Note méthodologique pour l'identification des espaces importants pour la conservation de la biodiversité et des continuités écologiques en Languedoc-Roussillon

Annexe au SRCE Languedoc-Roussillon

Coordonné par :

Aurélien Letourneau et John Thompson
(UMR 5175 CEFE, CNRS)

Avril 2013

Avant Propos

Ce document présente la méthodologie développée par le Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE) en collaboration avec le Bureau d'études ASCONIT et en partenariat avec le milieu associatif pour l'identification des enjeux de biodiversité dans le contexte de l'élaboration du Schéma Régional de Cohérence Écologique. Elle constitue un outil d'accompagnement pour aider les co-pilotes (DREAL et Conseil Régional) à mettre œuvre en la trame verte et bleue.

La coordination des travaux a été assurée par :

Aurélien LETOURNEAU et John THOMPSON
(UMR 5175 Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS)

Ont participé aux travaux :

Aurélien LETOURNEAU, Ruppert VIMAL et John THOMPSON
(UMR 5175 Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, CNRS)

Laure BELMONT et Maud GRARD (Asconit)

Lionel PIRSOUL (CEN L-R)
Stefan AGNEZY (Coordinateur Régional de l'Union *Meridionalis* – cinq associations membres)
Florence MERLET, Xavier HOUARD et Stéphane JAULIN (OPIE)

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre d'une subvention de l'État (DREAL N°2012-074 PRESAGE : 42-660) et de la Région Languedoc- Roussillon (N° 2012 004677) et du programme REPERE du Ministre de l'Écologie (N° du contrat de subvention : 11-MUTS-REPERE-10-CVS-0452011 - 2100 606 615).

Table des matières

Acronymes 9

Glossaire 11

Cadre juridique 15

Le contexte régional 15

Objectifs de la méthode 16

Présentation des indicateurs 18

Calcul des indicateurs et leur croisement 20

1 Hiérarchisation des indices, indicateurs combinés et indicateurs de base 20

2 Calcul et combinaison des indicateurs d'importance écologique 22

2.1 Indicateur de fonctionnalité écologique des milieux naturels 22

2.1.1 La densité et cohésion écologique des milieux naturels 23

2.1.2 La naturalité des milieux 24

2.1.3 La fragmentation des milieux 25

2.1.4 La diversité des milieux 26

2.2 Indicateur de densité de paysages remarquables 27

2.3 Indicateur de responsabilité patrimoniale de la région 28

2.4 Indicateur de fonctionnalité écologique associées aux pratiques agricoles 29

2.5 Indicateur combiné de fonctionnalité écologique des milieux aquatiques continentaux : 38

2.5.1 Indicateur de fonctionnalité écologique liée aux cours d'eau 39

2.5.2 Indicateur de fonctionnalité écologique liée aux plans d'eau et zones humides 40

3 Calcul et combinaison des indicateurs d'empreinte humaine 41

3.1 Indicateur combiné d'artificialisation des sols 43

3.1.1 Indicateur de densité de bâti 44

3.1.2 Indicateur d'artificialisation des sols 45

3.2 Indicateur combiné du réseau de transport 46

3.2.1 La densité du réseau de transport 47

3.2.2 L'infranchissabilité du réseau de transport 48

3.3 Indicateur combiné de démographie niveau communal 49

3.3.1 La densité de population 50

3.3.2 La croissance démographique 51

3.3.3 La fréquentation touristique 52

3.4 Indicateur de densité du réseau énergétique 53

3.5 Indicateur de projets d'aménagements 55

Perspectives pour l'identification des enjeux de la TVB 57

Références 59

Liste des cartes et figures

Figure 1 Processus de mise en œuvre de la TVB/SRCE. 17
Figure 2 Exemple de spatialisation d'un indicateur. 19
Figure 3 Carte des territoires d'importance écologique. 21
Figure 4 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique des milieux naturels. 22
Figure 5 Spatialisation de l'indicateur de densité et cohésion écologique des milieux naturels. 23
Figure 6 Spatialisation de l'indicateur de naturalité des milieux. 24
Figure 7 Spatialisation de l'indicateur de fragmentation des milieux. 25
Figure 8 Spatialisation de l'indicateur de diversité des milieux. 26
Figure 9 Spatialisation de l'indicateur de densité des paysages remarquables règlementaires. 27
Figure 10 Spatialisation de l'indicateur de responsabilité patrimoniale. 28
Figure 11 Schéma de la méthodologie pour la cartographie de sous-trames agricoles homogènes en termes de paysage, milieux et d'usage agricole majoritaire. 31
Figure 12 Cartographie des trames agricoles (voir légende page suivante) qui illustrent les continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc-Roussillon. 32
Figure 13 Les trames agricoles qui illustrent les continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc-Roussillon (légende). 33
Figure 14 Spatialisation de l'indicateur d'état de conservation (à gauche) et de connectivité (à droite) des sous-trames agricoles. 35
Figure 15 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique associée à la trame agricole. 36
Figure 16 Spatialisation de l'indicateur d'importance écologique liée aux milieux aquatiques continentaux. 38
Figure 17 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique liée aux cours d'eau. 39
Figure 18 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique liée aux plans d'eau et zones humides. 40
Figure 19 Spatialisation de l'indicateur combiné d'empreinte humaine. 41
Figure 20 Spatialisation de l'indicateur combiné d'artificialisation des sols. 43
Figure 21 Spatialisation de l'indicateur de densité de bâti. 44
Figure 22 Spatialisation de l'indicateur de territoires artificialisés ou ayant mutés entre 1999 et 2006. 45
Figure 23 Spatialisation de l'indicateur combiné de densité et d'importance du réseau de transport. 46
Figure 24 Spatialisation de l'indicateur de densité du réseau de transport. 47
Figure 25 Spatialisation de l'indicateur de présence d'obstacles et de franchissements au sein des infrastructures de transport. 48
Figure 26 Spatialisation de l'indicateur de présence humaine au niveau communal. 49
Figure 27 Spatialisation de l'indicateur de densité de population au niveau communal. 50
Figure 28 Spatialisation de l'indicateur de croissance démographique au niveau communal. 51
Figure 29 Spatialisation de l'indicateur de fréquentation touristique par commune. 52
Figure 30 Spatialisation de l'indicateur de réseau de production et d'acheminement énergétique. 54
Figure 31 Spatialisation de l'indicateur des périmètres de projets d'aménagements. 56
Figure 32 Cartographie provisoire du croisement entre les indices globaux d'importance écologique et d'empreinte humaine. 58

Liste des tableaux

Table 1 Notation et classes de naturalité des milieux naturels (CRENAM, IPAMAC *et al.*, 2011)..... 24
Table 2 Zone tampon associée aux lignes à haute tension. 53
Table 3 Zone tampon associée aux postes électriques. 53
Table 4 Zones de développement éoliens et statut. 54

Liste des annexes

Annexe 1 Recommandations générales du CSRPN pour la démarche « Trame verte et bleue » en Languedoc-Roussillon du 24 Juin 2010. 61
Annexe 2 Avis N°2011-12 de la séance plénière du CSRPN du 21 septembre 2011 concernant la méthodologie de mise en place d'indicateurs pour la politique Trame Verte et Bleue (TVB). 63
Annexe 3 Les 23 ensembles paysagers de la région Languedoc-Roussillon. 64
Annexe 4 Les 15 espèces d'oiseaux indicatrices de la qualité des différentes trames agricoles du SRCE en Languedoc-Roussillon. 65
Annexe 5 Liste des taxons d'Insectes non proposés pour la cohérence nationale pouvant présenter un intérêt complémentaire en région 66
Annexe 6 Cartographie des sous-trames agricoles de Lozère. 67
Annexe 7 Cartographie des sous-trames agricoles du Gard. 68
Annexe 8 Cartographie des sous-trames agricoles de l'Hérault. 69
Annexe 9 Cartographie des sous-trames agricoles de l'Aude. 70
Annexe 10 Cartographie des sous-trames agricoles des Pyrénées-Orientales. 71
Annexe 11 Qualification de la déprise en termes d'effets sur la fonctionnalité écologique. 72
Annexe 12 Construction d'un indicateur d'occupation du sol. 73
Annexe 13 Classe d'occupation du sol dans la BD Ocsol. 78
Annexe 14 Répartition des espaces du Languedoc-Roussillon selon les catégories du niveau 3 de la base de données Ocsol. 80
Annexe 15 Détail de la cartographie d'artificialisation des sols par département. 81

Acronymes

CEFE : UMR 5175 Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive.

CEMAGREF : Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

COMOP : Comité Opérationnel (Trame verte et bleue)

CRENAM : L'université Jean Monnet Saint-Etienne

CR-TVB : Comité Régional - Trame Verte et Bleue

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine naturel

DREAL : Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

ENS : Espaces Naturels Sensibles

INSEE : Institut national de la Statistique et des Études Économiques

IPAMAC : inter-Parcs Massif Central

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

LGV : Ligne Grande Vitesse

OPIE : Office Pour les Insectes et leur Environnement

OTEX : Orientations Technico-Economique des EXploitations

PPE : Projets Potentiellement Éligibles liés à la SCAP

RPG : Registre Parcellaire Graphique

RTE : Réseau de Transport d'Électricité

SCAP : Stratégie de Création des Aires Protégées

SINP : Système d'Information sur la Nature et les Paysages

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Écologique

TE : Territoires à Enjeux liés à la SCAP

TVB : Trame Verte et Bleue

UGB : Unités Grand Bétail

UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

ZDE : Zones Développement Eolien

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

Glossaire

Cohérence écologique : Les Trames vertes et bleues existent à différents niveaux territoriaux et devraient donc s'articuler de façon cohérente : Chacune apporte une réponse aux enjeux de son territoire en matière de biodiversité et contribue à répondre aux enjeux des niveaux supérieurs[1]. Ainsi, selon le décret TVB de décembre 2012[2] : « *Art. R. 371-24.* – « Afin d'assurer la cohérence nationale de la trame verte et bleue, le schéma régional de cohérence écologique prend en compte la nécessité de préserver les espèces, habitats et continuités écologiques d'importance nationale identifiés comme constituant des enjeux nationaux et transfrontaliers ».

