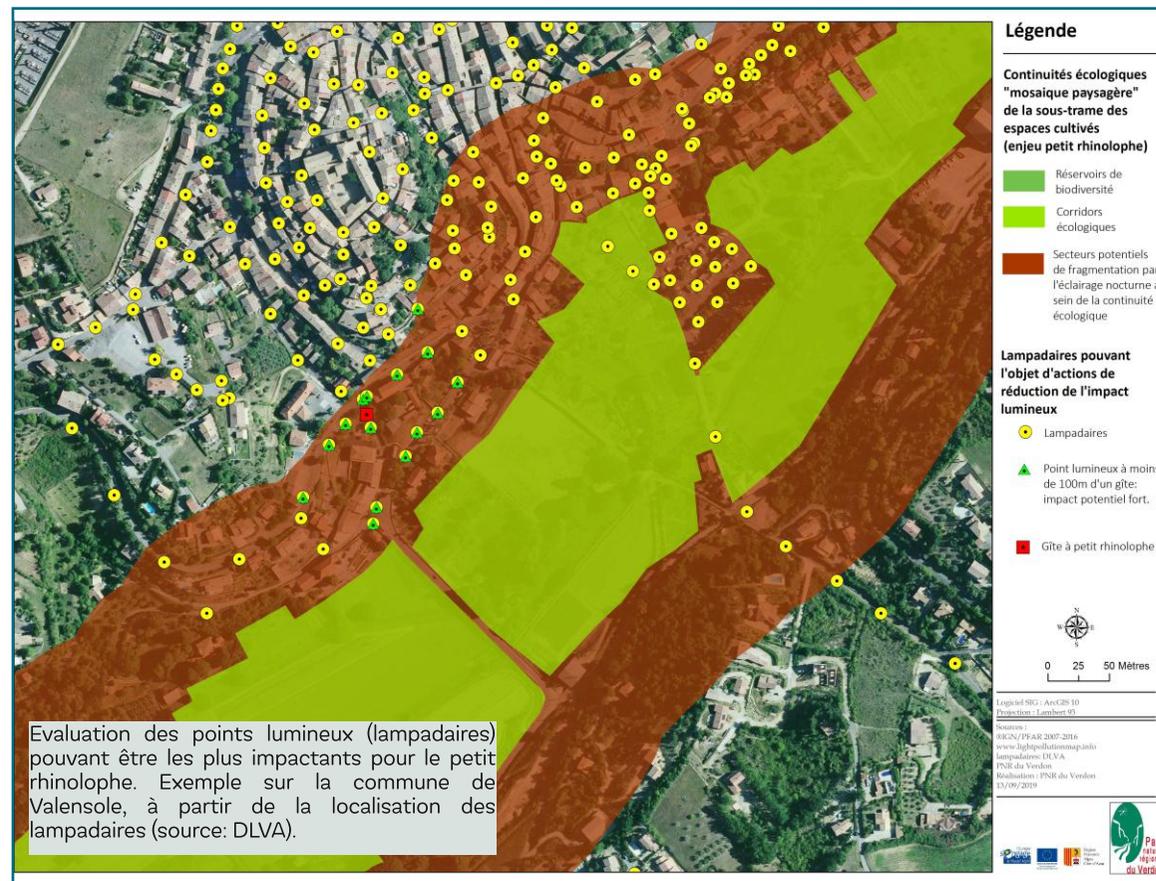
Pour agir plus concrètement sur l'amélioration ou la restauration de ces fonctionnalités écologiques, l'information sur la localisation des lampadaires, croisée avec l'information sur la localisation de gîtes de reproduction, peut permettre d'affiner des secteurs d'intervention prioritaire.

Sous SIG, les lampadaires (information mise à disposition par la DLVA et le SymielecVar) situés à moins de 100 m d'un gîte de reproduction de petit rhinolophe, ont été extraits. Situés à proximité des corridors de sortie/entrée de gîtes, ils peuvent être les plus impactants pour la pérennité du gîte. Ces points lumineux ont ainsi été qualifiés "à restaurer".

Dans le cadre, par exemple, de la rénovation du parc de lampadaires d'une commune et de la mise en place d'une nouvelle politique énergétique, la préservation des fonctionnalités écologiques, pour le petit rhinolophe, passe avant tout par la non installation de lampadaires à proximité des gîtes.