Continuité écologique : Au sens strict, il s'agit d'un espace qui n'est pas interrompu. Dans un contexte trame verte et bleue (TVB) il s'agit surtout de l'ensemble des milieux ayant une fonctionnalité écologique favorable à une espèce ou un groupe d'espèces ou un écosystème. Les continuités écologiques constituant la TVB sont composées de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques.

Connectivité écologique : Une notion qui traduit l'existence de liaisons fonctionnelles permettant le déplacement des individus ou des flux de gènes entre deux sites qui pourraient être du même milieu ou des milieux différents. Les sites peuvent être disjoints ou contiguës. Cette notion caractérise le fait que le paysage facilite ou entrave la circulation des organismes entre sites qui leur sont favorables ou les flux de gènes entre populations. La connectivité écologique peu être étudiée de manière *« structurale »* sur la base cartographique de l'organisation spatiale des éléments du paysage et les distances physiques entre ces éléments et / ou de manière « *fonctionnelle* » par l'analyse de la réponse des organismes à l'organisation spatiale des éléments du paysage[3].

Corridor écologique : Un élément du paysage ou d'une région qui permet le flux d'individus, de gènes et de matière (eau, nutriments, ….)[4]. Il s'agit d'une liaison fonctionnelle entre deux sites qui pourraient être composé du même milieu ou de milieux différents. Le corridor écologique, qui peut être linéaire ou discontinu, facilite les échanges des individus ou des populations des espèces entre les sites qui assurent les différentes étapes du cycle de vie ou la persistance d'une espèce à l'échelle régionale. Le corridor favorise ainsi la « connectivité écologique ». Selon le décret TVB[5], « ***Les corridors écologiques*** *assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers* ».

Densité des milieux : La proportion dans une « fenêtre de travail » (maille) occupée par un type de milieu.

[1] Voir le Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la restauration des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique » issu des travaux provisoires du comité opérationnel «Trame verte et bleue» du Grenelle de l'environnement.

[2] Journal Officiel de la République Française. (2012) Décret no 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue. 5 pages.

[3] Chetkiewicz, C.-L. B., et al. (2006) Corridors for conservation: integrating pattern and process. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 37: 317-342.

[4] Voir 3.

[5] Voir 2.

Diversité de milieux : La variété ou la pluralité de milieux dans un espace donné (maille). Elle peut être quantifiée à partir du nombre et la répartition spatiale de milieux différents présents dans une « fenêtre d'analyse » (par exemple une maille) en utilisant la formule de Shannon[6].

Ecosystème : Un ensemble précis d'entités trophiques interdépendantes dans lesquelles se trouvent des êtres vivants (biocénose) en interaction avec un même environnement géologique, pédologique, physico-chimique et climatique (biotope). Un étang ou une forêt constitue un écosystème. Cette notion est difficile à utiliser d'un point de vue opérationnel car elle n'a pas de délimitation spatiale uniforme (forêt, mare, arbre mort, bouse de vache, ….).

Empreinte humaine : Dans le cadre de cette étude il s'agit d'un **i**ndicateur qui vise à traduire les risques liés à l'intensité des activités humaines sur les espaces important pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques.

Entité paysagère : Ensemble de composants spatiaux, de perceptions sociales et de dynamiques naturelles qui, par leurs caractères, procurent une singularité à la partie de territoire concernée. Une entité paysagère est caractérisée par un ensemble de structures paysagères et se distingue des entités voisines par une différence de présence, d'organisation ou de formes de ces caractères[7].

Fonctionnalité écologique : Plusieurs types de processus peuvent être attachés à cette notion, comme le fonctionnement biologique individuel d'un organisme dans un environnement (alimentation, survie, reproduction…), les processus de flux de matière dans les écosystèmes, le rôle d'une classe d'organismes dans l'écosystème (producteurs primaires, décomposeurs…)[8].

Fragmentation : Transformation d'une surface d'habitat naturel en un nombre plus ou moins important de fragments, dont la surface totale est inférieure à celle de l'habitat original et qui sont plus ou moins isolés les uns des autres par une matrice environnante différente de l'originale[9].

Hétérogénéité : Voir « diversité des milieux ».

Importance Ecologique : Dans le cadre de cette étude il s'agit d'un terme utilisé pour identifier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques sur la base de différents indicateurs.

Indicateur / indice : un indicateur est un outil d'évaluation et d'aide à la décision. Il mesure une situation ou une tendance sur une base objective, et résume généralement des informations complexes. Un indice est un indicateur qui agrège plusieurs autres indicateurs.

Intégrité : Il s'agit de l'état d'une chose, d'un tout, qui est entier, qui a toutes ses parties, qui n'a subi aucune altération, aucune atteinte. L'intégrité d'un système écologique suppose qu'il soit composé par des espèces indigènes, et que ses processus fonctionnels soient intacts[10].

---

[6] Hill, M.O. (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54: 427–432.

[7] Voir 1

[8] Jax K (2005) Function and "functioning" in ecology: what does it mean? *Oikos* **111**, 641-648.

[9] Wilcove, D. S. et al. (1986). Habitat fragmentation in the temperate zone. Conservation Biology. The science of scarcity and diversity. M. E. Soulé. Sunderland, Massachussets, Sinauer Associates Inc.**:** 237-256.

[10] Blandin, P. (2009). De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité. Paris, Editions QUAE.

Mosaïque paysagère : Ensemble formé par l'hétérogénéité géologique, écologique et climatique en interaction avec les usages du sol d'un territoire. Elle peut représenter une sous-trame dans l'analyse spatiale du réseau écologique en relation avec les entités paysagères et les pratiques agricoles.

Méta-population : Ensemble de populations constitué de plusieurs sous-unités (taches) plus ou moins déconnectées mais dont le fonctionnement et la stabilité à long terme est assurée par les flux d'individus entre les différentes taches.

Milieux semi-naturels et naturels : Un ou plusieurs éléments du paysage qui permettent l'alimentation, la reproduction et la survie des individus d'une espèce et où les activités humaines sont présentes sans avoir un effet significatif sur la composition en espèces et les dynamiques naturelles.

Naturalité : Critère utilisé par le réseau écologique « IPAMAC » pour identifier les réservoirs de biodiversité potentiels[11]. IL s'agit d'un gradient progressif qui traduit généralement la présence croissante de milieux semi-naturels et naturels dans un endroit. La notion d'absence totale d'interventions anthropiques étant illusoire, la naturalité représente en quelque sorte un processus dynamique « non contrarié » par l'homme, c'est-à-dire les espaces où les activités humaines sont présentes sans avoir un effet significatif sur les dynamiques naturelles.

Paysage : Etendue spatiale composée d'éléments naturels et/ou transformé par les activités humaines et qui présente une certaine identité visuelle ou fonctionnelle.

Réseau écologique : Ensemble des habitats susceptibles de fournir aux espèces un milieu permanent ou temporaire permettant l'accomplissement de leur cycle de vie[12]. Un réseau est constitué d'unités appelées nœuds et de liens représentant les échangent entre les nœuds. Dans le cas d'un réseau écologique dont les nœuds sont des unités d'habitat inscrites dans un paysage, les liens représentent les flux d'organismes entre ces unités[13].

Réservoir de biodiversité : Selon le décret TVB[14] : « ***Les réservoirs de biodiversité*** *sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces.* » Il est à noter ici que le décret reconnaît qu'un réservoir de biodiversité « *peut être isolé des autres continuités de la trame verte et bleue lorsque les exigences particulières de la conservation de la biodiversité ou la nécessité d'éviter la propagation de maladies végétales ou animales le justifient* ». Selon le décret, les espaces définis au 1o du II de l'article L. 371-1du code de l'environnement constituent des réservoirs de biodiversité, c'est-à-dire « *tout ou partie des espaces protégés …. Ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité* ».

Responsabilité patrimoniale : il s'agit d'un critère biogéographique, il rend compte de la distribution des espèces afin de pouvoir calculer la proportion de l'effectif d'un taxon présent sur un territoire par rapport à

[11] CRENAM, IPAMAC et PNRs asociés au projet (2011) Note méthodologique Identification des réservoirs de biodiversité potentiels. Projet Trame écologique du Massif Central. 25 pages.

[12] Jongman, R. H. G. (2004) The context and concept of ecological networks. Ecological networks and greenways: concept, design, implementation. R. H. G. Jongman & G. Pungetti. Cambridge, U.K., Cambridge University Press**:** 7–33.

[13] Hagen M, *et al.* (2012) Biodiversity, Species Interactions and Ecological Networks in a Fragmented World. *Advances in Ecological Research* 46, 89-210.

[14] Voir 2.

l'effectif de ce taxon sur un territoire de référence[15]. Au plus cette proportion est forte au plus la responsabilité patrimoniale pour le taxon est engagée.

Trame et sous-trame : Un ensemble d'espaces constitués par une même entité paysagère, un même type de milieu (par exemple : forêt, zone humide, pelouse naturelle, zone agricole) ou un même type de mosaïque paysagère (en relation avec les pratiques agricoles par exemple).