Dans le cas de luminaires déjà présents, s'il n'est pas possible de supprimer un point lumineux ou

de le déplacer, les nouveaux réseaux et l'installation de lampes à leds peuvent permettre intention et réduit la facture énergétique, les de réduire localement l'intensité lumineuse et plages horaires d'extinction, le plus souvent ainsi diminuer les éclairages inappropriés. entre 23h et 5h00 du matin, ne sont pas L'extinction nocturne des lampadaires, pendant toujours en phase avec le pic d'activité des une plage horaire donnée, reste encore, la chauves-souris (juste après le coucher du soleil solution la plus simple et sans doute la plus jusqu'à minuit, puis au petit matin) efficace.



La température de couleur des leds peut aussi être levier sur lequel agir pour ne pas impacter les chauves-souris.

Des leds ambrées commencent à être mises sur le marché. A la faveur d'études étudiant le comportement des chauves-souris en fonction de lumières de différentes longueur d'onde, la couleur ambre correspondrait à des longueurs d'onde les moins impactantes pour les chauves-souris. Cette couleur de température est aussi davantage recommandée pour la santé humaine et permet de voir des promeneurs, des voitures arrivant vers soi, sans être ébloui. Encore peu déployées, le principal frein à leur utilisation reste leur coût. Toutefois, des commandes groupées et leur généralisation pourraient rapidement en faire baisser le coût.

Dans les Pays-Bas, une ville à proximité d'une réserve naturelle abritant plusieurs espèces de chauves-souris, a équipé un éco-quartier de lampes led de couleur rouge, permettant d'éclairer les rues pour l'oeil humain, mais en toute "transparence" pour les chauves-souris.



Eclairage nocturne très important d'un bâtiment d'accueil touristique, pouvant être problématique pour la fréquentation et le maintien aux abords du marais de la Palud-sur-Verdon, du petit rhinolophe et des espèces les plus lucifuges.



Les halos lumineux des lampadaires attirent de nombreux insectes qui se retrouvent désorientés et piégés. Cette mane alimentaire attire à son tour des chauves-souris. Toutefois, ces dernières sont nocturnes. Elles sont donc uniquement actives la nuit et, en milieu naturel, en l'absence totale de lumière (artificielle).

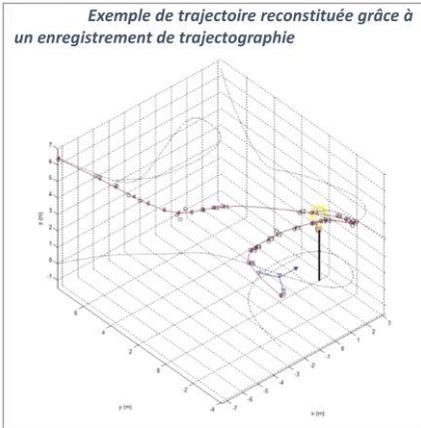
Ce comportement nocturne pourrait être une adaptation pour prévenir le risque de prédation (ne pas être vu de prédateurs). A découvert, dans le voisinage des lampadaires, les scientifiques font l'hypothèse que les chauves-souris peuvent modifier leur comportement en vol (vitesse, accélération, vol sinueux) pour minimiser ce risque de prédation.

D'autres espèces lucifuges, comme le petit rhinolophe, peuvent détourner leur route, contourner les lampadaires pour éviter ces zones d'éclairage intense.

L'un dans l'autre, ces modifications dans les déplacements sont coûteuses en énergie et peuvent affecter la reproduction.

A l'été 2017, plusieurs sites dans le PNR du Luberon et du Verdon ont ainsi fait l'objets de modélisation des trajectoires des chauves-souris au voisinage de lampadaires, afin d'évaluer si/comment les intensités d'éclairage et le type de lampes influençaient les chauves-souris (MNHN-Airele-Audicé-Environnement-CESCO).

Quatre microphones enregistrent les ultrasons des chauves-souris en vol, dans un rayon de 15m autour d'une antenne de trajectographie. Grâce à ce dispositif, on peut déterminer dans l'espace la position de l'individu enregistré, à un instant donné, ce qui permet de retracer sa trajectoire. Différentes caractéristiques, telles que la vitesse, l'accélération et la sinuosité peuvent être mesurées grâce à ces trajectoires.



La cartographie de la trame bleue et turquoise n'est pas encore terminée. L'évaluation des fonctionnalités écologiques se poursuit concomitamment à son avancement. Cette évaluation est réalisée à "dire d'expert" et s'appuie sur plusieurs éléments et leur combinaison comme :

- les cours d'eau classés en liste 2 (continuité écologique à restaurer) ;
- la connaissance sur l'état des continuités sédimentaires dans les cours d'eau ;
- la présence d'obstacles au franchissement de la faune piscicole, de berges endiguées, rectifiées, artificialisant une partie du cours naturel du cours d'eau ;
- la présence et l'abondance d'espèces exotiques envahissantes (faune, flore) pouvant engendrer un appauvrissement de la biodiversité locale et une dégradation de l'écosystème rivulaire ;
- la présence d'espèces patrimoniales et, le cas échéant, les conditions de favorabilité de l'environnement du cours d'eau pour l'accueil de ces espèces (ex: favorabilité de l'habitat pour l'écrevisse à pattes blanches) ;

Pour les cours d'eau, l'évaluation de la fonctionnalité de la continuité écologique se fait donc par le croisement entre des enjeux hydromorphologiques et des enjeux de

conservation/restauration de la biodiversité.