Trame verte et bleue : Il s'agit d'un maillage écologique, local ou régional, dont la conception et le suivi s'appuient sur une approche scientifique. La définition officielle dans le contexte de la TVB est la suivante :
« *Art. R. 371-16.* − La trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements auxquels des dispositions législatives reconnaissent cette compétence et, le cas échéant, celle de délimiter ou de localiser ces continuités.
« Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire.
« *Art. R. 371-17.* − La trame verte et bleue contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'étend jusqu'à la laisse de basse mer et, dans les estuaires, à la limite transversale de la mer.
« *Art. R. 371-18.* − L'identification et la délimitation des continuités écologiques de la trame verte et bleue doivent notamment permettre aux espèces animales et végétales dont la préservation ou la remise en bon état constitue un enjeu national ou régional de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation.

[15] Olivier, L., J. P. Galland, et al. (1995) Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : Espèces prioritaires. Paris, Muséum d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement.

Cadre juridique

Le décret d'application n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue (Journal Officiel 2012) « *un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire et contribue à un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Les continuités écologiques qui constituent la trame verte et bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Leur identification et leur délimitation doivent notamment permettre aux espèces animales et végétales dont la préservation ou la remise en bon état constitue un enjeu national ou régional de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation.*»

Le décret d'application définie deux composantes essentielles des **continuités écologiques** qui forment la trame verte et bleue.

Premièrement : « ***Les réservoirs de biodiversité*** *sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces.* ». Il est à noter ici que le décret reconnaît qu'un réservoir de biodiversité « *peut être isolé des autres continuités de la trame verte et bleue lorsque les exigences particulières de la conservation de la biodiversité ou la nécessité d'éviter la propagation de maladies végétales ou animales le justifient* ». Selon le décret, les espaces définis au 1o du II de l'article L. 371-1du code de l'environnement constituent des réservoirs de biodiversité, c'est-à-dire « ***tout ou partie des espaces protégés …. ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité*** ».

Deuxièmement : « ***Les corridors écologiques*** *assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers*. »

Enfin, le décret stipule que ces continuités écologiques sont à identifier par les schémas régionaux de cohérence écologique, qui doivent comporter « *un diagnostic du territoire régional et une présentation des enjeux relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques à l'échelle régionale* » et « *un volet présentant les continuités écologiques retenues pour constituer la trame verte et bleue régionale et identifiant les réservoirs de biodiversité et les corridors qu'elles comprennent* ».

Le décret insiste sur le fait que « *la préservation des milieux nécessaires aux continuités écologiques assure au moins le maintien de leur fonctionnalité* » et modifie le code de l'environnement (Art. R. 371-21) : « *La fonctionnalité des continuités écologiques s'apprécie notamment au regard de la diversité et de la structure des milieux qui leur sont nécessaires et de leur niveau de fragmentation ; des interactions entre milieux, entre espèces et entre espèces et milieux ; de la densité nécessaire à l'échelle du territoire concerné*. »

Le contexte régional

La région Languedoc-Roussillon, qui couvre une superficie d'environ 27 400 Km² au sud de la France et à l'ouest de la vallée du Rhône, est un véritable carrefour biogéographique de composantes principalement méditerranéennes mais aussi atlantiques, continentales et alpines. Le territoire abrite plus de 2/3 des espèces connues en France. Il incombe donc à la région une très forte responsabilité en termes de protection du patrimoine naturel français. La Stratégie Régionale pour la Biodiversité définie en 2008 reflète la volonté du Conseil régional de préserver ce patrimoine exceptionnel, qui représente aussi un atout considérable d'attractivité et de développement économique.

La région Languedoc-Roussillon se caractérise par sa diversité de paysages méditerranéens souvent en mosaïque, la présence de grands espaces agro-pastoraux et forestiers, et une hétérogénéité de l'empreinte humaine entre le littoral et le sud du Massif Central (Thompson & Gauthier eds. 2011). Dans la région, le lien entre activités humaines et maintien de la biodiversité reste très marqué. Ces éléments fondamentaux sont à prendre en compte pour l'élaboration d'une trame verte et bleue à l'échelle régionale. Ils interdissent une approche schématique et réductrice du fonctionnement des systèmes écologiques et sociaux et de leurs interdépendances. En Languedoc-Roussillon il existe encore des territoires composés de grands espaces naturels et semi naturels dans lesquels les activités humaines ont une longue histoire mais une faible intensité. Dans un tel contexte, la pertinence d'un modèle d'analyse des continuités écologiques et de leur fonctionnalité basées sur la démarche classique d'identification de corridors écologiques reliant des réservoirs de biodiversité, est à évaluer. C'est en effet le défi lié à l'élaboration d'une stratégie de conservation qui a pour objectif la conservation des processus écologiques (Smith et al. 1993 ; Balmford et al. 1998 ; Poiani et al. 2000 ; Chetkiewicz et al. 2006 ; Vimal et al 2012).

Dans les paysages fortement fragmentés, résultant d'une forte empreinte humaine sur les milieux (littoral, zones périurbaines), la notion de corridors reliant des réservoirs de biodiversité prend tout son sens (Burel & Baudry 2000). En revanche, dans l'arrière pays méditerranéen où les changements d'usages concernent surtout les secteurs de l'agropastoralisme traditionnel et des pratiques agricoles, la spatialisation de la fonctionnalité des continuités écologiques nécessite plutôt une approche basée sur l'identification de l'intégrité des grands espaces au sein desquels opèrent des interactions entre espèces et milieux. Ici il est nécessaire d'adopter une approche qui intègre les grands espaces de milieux ouverts et les mosaïques paysagères qui renferment de multiples usages et une diversité importante de milieux au sein des continuités écologiques. Loin de se visualiser comme un corridor classique ces espaces sont néanmoins des éléments clés pour le déplacement des organismes biologiques. Dans ces « grands ensembles fonctionnels », il est nécessaire de prendre en considération toute la « matrice paysagère » pour l'identification des « corridors » du fait de sa grande perméabilité et de son rôle de support d'une biodiversité ordinaire qui contribue fortement au fonctionnement écologique d'un territoire (Mougenot, 2003). A titre d 'exemple, dans le territoire du PNR de la Narbonnaise en Méditerranée, le fonctionnement des continuités écologiques dépend autant de la bonne gestion du milieu agricole et l'amélioration de la qualité de la mosaïque agricole que de l'identification de « corridors » reliant différents réservoirs de biodiversité (Richart et al. 2012 ; Bernard et al. Ms soumis). La caractérisation des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles représente ainsi un élément clé de toute démarche de conservation de la biodiversité en région méditerranéenne française.

Objectifs de la méthode

En suivant les différents avis du CSRPN du 24 Juin 2010 et 21 Septembre 2011 (

Annexe 1 et Annexe 2), concernant la pertinence d'une méthodologie adaptée au contexte régional, notre objectif est de développer une méthode d'analyse spatiale qui permet d'identifier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques. Notre méthode se base sur des indicateurs qui servent à décrire l'importance des espaces pour la fonctionnalité écologique, en suivant la définition du décret cité ci-dessus. En accord avec les différents éléments évoqués dans la législation concernant la fonctionnalité, nos indicateurs visent à qualifier la diversité et l'organisation spatiale des milieux, leur niveau de fragmentation, la densité nécessaire à l'échelle du territoire ainsi que la diversité et la qualité des paysages afin d'estimer les interactions et interdépendances entre milieux, entre espèces et entre espèces et milieux. S'agissant d'un territoire méditerranéen notre approche cible l'identification des continuités écologiques en termes de grands ensembles fonctionnels, dont il convient de favoriser la solidarité écologique. En effet, sur un territoire comme celui de la région Languedoc-Roussillon ceci passe par l'identification et la gestion des interdépendances de différents milieux au sein de la matrice paysagère.

L'utilisation des indicateurs pour identifier les espaces importants pour la biodiversité et les continuités écologiques représente ainsi un outil d'aide pour l'identification des enjeux de biodiversité pour le Schéma régional de Cohérence Ecologique (SRCE). Il est important de reconnaître ici que le développement de ces indicateurs sera suivi par leur croisement avec les différentes trames écologiques identifiées dans le diagnostic (Figure 1). En effet, les indicateurs, et les cartes que nous présentons dans ce document n'ont de sens pour l'élaboration de la TVB qu'à la lumière de leur croisement avec les trames et sous trames écologiques. Ce croisement représentera une étape importante dans le processus de mise en œuvre de l'outil d'aménagement du territoire qu'est la trame verte et bleue (Figure 1).