Hormis pour une quinzaine de **zones humides** faisant l'objet de suivis floristiques et faunistiques et d'une cartographie des habitats (méthode Rhoméo), et pour lesquelles l'état de conservation peut être précisé, cette information n'est pas disponible pour l'ensemble des zones humides inventoriées au SAGE Verdon.

L'élaboration du MOS 2015 du PNR Verdon a permis également d'identifier un certain nombre de zones humides non inventoriées en 2006/2007, nécessitant ainsi une actualisation et une importante phase préalable de validation de terrain.

Dans le cadre de l'élaboration de la trame bleue et turquoise du Parc, un diagnostic de l'état de conservation de dix-sept zones humides a été réalisé en 2018 (Foucaut L., 2018).

Il s'agit principalement de prairies humides et de bas-marais alcalins et, plus minoritairement, de plaines alluviales. Si ces zones humides ne couvrent pas l'ensemble du territoire d'étude, elles constituent le type de zones humides subissant les plus graves atteintes, soit anthropiques, soit climatiques.

Sur les 17 zones humides, 3 sont jugées en mauvais état de conservation, 7 dans un état de conservation moyen, 6 dans un bon état et une

seule en très bon état de conservation.

Les zones humides les mieux conservées sont principalement situées dans le Var. Plusieurs facteurs explicatifs peuvent être avancés :

- la topographie des vallées du haut-Var qui offrent de vastes replats à nappe phréatique affleurante ;
- les conditions climatiques particulières liées à la proximité des Alpes-Maritimes (précipitations plus importantes) ;
- une activité agricole et une urbanisation qui, jusqu'à présent, ont occasionné moins d'impacts.

Toutefois, la déprise agricole ou à contrario l'intensification des pratiques agricoles, ainsi que l'urbanisation demeurent des menaces permanentes qui planent sur ces zones humides.

Le contexte parfois isolé de certaines zones humides, leur fragmentation et leur petite surface constituent des éléments défavorables supplémentaires, pouvant accroître leur vulnérabilité.



La mise en oeuvre de la trame verte et bleue sur le territoire du Parc



© D. Chavy

LES DOCUMENTS D'URBANISME: 1ERS OUTILS À MOBILISER

La mise en oeuvre conjuguées de plusieurs politiques publiques peuvent contribuer à la mise en oeuvre des objectifs d'une trame verte et bleue. Ces politiques peuvent s'appuyer sur un panel d'outils existants, à choisir suivant leur pertinence d'utilisation au regard des enjeux et objectifs visés, de l'occupation du sol (matrice urbaine, espaces naturels, espaces agricoles) et des acteurs en présence (ex: EPCI).

Les documents de planification et le code de l'urbanisme

Les schémas de cohérence territoriale (SCOT) et les plans locaux d'urbanisme (intercommunaux) constituent un premier levier important pour prendre en compte et préserver les continuités écologiques. En effet, ces documents d'urbanisme doivent définir des objectifs d'aménagement et de développement d'un territoire à moyen et long terme, avec une vision transversale des différents enjeux concourant à un aménagement durable du territoire. Au-delà de l'obligation réglementaire de la prise en compte de la biodiversité par les collectivités lors de l'élaboration de leurs documents d'urbanisme (article L. 101-2 6° du code de l'urbanisme), la préservation de la biodiversité doit être vue comme un atout pour l'attractivité d'un territoire. Une biodiversité préservée, un environnement "fonctionnel" participent grandement à la qualité du cadre de vie et à la prévention, l'atténuation

des risques naturels (risque inondation, aléa feux de forêts notamment).

L'Agence régionale pour la biodiversité (ARPE-ARB) a édité en 2019 un guide technique "PLU(i) & Biodiversité - Concilier Nature et Aménagement", à l'attention des collectivités.

Ce guide opérationnel illustre les outils du code de l'urbanisme pouvant être mobilisés pour répondre aux enjeux de préservation des continuités écologiques (dispositions opposables).