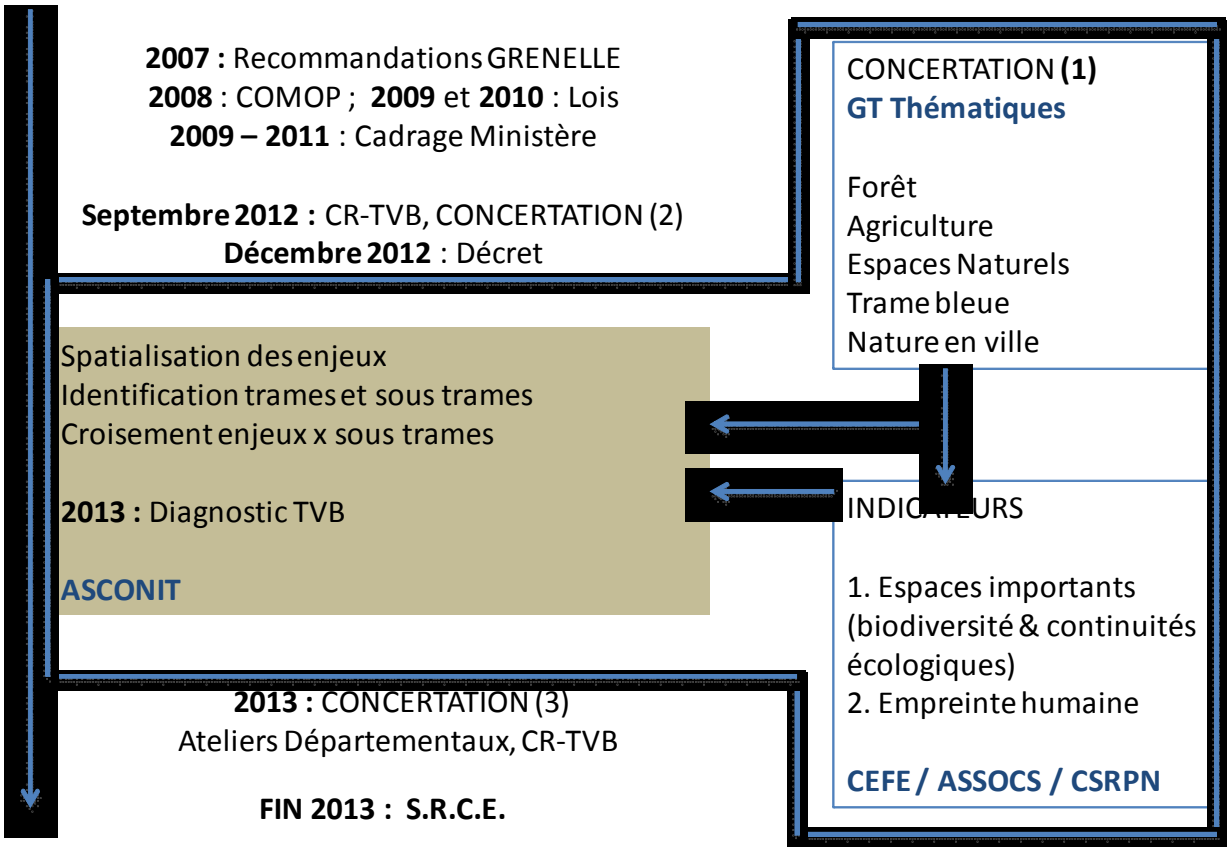


Figure 1 Processus de mise en œuvre de la TVB/SRCE.

Conscient de l'importance de cette première étape, notre expertise scientifique et technique se base sur la proposition d'indicateurs qui s'appuient sur des connaissances scientifiques et des méthodologies d'identification de la TVB développé par L'IPAMAC et qui sont combinés de manière simple et logique afin de pouvoir renseigner, dans l'espace, les enjeux de conservation de la biodiversité. Cette expertise se place à l'échelle régionale, c'est à dire entre l'échelle nationale de l'élaboration de la politique trame verte et bleue et l'échelle locale de mise en œuvre de documents stratégique (SCoT et PLU). Elle constitue tout simplement un outil d'accompagnement pour aider les co-pilotes (DREAL et Région) à mettre en œuvre la trame verte et bleue.

Présentation des indicateurs

L'élaboration de la trame verte et bleue en France se base sur un décret d'application (Journal Officiel 2012) qui stipule que « *la préservation des milieux nécessaires aux continuités écologiques assure au moins le maintien de leur fonctionnalité* ». Il s'agit dès lors d'identifier les éléments d'information spatiale permettant d'évaluer et de représenter les enjeux de conservation de la biodiversité en termes de fonctionnalité écologique. Des indicateurs permettant d'évaluer l'importance qu'un espace est susceptible d'avoir pour la préservation de la biodiversité ont été élaborés.

Le but est de caractériser le territoire du Languedoc-Roussillon par les différents aspects et éléments qui rendent un espace important pour la biodiversité et les continuités écologiques. L'approche adoptée, se base sur des indicateurs permettant de renseigner la contribution de chaque maille du territoire à la conservation de la biodiversité et des continuités écologiques.

Or, la matérialisation sur un territoire donné de la fonctionnalité écologique ou du réseau écologique sur la base d'indicateurs écologiques ne semble pas suffisante pour rendre compte des interdépendances écologiques, des processus sous jacents et interactions entre les activités humaines et les écosystèmes. La prise en compte du réseau écologique nécessite d'appréhender les enjeux de conservation de la fonctionnalité écologique dans un contexte démographique et socio-économique. L'intégration des facteurs socio-économiques ayant des effets sur les écosystèmes pourra permettre dans bien des cas, d'affiner la hiérarchisation des enjeux ou simplement leur caractérisation. Il s'agit dès lors d'identifier les éléments d'information spatiale permettant d'évaluer ces enjeux au sein de chaque maille.

Premièrement, **un indice global d'importance écologique** a été élaboré. Il se base sur la combinaison d'indicateurs qui estime la contribution des espaces naturels à la préservation de la biodiversité et aux continuités écologiques. Les indicateurs renseignent les informations suivantes :

- Densité des milieux naturels ;
- Naturalité des milieux ;
- Diversité des milieux ;
- Espaces non fragmentés ;
- Responsabilité régionale envers des espèces et des milieux rares ;
- Diversité et qualité des paysages remarquables ;
- État de conservation et de connectivité des espaces agricoles ;
- Continuités écologiques de la trame bleue (aquatique et zones humides).

Ainsi, les différents éléments évoqués dans la loi : « fonctionnalité », « densité » et « diversité » des milieux, qualité des paysages et degré de fragmentation, sont pris en compte par les indicateurs que nous avons développés.

Dans un second temps **un indice global de l'empreinte humaine** a été calculé. Il se base sur une batterie d'indicateurs concernant la présence humaine et de grandes infrastructures:

- Présence du bâti et artificialisation du territoire
- Présence et degré d'infranchissabilité des infrastructures linéaires ;
- Densité démographique;

- Fréquentation touristique ;
- Présence d'infrastructures pour l'énergie (éolien, lignes hautes tension, etc.) ;
- Grands projets d'aménagement (infrastructures routières, ligne à grande vitesse, etc.).

Une analyse croisée des éléments contribuant à, qualifier l'importance des espaces pour la fonctionnalité écologique et l'empreinte humaine qu'ils subissent permet d'identifier les zones importantes pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques et, ainsi, de hiérarchiser les priorités d'action à l'échelle du Languedoc-Roussillon.

La prise en compte d'informations spatialisées de nature, de formats et de sources diverses crée des contraintes méthodologiques quant au croisement de ces différents indicateurs. Il est alors nécessaire d'utiliser des données spatialement continues à l'échelle du territoire. Ainsi, chaque indicateur est combiné au travers d'un maillage hexagonal du territoire de 500 mètres, c'est-à-dire des unités d'analyse spatiale d'une surface de 21,7 hectares (Figure 2). Ces unités d'analyse représentent le meilleur compromis permettant une analyse la plus fine spatialement étant donné les contraintes de croisement de données disponibles à diverses résolutions.

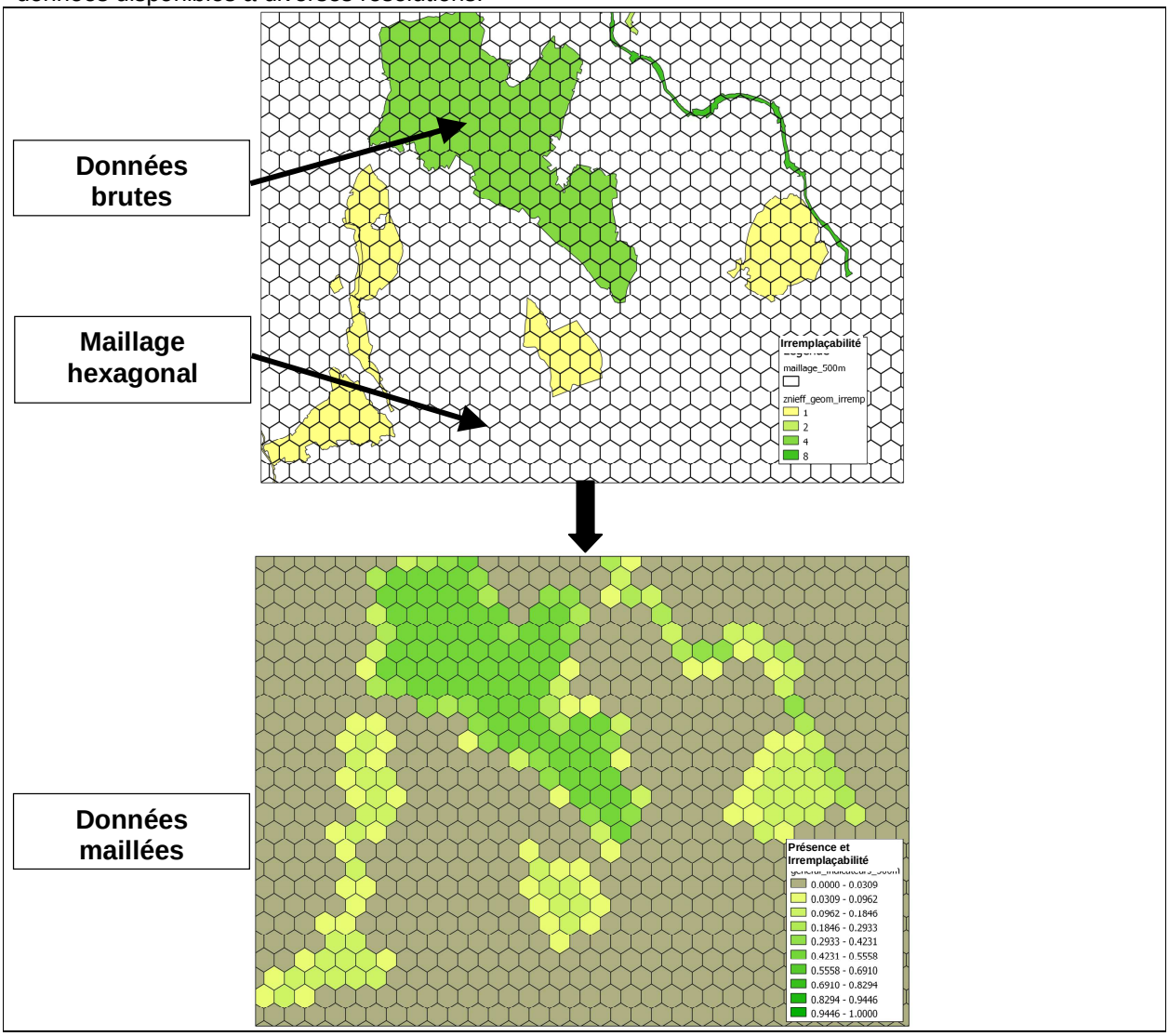


Figure 2 Exemple de spatialisation d'un indicateur.

Calcul des indicateurs et leur croisement

1 Hiérarchisation des indices, indicateurs combinés et indicateurs de base

Dans cette partie, seront présentées les données utilisées pour le calcul des indicateurs qui traduisent essentiellement la densité d'éléments considérés au niveau des mailles de 500m. Ensuite le mode de combinaison et de croisement des différents indicateurs est présenté. L'objectif est de proposer, pour le niveau d'analyse considéré, c'est-à-dire pour chaque maille couvrant 21,7 ha, une approche non réductrice de l'analyse des espaces important pour la biodiversité et la fonctionnalité écologique.

Pour cela les indicateurs sont combinés en un indice global d'importance écologique, d'une part, et d'empreinte humaine, d'autre part.

Il s'agit ici de prendre en compte la contribution observée ou estimée de chaque indicateur à la fonctionnalité écologique et à l'empreinte humaine. Or, les données utilisées sont issues de sources multiples et peuvent avoir une échelle (i.e. continue ou catégorielle) et une étendue (i.e. minimum – maximum) de valeurs différentes. Ainsi, lors du croisement chaque indicateur est normalisé si nécessaire (i.e. varie entre 0 et 1) puis pondéré. L'utilisation de coefficients de pondération a toute son importance pour deux raisons principales. Par ailleurs, certaines données sont disponibles à une résolution supérieure ou inférieure au maillage d'analyse. Dans ce cas, les pondérations permettent de minorer au niveau de la maille, le biais induit par le croisement d'indicateurs disponible à des résolutions différentes.

L'**indice global d'importance écologique (I.E.)** est basé sur le cumul des indicateurs combinés pour les trames verte et bleue.

L'indicateur de fonctionnalité écologique des milieux naturels est calculé à partir de la combinaison de quatre indicateurs (partie 2.1) :

- La densité et cohérence écologique des milieux naturels ;
- La naturalité des milieux (sensu IPAMAC) ;
- La fragmentation des milieux naturels ;
- La diversité des milieux.

Un indicateur de la densité de paysages remarquables.

Un indicateur de la responsabilité patrimoniale.

L'indicateur de fonctionnalité écologique liées aux pratiques agricoles qui se base sur :

- l'état de conservation des milieux agricoles ;
- la connectivité des milieux agricoles

L'indicateur de fonctionnalité écologique des milieux aquatiques continentaux est calculé à partir de deux indicateurs :

- Un indicateur de la fonctionnalité des cours d'eau
- Un indicateur de la fonctionnalité des plans d'eau et zones humides

Ainsi, une estimation de l'importance écologique de chaque maille est obtenue selon la formule suivante :

$$Importance\ écologique\ (I.E.) = Fonctionnalité_{(mil.\ naturels)} \mid Paysages\ Remarquables \mid Responsabilité\ patrimoniale \mid Fonctionnalité_{(mil.\ agricoles)} \mid Fonctionnalité_{(mil.\ aquatiques)}$$

Ici, chaque indicateur se voit attribuer la même pondération.

Ensuite, **l'indice global d'empreinte humaine (E.H.)** est basé sur le cumul d'indicateurs qui renseignent la densité de réseau de transport, l'étalement urbain, l'état de la population humaine et l'implantation d'infrastructures énergétiques (section 3).

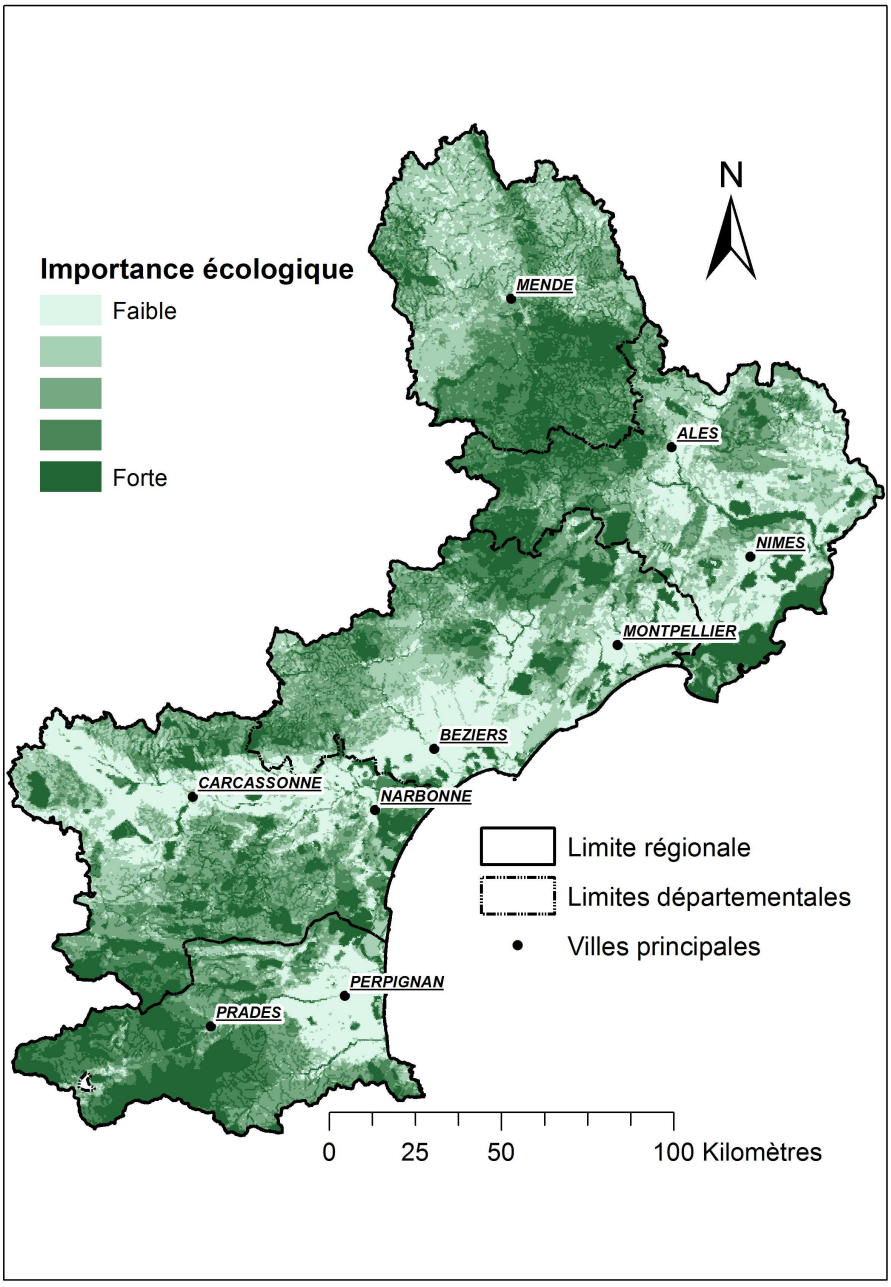


Figure 3 Carte des territoires d'importance écologique.

2 Calcul et combinaison des indicateurs d'importance écologique

2.1 Indicateur de fonctionnalité écologique des milieux naturels

Cet indicateur combiné fourni une estimation de la fonctionnalité écologique associée aux milieux naturels terrestres. Afin d'estimer cette fonctionnalité écologique, cet indicateur prend en compte la surface d'habitats naturels ainsi que leur appartenance éventuelle à une ZNIEFF de type 2. Il est ensuite combiné à d'autres indicateurs permettant de discriminer, au sein de chaque maille, différents contextes en termes de diversité d'habitats, d'altération des milieux naturels par des activités humaines et de fragmentation. Ainsi, plus une maille sera occupée par différents milieux naturels, peu fragmentés et altérés par des activités humaines, plus la fonctionnalité écologique sera considérée comme élevée. De ce fait, la surface de milieux naturels étant le facteur le plus important en termes de fonctionnalité écologique, il se voit attribuer la pondération la plus élevée. Par ailleurs, les indicateurs portant sur la diversité de milieux, leur fragmentation et leur naturalité étant disponible à une résolution différente de la maille d'analyse et basés sur des valeurs catégorielles, ils se voient attribuer une pondération moindre afin de limiter un biais induit par les différences géométriques et thématiques entre ces données. Enfin, le poids de la naturalité est minoré afin de ne pas en surestimer son importance ; dans l'identification des enjeux il y a aussi un croisement avec l'indice global d'empreinte humaine (voir ci-dessous).

L'indicateur de la fonctionnalité écologique associée aux milieux naturels terrestres est donc obtenu au sein de chaque maille selon la formule suivante :

$$Fonctionnalité_{(mil.\ naturels)} = 3 * Densité_Cohésion_{(mil.\ naturels)} + Naturalité + 2 * Fragmentation - 2 * Diversité\ occup.\ sol$$

Chaque composante (indicateurs) est décrite dans les sections suivantes.