Plutôt que d'en refaire la liste et décrire leur contexte d'utilisation, on se réfèrera donc utilement à ce guide. On notera que les plans locaux d'urbanisme peuvent classer en espaces de continuités écologiques des éléments de la trame verte et bleue qui sont nécessaires à la préservation ou à la remise en bon état des continuités écologiques (art. L. 371-1 du code de l'environnement et art. R 151.43 4° du code de l'urbanisme). Un PLU(i) peut ainsi protéger des éléments à protéger pour des motifs écologiques et/ou paysagers, avec différents degrés de prescriptions possibles.

Dans le cadre de la révision de la charte du Parc, en lien avec les territoires d'inter-communalité, un travail va être engagé pour redéfinir les dispositions pertinentes de la charte du Parc, opposables aux SCOT et PLU(i).

Ces dispositions pertinentes intégreront un volet

sur la préservation, et le cas échéant rendre possible la restauration, des continuités écologiques.

En particulier, dans le cadre des dispositions pertinentes de la Charte, il pourrait être attendu une vigilance particulière et une ambition pour préserver le patrimoine "arboré hors forêt" (haies, arbres isolés, alignements d'arbres), ainsi que les petit patrimoine bâti (restanques...); contribuant fortement au maintien de la fonctionnalité de la sous-trame "mosaïque paysagère" dans les espaces agricoles cultivés. En lien avec la problématique de disparition des gîtes à petit rhinolophe, la réflexion pourra porter aussi sur la sauvegarde et la mise en valeur des cabanons et pigeonniers du territoire.



La trame verte et bleue à l'épreuve des franges villageoises

Les entrées de village, à l'interface entre l'espace urbain, agricole et naturel méritent une attention particulière dans une démarche d'élaboration de la trame verte et bleue. Car suivant leur nature, elles peuvent être fragmentantes pour les continuités écologiques, alors qu'elles sont souvent le point de rencontre entre plusieurs sous-trames.

A l'instar des espaces de lisières, les entrées de villages ou "franges villageoises", peuvent abriter une biodiversité insoupçonnée, permettre ou bloquer le déplacement d'espèces, voire contre toute attente, constituer des refuges pour de nombreuses espèces ne trouvant plus dans l'espace agricole extérieur suffisamment de conditions favorables pour satisfaire l'ensemble de leur cycle biologique (ex: jardins potagers familiaux aux entrées de village qui apportent une ressource alimentaire plus régulière et diversifiée aux insectes pollinisateurs).

Ces franges villageoises, au niveau desquelles peuvent s'effacer les limites des sous-trames, ou au contraire montrer une séparation " au couteau ", sont souvent en constante évolution.

Un étalement urbain mal maîtrisé, au détriment des espaces agricoles et naturels, est aussi souvent suivi d'une extension du parc d'éclairage et donc de l'apparition de nouvelles sources potentielles de pollution lumineuse. L'extension de l'urbanisation est y aussi souvent peu qualitative, induisant un risque de banalisation

du paysage et de dégradation de la mise en valeur de la silhouette villageoise.

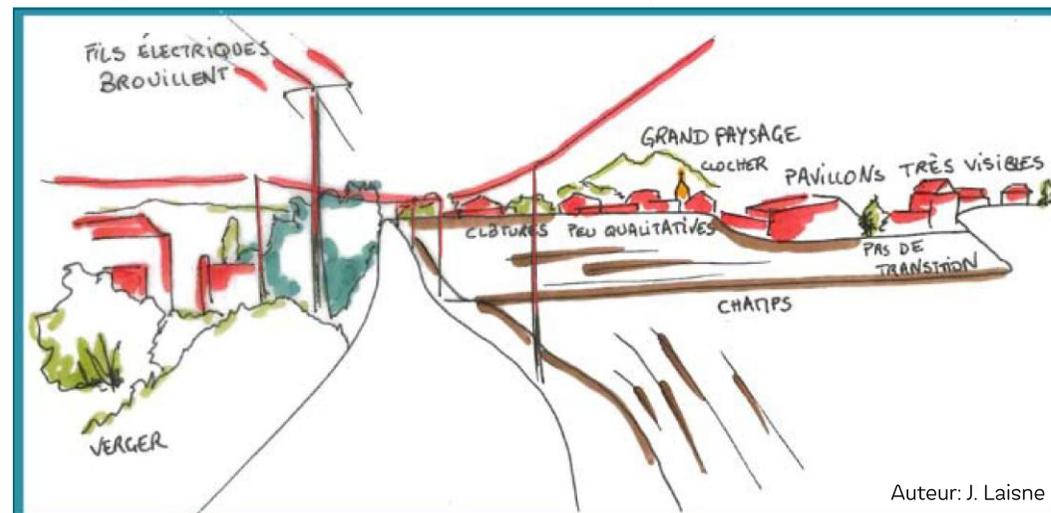
S'intéresser à ces espaces de transition est donc particulièrement justifié, car cela peut permettre d'approcher la question des continuités écologiques auprès des habitants, par d'autres approches moins techniques, moins "froides". A ce titre, le recours à des croquis, comme outil de discussion, est intéressant. Production "sensible", le croquis reflète, met en lumière le regard propre à celui qui le réalise (J. Laisne, 2018).