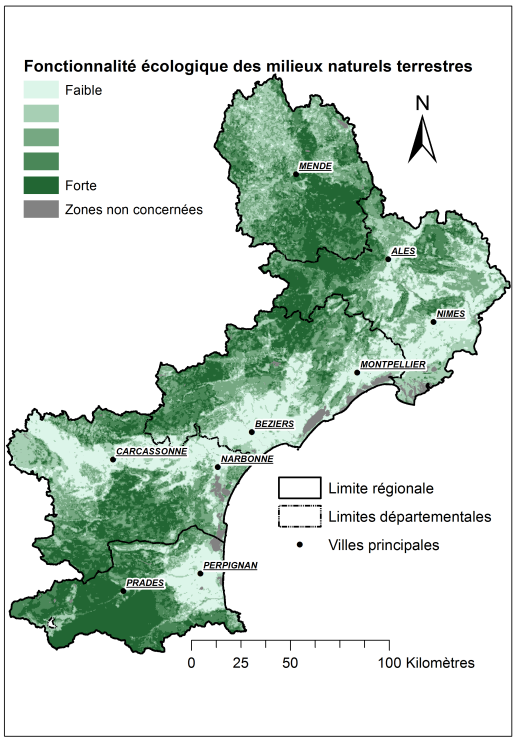


Figure 4 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique des milieux naturels.

2.1.1 La densité et cohésion écologique des milieux naturels

Source : CEFE-CNRS

Définition : Les milieux naturels sont les premiers indicateurs de fonctionnalité écologique du fait des processus qu'ils abritent mais aussi de leur rôle d'habitat pour de nombreuses espèces. D'autre part l'appartenance des milieux naturels à une ZNIEFF de type 2 indique une intégrité écologique des milieux considérés (voir à ce propos Elissalde-Videment *et al.*, 2004). Ainsi, cet indicateur rend compte, au sein de chaque maille, de la densité de milieux naturels et de leur cohésion par la prise en compte de la surface de ZNIEFF de type 2.

Données : Base de données Ocsol v1.1 (données 2006) et inventaire des ZNIEFF de type II, deuxième génération (2009).

Méthodologie : Afin de déterminer la densité de milieux naturels au sein d'une maille, les surfaces des classes d'occupation du sol concernées : prairies, forêts, milieux à végétation arbustives ou herbacées, espaces ouverts sans ou avec peu de végétation sont sommées puis divisées par la surface totale de la maille et normalisé (N). De même, la densité de ZNIEFF de type 2 est obtenue en divisant leur surface au sein de la maille par la surface totale de cette maille. L'indicateur de densité et de cohésion écologique des milieux naturels, est obtenu selon la formule suivante :

$$Densité_Cohésion_{(mil.\ naturels)} \quad N\left[2 * \left(\frac{Surface_{(mil.\ naturels)}}{Surface_{(maille)}}\right) + \left(\frac{Surface_{(ZNIEFF\ type\ 2)}}{Surface_{(maille)}}\right)\right]$$

Ainsi, l'indicateur de densité et cohésion écologique des milieux naturels se voit attribué une note supérieure en fonction de la surface de la ZNIEFF de type 2 dans la maille. Les milieux naturels ont une pondération de deux afin de mettre l'accent sur leur importance.

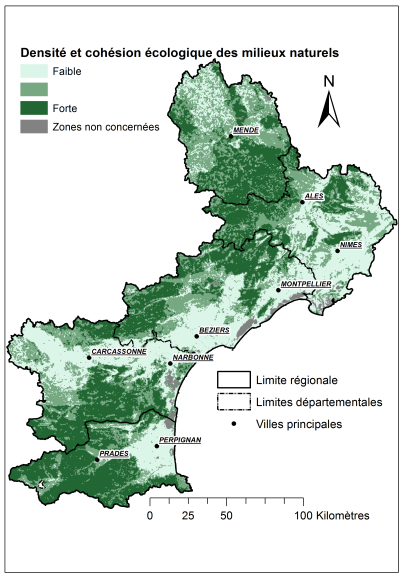


Figure 5 Spatialisation de l'indicateur de densité et cohésion écologique des milieux naturels.

2.1.2 La naturalité des milieux

Source : IPAMAC.

Définition : Traduit le niveau d'intervention humaine ou d'artificialisation du milieu. "Degré de similitude d'un milieu par rapport à son état naturel supposé, c'est-à-dire à l'écosystème n'ayant subi aucune pression anthropique modifiant sa dynamique, sa structure et sa composition" (CRENAM, IPAMAC, *et al.*, 2011). Une faible pondération (voir ci-dessus) est donnée à cet indicateur dans le calcul de l'indicateur « intégrité des milieux naturels » afin d'éviter une surestimation des facteurs socio-économiques liés à l'empreinte humaine. En effet, l'indicateur de naturalité des milieux se base, à l'échelle de la maille, sur des facteurs également pris en compte pour estimer l'empreinte humaine (voir ci-dessous).

Données : Corine Land Cover 2006 – Dires d'experts.

Méthodologie : Le degré de naturalité de chaque milieu Corine Land Cover (CLC) sélectionné dans l'occupation du sol de la méthodologie IPAMAC (seules les catégories CLC de niveau 3 ont été prises en compte) a été estimé à dire d'expert par rapport au climax supposé des milieux (CRENAM, IPAMAC, *et al.*, 2011). Une note de 0 à 5 a donc été attribuée à chaque type d'occupation du sol ; 0 correspondant aux milieux les plus artificialisés et 5 correspondant à ceux jugés les plus proches du climax.
L'occupation du sol de l'IPAMAC prend en compte la notion d'étage altitudinal. Les catégories de 0 à 5 sont ensuite mises sur une échelle standard (allant de 0 à 60) pour pouvoir être combinés avec les autres critères / indicateurs. Les classes sont ensuite numérotées de1 à 6 au lieu de 0 à 5. Plus la classe est importante, plus la surface concernée a un degré de naturalité fort, de façon proportionnelle :

Table 1 Notation et classes de naturalité des milieux naturels (CRENAM, IPAMAC *et al.*, 2011)

Note de naturalité attribuée à dire d'expert	0	1	2	3	4	5
Note correspondante sur la grille standardisée	10	20	30	40	50	60
Classe pour l'indicateur de naturalité	1	2	3	4	5	6

Par ailleurs, les données IPAMAC ont été récupérées et redécoupées pour la région Languedoc-Roussillon avec une zone tampon de 1000m autour des limites régionales pour contenir toutes les mailles et éviter les effets de bord. Les données de naturalité étant basées sur des valeurs catégorielles, la surface de chaque classe se voit attribuer une pondération équivalente à la classe considérée. Ainsi, l'indicateur de naturalité des milieux est obtenu selon la formule suivante :

$$Naturalité \quad N\left[\frac{Surface_{(classe\ 1)} * 1 \ | \ Surface_{(classe\ 2)} * 2 \ | \ \cdots \ | \ Surface_{(classe\ 6)} * 6}{Surface_{(maille)}}\right]$$

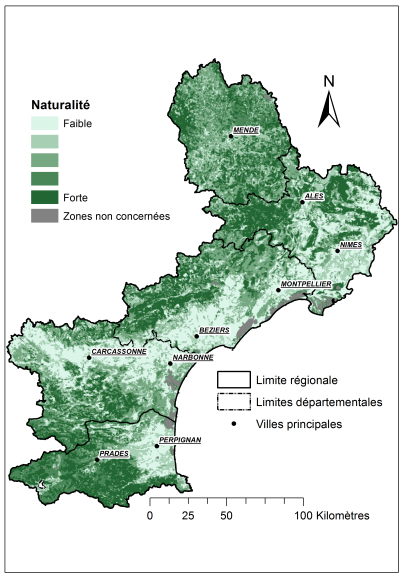


Figure 6 Spatialisation de l'indicateur de naturalité des milieux.

2.1.3 La fragmentation des milieux

Source : IPAMAC, Données IRSTEA (CEMAGREF), ASCONIT

Définition : Cet indicateur traduit la fragmentation des grands ensembles du paysage au sein d'une maille.

Données : IGN BD Carto 2006.

Méthodologie : Cet indicateur est issu des travaux réalisés par l'IPAMAC sur la fragmentation (CEMAGREF, IPAMAC *et al.*, 2011). Les données n'étant pas finalisées, seule la couche obstacles de l'IPAMAC a été reprise pour réaliser un indicateur de fragmentation. Afin d'identifier les entités non fragmentées dans la région, le territoire régional a été redécoupé à partir des obstacles suivants :
- les aéroports et équipements associés : pas de zone tampon
- les autoroutes : Zone tampon de 500m
- les lignes à grande vitesse (LGV) : Zone tampon de 500m
- le réseau ferré : Zone tampon de 250m
- les routes et voies routières principales (jusqu'aux départementales) : Zone tampon de 250m
- les routes et voies routières régionales : Zone tampon de 50m
- le tissu urbain continu : Zone tampon de 500m
- le tissu urbain discontinu et zones industrielles : Zone tampon de 500m
- les zones portuaires : Zone tampon de 250m

Une zone tampon a été tracée autour de chaque obstacle fragmentant le territoire.
Chaque entité non fragmentée se voit attribuer une note correspondant à sa surface en km².
Les données de non-fragmentation étant basées sur des valeurs catégorielles, la surface de chaque classe se voit attribuer une pondération équivalente à la classe considérée. Ainsi, l'indicateur de non-fragmentation des milieux est obtenu pour chaque maille selon la formule suivante :

$$Fragmentation \quad N\left[\frac{S_{totale}]_{(entité\ A)} * S_{maille}]_{(entité\ A)} \mid \cdots \mid S_{totale}]_{(entité\ n)} * S_{maille}]_{(entité\ n)}}{Surface_{(maille)}}\right]$$

Où $S_{totale}]_{(entité\ A)}$ est la surface en km² de l'entité non fragmentée *A* et $S_{maille}]_{(entité\ A)}$ la surface de l'entité A se trouvant dans la maille considérée. Ainsi, moins un espace est fragmenté, plus la valeur de l'indicateur dans la maille est proche de 1.

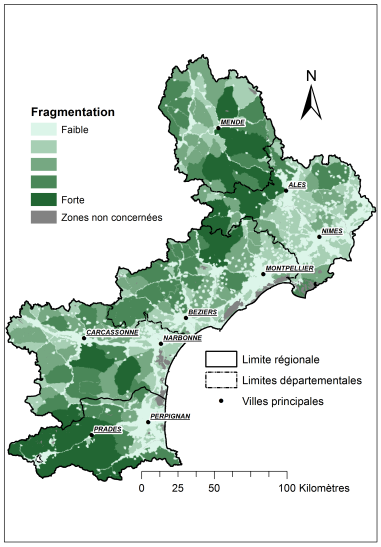


Figure 7 Spatialisation de l'indicateur de fragmentation des milieux.

2.1.4 La diversité des milieux

Source : IPAMAC.

Définition : L'indicateur mesure la diversité et la répartition spatiale des différents milieux présents dans une maille. L'étagement altitudinal est également pris en compte.

Données : Corine Land Cover 2006 ; IGN BD Carto 2006.

Méthodologie : Tous les types d'occupation du sol ont été pris en compte, y compris les zones urbaines et les plantations. La diversité des milieux est calculée à partir de l'indice de Shannon (CRENAM, IPAMAC *et al.*, 2011 ; Hill, 1973), selon la formule suivante :

$$H \quad \sum_{i=1}^{m} p_i \ln(p_i)$$

Où p_i est l'abondance relative de chaque type d'occupation, est égale à n_i/N avec n l'abondance du type de rang i et N le nombre total d'éléments.
Le calcul de la diversité par voisinage de cellule (module r.le du logiciel GRASS) a permis d'intégrer la dimension spatiale et d'obtenir ainsi une carte de l'hétérogénéité de la zone d'étude (CRENAM, IPAMAC *et al.*, 2011). Toutefois certaines limites sont à noter, en raison de la précision des données d'occupation du sol issues de Corine Land Cover: Par exemple l'hétérogénéité de certaines zones humides, comme les espaces littoraux du Languedoc-Roussillon, n'apparaît pas.

$$Diversité \quad N\left[\frac{Note_{(A)} * S_{(maille)(note\ A)} \mid \cdots \mid Note_{(n)} * S_{(maille)(note\ n)}}{Surface_{(maille)}}\right]$$

Où $Note_{(A)}$ est la note de diversité obtenue à une résolution de 100m par 100m.

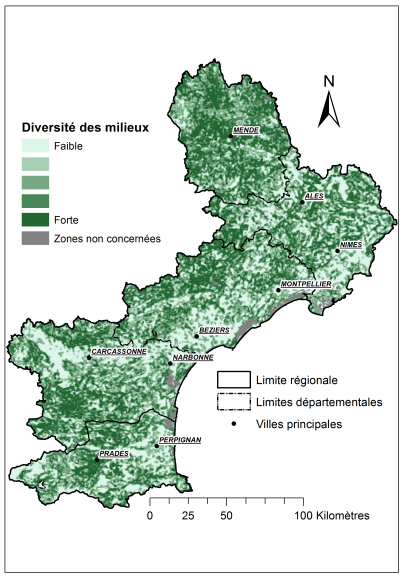


Figure 8 Spatialisation de l'indicateur de diversité des milieux.

2.2 Indicateur de densité de paysages remarquables

Source : Asconit / CEFE -CNRS

Définition : Cet indicateur traduit la densité de paysages remarquables au sein d'une maille. Plusieurs types de zonages reconnaissant la valeur paysagère ont été pris en compte:
- Sites Inscrits (tous),
- Sites Classés (tous),
- Sites UNESCO (zones « cœurs » ; les zones tampon des sites Unesco ne sont pas pris en compte),
- Zones de protection Loi 1930 et projets de sites classés tel que le projet d'étendre le classement du canal du Midi.

Données : DREAL Languedoc-Roussillon ; juin 2011.

Méthodologie : Les zonages des opérations grands sites n'ont pas été considérés comme pertinents. Pour les sites ponctuels, une zone tampon de 250 m autour est tracée. Cela permet la cohérence avec les zones de vigilance autour des monuments historiques.
L'ensemble des zonages a été fusionné de telle sorte qu'il n'y a pas de cumul en cas de superposition. La valeur de la maille est proportionnelle à la surface couverte par un zonage ou une zone tampon.

L'indicateur de densité de paysages remarquables est obtenu selon la formule suivante :

$$Paysages\ Remarquables \quad N\left[\frac{Surface_{pays.\ remarquable}}{Surface_{(maille)}}\right]$$

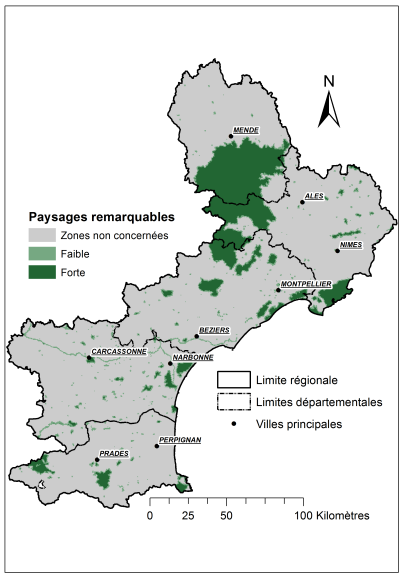


Figure 9 Spatialisation de l'indicateur de densité des paysages remarquables règlementaires.

2.3 *Indicateur de responsabilité patrimoniale de la région*

Source : CEFE - CNRS

Définition : Cet indicateur rend compte de la présence d'espèces et/ou d'habitats d'intérêt régional, national ou européen.

Données : L'inventaire des ZNIEFF de type 1 deuxième génération (2009), les périmètres des sites Natura 2000 et les territoires à enjeux définis dans le cadre de la Stratégie de Création des Aires Protégées (SCAP).

Méthodologie : La responsabilité patrimoniale de la région pour les ZNIEFF de type 1 est évaluée d'après leur degré d'irremplaçabilité. Celui-ci dépend de la fréquence et de la distribution des espèces et/ou des habitats, identifiées comme déterminantes pour la conservation de la biodiversité, au sein des ZNIEFF (Vimal 2010). Dans le cadre d'une planification de conservation, un algorithme d'optimisation (« adaptive annealing schedule », Ball and Possingham, 2000; Possingham et al., 2000) sélectionne les sites qui sont les plus complémentaires pour atteindre, à moindre coût, les objectifs en termes de pourcentage de protection de chaque espèce. La valeur d'irremplaçabilité d'un site correspond ainsi au nombre de fois qu'il a été sélectionné sur l'ensemble des solutions proposées par l'algorithme après 1000 itérations.

L'indicateur au sein d'une maille est obtenu selon la formule suivante :

$$\text{Responsabilité patrimoniale} \quad N\left[\left(\sum_{i=0}^{n} IR_i * Surface_{(ZNIEFF\ type\ 1)} \mid Surface_{(TERRITOIRE\ N2000)}\right) / Surface_{(locale)}\right]$$

Où IR_i est le coefficient d'irremplaçabilité d'une Znieff i et n le nombre de Znieffs dans la maille.

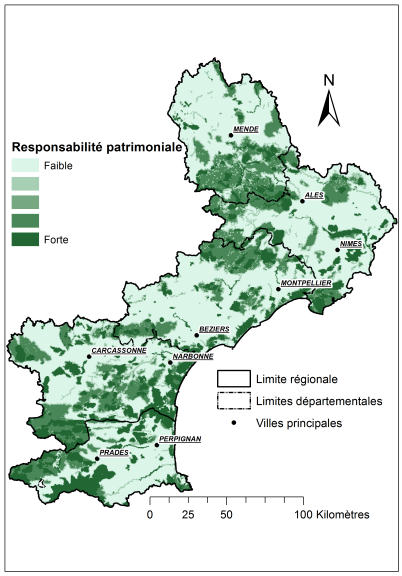


Figure 10 Spatialisation de l'indicateur de responsabilité patrimoniale.

2.4 Indicateur de fonctionnalité écologique associées aux pratiques agricoles

Source : Voir rapport : « CEN, Union Méridionalis et OPIE (CEFE, CEN, Union Méridionalis, OPIE, Identification des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc Roussillon, 2013) ».

Définition : Basé sur les données d'occupation du sol, les pratiques agricoles et les dires d'experts, cet indicateur fournit une estimation de l'état de conservation et de la connectivité intra-trame des milieux agricoles en lien avec des cortèges d'espèces (avifaune et entomofaune), caractéristiques de chaque sous-trame.

Données : Inventaire régional des paysages (Atlas des paysages du Languedoc-Roussillon, DREAL-LR 2008). Base de données Ocsol v1.1 (données 2006). Registre Parcellaire Graphique anonyme (RPG). OTEX communales (Orientations Techniques des EXploitations). Unités Grand Bétail (UGB) communales. Listes d'insectes pour la cohérence nationale (Houard *et al.*, 2012). Listes d'espèces déterminantes des ZNIEFFs en région LR. Atlas des Libellules et Papillons de jour et Atlas des Orthoptères (bases de données SINP régionales).