Dans le cadre d'un stage de fin d'études d'ingénierie paysagiste, une typologie des entrées de villages du territoire a d'abord été réalisée, à partir d'un échantillon de 36 villages et hameaux (sur les 46 communes au total du Parc naturel régional).

Cette typologie est intéressante, car elle apporte des informations, un recul sur les différentes formes d'urbanisme et sur une perception des continuités entre le village et son environnement.



Une des entrées du village de Puimoisson (© J. Laisne)
Un code couleur a été utilisé pour mettre en valeur la structure générale des entrées de villes. Les éléments qui ressortent ou qui ne semblent pas intégrés au paysage sont surlignés en rouge. Les autres couleurs permettent de décrire visuellement le décor qui se présente (orange pour le bâti ancien, vert pour le végétal, marron pour le milieu agricole...).



Auteur: J. Laisne

Au sein de communes dont les élus étaient intéressés par la démarche, ces croquis ont alors servi de support d'animation et de rencontre avec les habitants.

Discuter avec les habitants de leur ressenti sur ces espaces vécus au quotidien, aménagés ou non (moins) aménagés ; du paysage proche ou lointain visible depuis leur maison ou en sortie du village, de leurs usages, peut permettre d'aborder et de partager des enjeux de la trame verte et bleue différemment. Et de questionner aussi leur regard sur les espaces verts, les jardins, les coulées vertes intra-muros. Même en milieu rural, parler d'enjeux de la trame verte et bleue intra-urbaine, a du sens.

Ces rencontres, par la prise de recul et les débats suscités, peuvent aussi favoriser une meilleure reconnaissance et prise en compte de ces enjeux dans les documents d'urbanisme et la politique environnementale de chaque village.

Ce travail a permis une première approche avec les habitants pour aborder les enjeux de la trame verte et bleue, thème qui peut paraître ardu et peu concret pour un public non averti, ou du moins non familiarisé avec un vocabulaire trop souvent technique, d'urbaniste ou d'écologue.

Ce travail a fait émerger la plus-value d'un observatoire du paysage, comme outil pour continuer à faire perdurer une animation, une médiation autour de ces questions de paysage, de biodiversité, d'urbanisme et d'aménagement du territoire.



Les habitants sont venus positionner leurs lieux d'intérêt sur une carte pré-établie. Pour rendre l'atelier plus ludique et faciliter l'appropriation de la démarche par les habitants, des catégories sont proposées. Ces catégories sont définies à partir des problématiques soulevées par l'élaboration de la trame verte et bleue et par l'analyse paysagère des entrées de la commune.

Les habitants sont ainsi invités à positionner des gommettes de couleur sur les lieux cités, en suivant cette classification:

- en rouge, le patrimoine bâti ou paysager ;
- en vert, le patrimoine naturel ;
- en bleu, les lieux de rencontre ;
- en orange, les lieux de promenade ;
- en jaune, le milieu agricole ;
- en rose, tout autre point d'intérêt.

Sur les gommettes, des signes positifs ou négatifs permettent d'évaluer le site choisi en fonction de son ressenti.

Restauration des continuités écologiques de la trame bleue et turquoise: exemple de la restauration hydromorphologique du Colostre

Le Colostre, principal affluent du Verdon sur le plateau de Valensole, est identifié comme réservoir biologique dans le SDAGE et est classé, sur la majeure partie de son linéaire, sur la liste 1 (L.214-17 du code de l'environnement) des cours d'eau dont l'objectif est de préserver la continuité écologique.