Méthodologie : Longtemps reconnue comme néfaste sur la biodiversité, l'agriculture joue en fait, dans bien des cas, un rôle de support de la biodiversité. Ce rôle dépend de la diversité des assolements, de l'adoption de pratiques agricoles extensives (agropastoralisme, faible consommation d'intrants chimiques, …) et de la présence d'espaces semi-naturelles imbriqués avec des parcelles agricoles dans le paysage. En région méditerranéenne, l'agriculture traditionnelle s'est fait en respectant ce triptyque d'éléments qui par son action d'ouverture des milieux, contribue à la richesse biologique (Thompson & Gauthier, eds. 2011). Le maintien de l'« agropastoralisme méditerranéen » représente ainsi un élément clé pour la conservation de la biodiversité sur une grande partie du territoire allant des massifs méditerranéens littoraux (comme La Clape) jusqu' aux Grandes Causses, en passant par les garrigues des Corbières et des plaines languedociennes.

Ainsi, élaborer une trame verte et bleue, nécessite d'identifier les continuités écologiques dépendant des pratiques agricoles. Les deux lois qui instaurent la politique trame verte et bleue en France insistent en effet sur le rôle de l'agriculture dans l'élaboration de cet outil d'aménagement du territoire. La loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement stipule que « *l'agriculture contribuera … plus fortement à l'équilibre écologique du territoire, notamment en participant à la constitution d'une trame verte et bleue* ». La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement insiste encore sur ce point : « *Art. L. 371-1. − I. – La trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural*. »

La méthode proposée ici se base sur l'identification de « trames agricoles » issues d'un croisement entre grands types de paysages et usages des terres. Pour chaque trame, des cortèges d'espèces caractéristiques et dont la présence renseigne sur l'état de conservation de leurs habitats et de la connectivité écologique, ont été identifiés. Il s'agit ainsi de produire une analyse de fonctionnalité des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles.

Cette méthode se décline en quatre phases (voir Figure 11):
- Identifier les grands ensembles paysagers et d'usages agricoles ;
- Identifier les cortèges d'espèces caractérisant les différentes trames agricoles;
- Distinguer les espèces dites « à cohérence nationale » des espèces à enjeu régional ;
- Décrire les « trames agricoles » ou continuités, de manière fonctionnelle.

La caractérisation des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles du point de vue de leur fonctionnalité écologique devrait permettre de positionner clairement l'agriculture dans le Schéma Régional de Cohérence Écologique.

La définition de continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc-Roussillon se base sur l'identification de « trames agricoles ». Celles-ci reposent sur l'interrogation d'un certain nombre d'inventaires et de bases de données géographiques existantes, qui doivent être complètes et homogènes à l'échelle de la Région (voir cadre A et B de la Figure 11).

L'étude se base sur l'Atlas des paysages du Languedoc-Roussillon. Cet atlas, fait notamment l'inventaire des unités paysagères, en décrit leurs caractéristiques et leur état. Chaque unité de paysage possède des caractéristiques propres au niveau de sa géologie, de sa topographie, d'éléments naturels structurants (bordure d'un cours d'eau important, grand massif forestier…), et évidemment de son agriculture afin de travailler sur des zones globalement homogènes. C'est le niveau supérieur de l'atlas (les « ensembles paysagers », qui regroupent plusieurs « unités paysagères ») qui a été retenu ici. Vingt trois ensembles paysagers ont été définis pour la région Languedoc-Roussillon (Annexe 3).

Cet inventaire paysager est ensuite croisé avec la couche d'occupation du sol Ocsol pour obtenir une liste des occupations du sol présentes dans chacun des grands ensembles paysagers de la région.

Les trames agricoles de chaque ensemble paysager sont ensuite définies comme le regroupement des occupations du sol ayant le même usage agricole. Ce regroupement est basé sur le Registre Parcellaire Graphique anonyme (RPG), qui correspond aux îlots culturaux déclarés et dessinés par les agriculteurs lors de leur déclaration dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC). Cependant, tous les exploitants ne déclarant pas à la PAC, d'autres sources de données moins fines complètent cette interprétation. Il s'agit, notamment des OTEX communales (Orientations Techniques des EXploitations), du nombre d'UGB communales, etc. recensées en 2010 par le Ministère de l'agriculture. Les connaissances de terrain et le croisement de divers avis d'expert (dont conseillers de Chambre d'Agriculture) complètent enfin ces données. La compilation de ces données permet la définition de trames agricoles, cartographiées en Figure 12 et en Annexe 6, Annexe 7, Annexe 8, Annexe 9 et Annexe 10.

Chacune des sous-trames agricoles de la région a été caractérisée par l'attribution de notes d'état de conservation de leurs habitats et espèces, et de leur connectivité. Cette démarche a été menée sur deux groupes d'espèces :
- Pour l'avifaune ; l'analyse a été menée par les naturalistes des cinq associations adhérentes de l'Union Meridionalis qui a récolté, centralisé et harmonisé les données.
- Pour l'entomofaune ; l'analyse a été réalisée par l'OPIE.

Dans le cas de l'avifaune, l'expérience et la connaissance naturaliste du territoire ainsi que l'analyse de l'état des populations d'espèces inféodées aux milieux agricoles permettent de juger de l'état de conservation global des habitats à l'échelle de chaque sous-trame proposée. Cette caractérisation est basée sur une notation simple, allant de I (favorable) à IV (défavorable). Concernant la connectivité « intra-trame », il s'agit, ici, de qualifier l'importance des connexions entre les fractions ou morceaux d'un type d'habitat à l'intérieur de la même trame en y attribuant des notes allant de I (forte connectivité) à IV (faible connectivité). Ensuite, les naturalistes des cinq associations membres de l'Union Meridionalis ont listé pour chacune des sous-trames agricoles de leurs départements respectifs quelques espèces d'oiseaux caractéristiques, en répondant à la question suivante : « Quelles espèces seraient affectées si le milieu donné venait à disparaître ou était impacté par une forte fragmentation ? ». Une liste de 15 espèces d'oiseaux caractéristiques des différentes trames agricoles du SRCE en Languedoc-Roussillon a été élaborée (Annexe 4). Ces listes intègre un certain nombre des espèces dites « à cohérence nationale ».

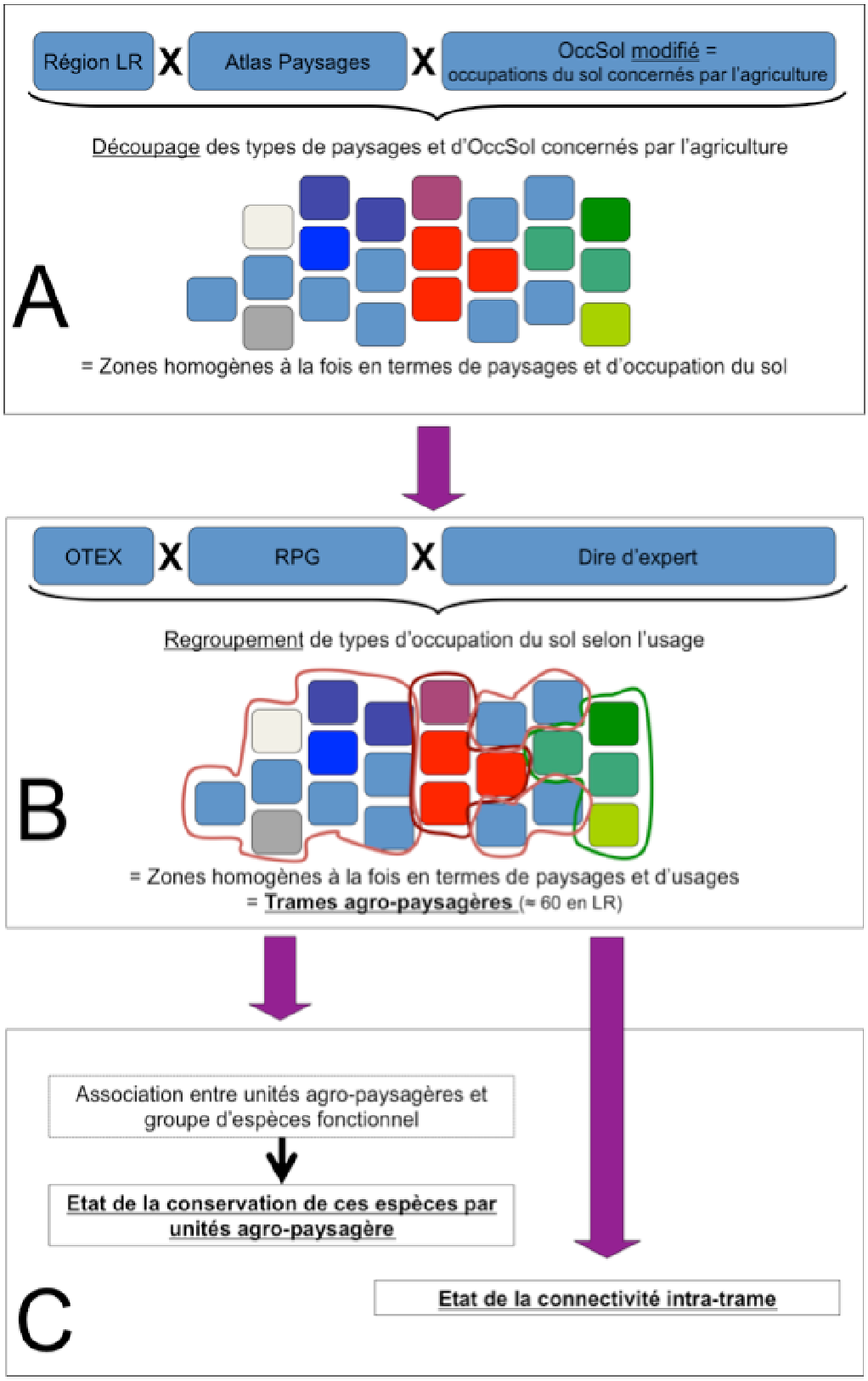


Figure 11 Schéma de la méthodologie pour la cartographie de sous-trames agricoles homogènes en termes de paysage, milieux et d'usage agricole majoritaire.