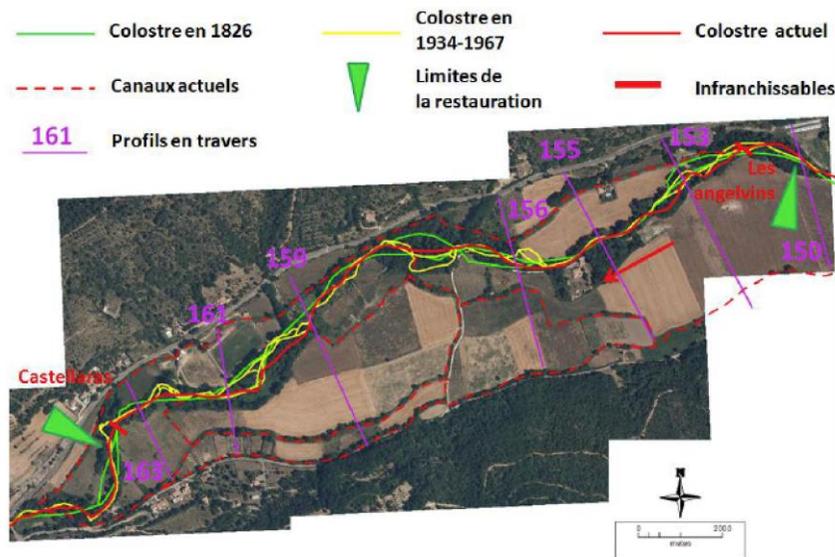
© Annie Robert -Le Colostre

Cependant, les nombreux seuils aménagés pour l'irrigation agricole et les travaux de recalibrage du lit, au cours des décennies précédentes pour canaliser son cours et effacer les crues, ont fortement impacté son fonctionnement hydromorphologique et dégradé la fonctionnalité de la continuité écologique.

Autrefois parfaitement connecté sur les 30 km de son cours, l'homogénéisation des écoulements, l'enfoncement consécutif important de son lit et la déconnexion entre le lit et la nappe alluviale, ont causé une chute drastique de la diversité piscicole et conduit progressivement à un assèchement de la ripisylve et des zones humides rivulaires. La ripisylve s'efface au profit de berges abruptes, couvertes de ronciers et, en arrière, par des essences plus forestières de bois dur (chêne...).

Ces conditions dégradées ont également favorisé la colonisation des milieux par des espèces floristiques exotiques invasives, ainsi que pour la faune (l'écrevisse de Californie -*Pacifastacus leniusculus*- est abondante sur son cours aval et ne cesse de progresser vers l'amont).

Un ambitieux programme de restauration de la continuité sédimentaire et écologique, phasé sur plusieurs années, est ainsi en cours de définition et de mise en oeuvre.



Carte issue du dossier préalable aux procédures de DIG et DUP (Riparia, 2018)

La superposition des différents tracés montre que le Colostre, au fil du temps, est passé d'un cours d'eau à "tresses" divaguant dans un lit mineur plus large, à pratiquement un couloir rectiligne, enclavé dans un lit étroit et bordé d'une ripisylve sénéscente. Les premiers travaux de rectification du lit ont eu lieu dans les années 1850, en parallèle à l'installation de seuils et de prises d'eau.

A terme, l'objectif serait de restaurer plus de 12 km du linéaire du cours d'eau, pour lui rendre son statut de réservoir biologique et de ressource en eau pour cette vallée du Verdon.
Ce projet ambitieux fait l'objet de financements de l'Europe (POIA-FEDER) et de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse



Le concours de la démarche Natura 2000 aux objectifs de préservation et de restauration des continuités écologiques

Objectifs concourant à la restauration de la sous-trame des milieux ouverts et semi-ouverts



Coupe sylvo-pastorale réalisée dans le cadre d'une mesure agro-environnementale (MAEC) sur le site FR9301540.

© Anne Ferment



Réouverture de milieux (MAEC) sur le site FR9301533.

© Anne Ferment

La sous-trame forestière: préservation d'ilôts et d'une trame d'arbres sénescents



Préparation d'un contrat Natura 2000 "Bois sénescents" (vérification de l'éligibilité des arbres)

© Anne Ferment

Plusieurs politiques publiques de préservation de la biodiversité peuvent concourir aux objectifs de préservation et de restauration des continuités écologiques, comme la démarche Natura 2000.

79

La trame bleue et turquoise: restauration de zones humides:

Marais de Bouges



Avant réouverture



Réouverture: broyage par un tracteur forestier.

© Anne Ferment

Réouverture de la périphérie d'un bas-marais alcalin et de sources travertineuses gagnées par les pins noirs et les genêts cendrés (contrat Natura 2000 sur le site FR9301540)

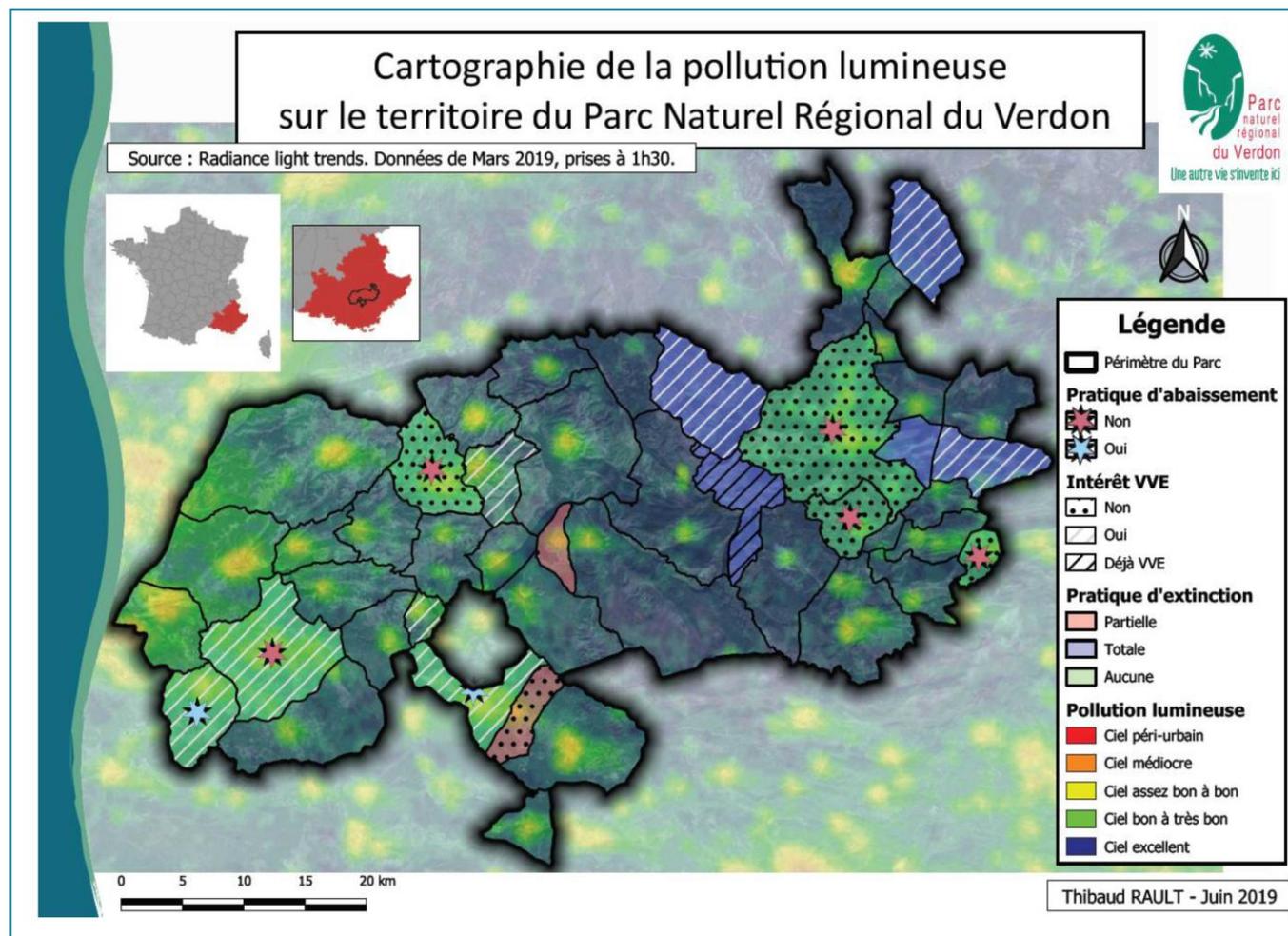
© Anne Ferment

Initiatives sur le territoire pour réduire la pollution lumineuse



Plusieurs communes du Verdon se sont d'ores et déjà engagées dans une démarche de gestion plus durable de leur parc d'éclairage public, en rénovant ce dernier et en pratiquant des diminutions de puissance ou d'extinction totale, au cours de la nuit.

La commune de Rougon, première commune du territoire labellisée "villes et villages étoilés", a ainsi diminué ses consommations d'un facteur 3 (66%) et sa facture énergétique a diminué de moitié.



PRÉSERVER ET RECONQUÉRIR LES MILIEUX OUVERTS ET SEMI-OUVERTS : LE PROJET "CAMPAS"

Dans le cadre de l'élaboration de la trame verte et bleue du Parc naturel régional du Verdon, le croisement entre l'expertise pastorale, l'expertise écologique (évaluation des connexités) et l'étude de l'évolution de la végétation (photo-interprétation) ont permis d'identifier:

- des espaces à préserver : milieu bien ouvert, connexités écologiques et ressource pastorale en bon état ;
- des espaces à améliorer : dégradation des connexités (dynamique de fermeture des milieux) et/ou dégradation de la ressource pastorale ;
- des espaces à restaurer : connexité mauvaise (fermeture du milieu très marquée) et/ou valeur pastorale fortement dégradée/inaccessible).

Sur la base de cette meilleure connaissance de l'état des continuités écologiques, le croisement avec d'autres critères, comme l'existence d'une dynamique collective de pâturage (ex: groupement pastoral), le foncier, l'accessibilité aux zones de pâturage, le niveau d'équipements existants (ex: cabane pastorale, impluviums), les partenariats possibles etc., a permis de préciser la faisabilité d'interventions et, dans un premier temps, d'identifier 8 sites prioritaires pour des travaux de réouverture, répondant à la fois à des enjeux forts de biodiversité et à un réel intérêt pastoral.

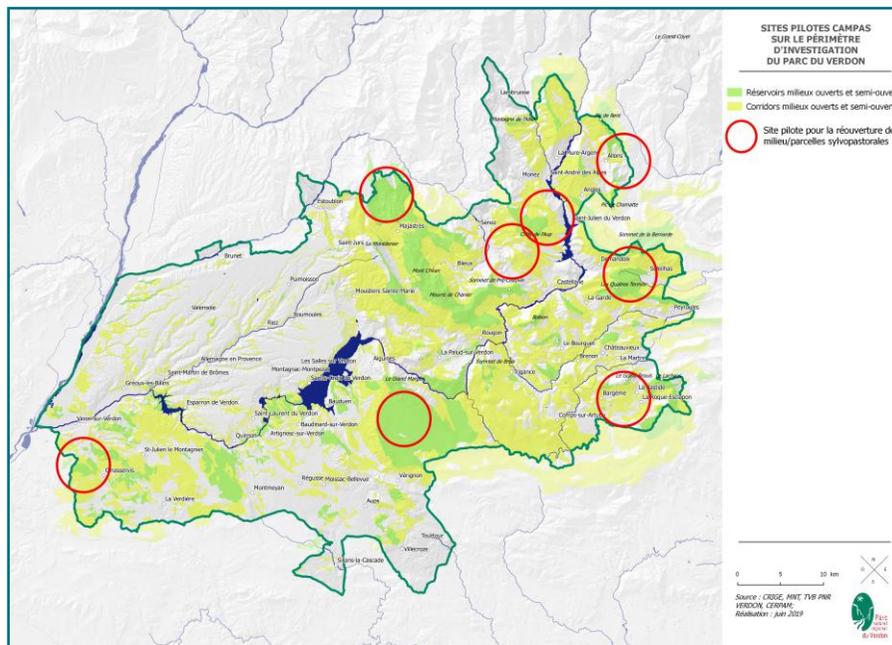
Réunissant dix partenaires, le projet "CAMPAS" vise ainsi la reconquête collective d'espaces pastoraux en déprise, à enjeu de maintien et de restauration des continuités écologiques, paysager et de lutte contre le risque incendie.

Avec la participation financière de la SAFER et sous réserve de l'obtention des financements européens (FEADER) et de la Région, ce projet doit aboutir à une série de premiers travaux de restauration de milieux pastoraux dégradés (débroussaillage, coupes sylvo-pastorales...).

Pour assoir leur pérennité, ces interventions seront précédées des étapes suivantes :

- préciser les interactions écologiques et pastorales, pour affiner les périmètres à réouvrir ;
- mener une animation foncière pour les sites où le foncier n'est pas maîtrisé ;
- impliquer les autres usagers de l'espace et les habitants dans la réflexion et l'intégration paysagère de ces réouvertures ;

En parallèle à leur définition et mise en oeuvre, une méthode de suivi des résultats doit être définie, afin de vérifier dans le temps l'efficacité de la réouverture et de pouvoir réadapter la gestion et les pratiques pastorales sur les sites.



Retrouvez toutes les informations de la trame verte et bleue du Parc naturel régional du Verdon:

Le site internet du Parc :

www.parcduverdon.fr/trame-verte-et-bleue

Les vidéos de la trame verte et bleue du Parc :

<https://youtu.be/iO2llg9-po4>

La cartothèque du Parc :

http://sit.pnrpaca.org/verdon_tvb_pro/index.html

Le centre national de ressource pour la mise en oeuvre de la Trame verte et bleue :

www.trameverteetbleue.fr

L'élaboration de la trame verte et bleue du Parc naturel régional du Verdon a été rendue possible grâce aux financements de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et de l'Europe. L'Europe s'engage sur le Massif Alpin avec le Fond Européen de Développement Régional -POIA-FEDER



Nos partenaires techniques:



Ont contribué à l'élaboration de la trame verte et bleue du Parc, par la transmission d'informations géoréférencées et/ou leur expertise :



Le réseau des trames verte et bleue des parcs naturels régionaux de Provence-Alpes-Côte d'Azur:

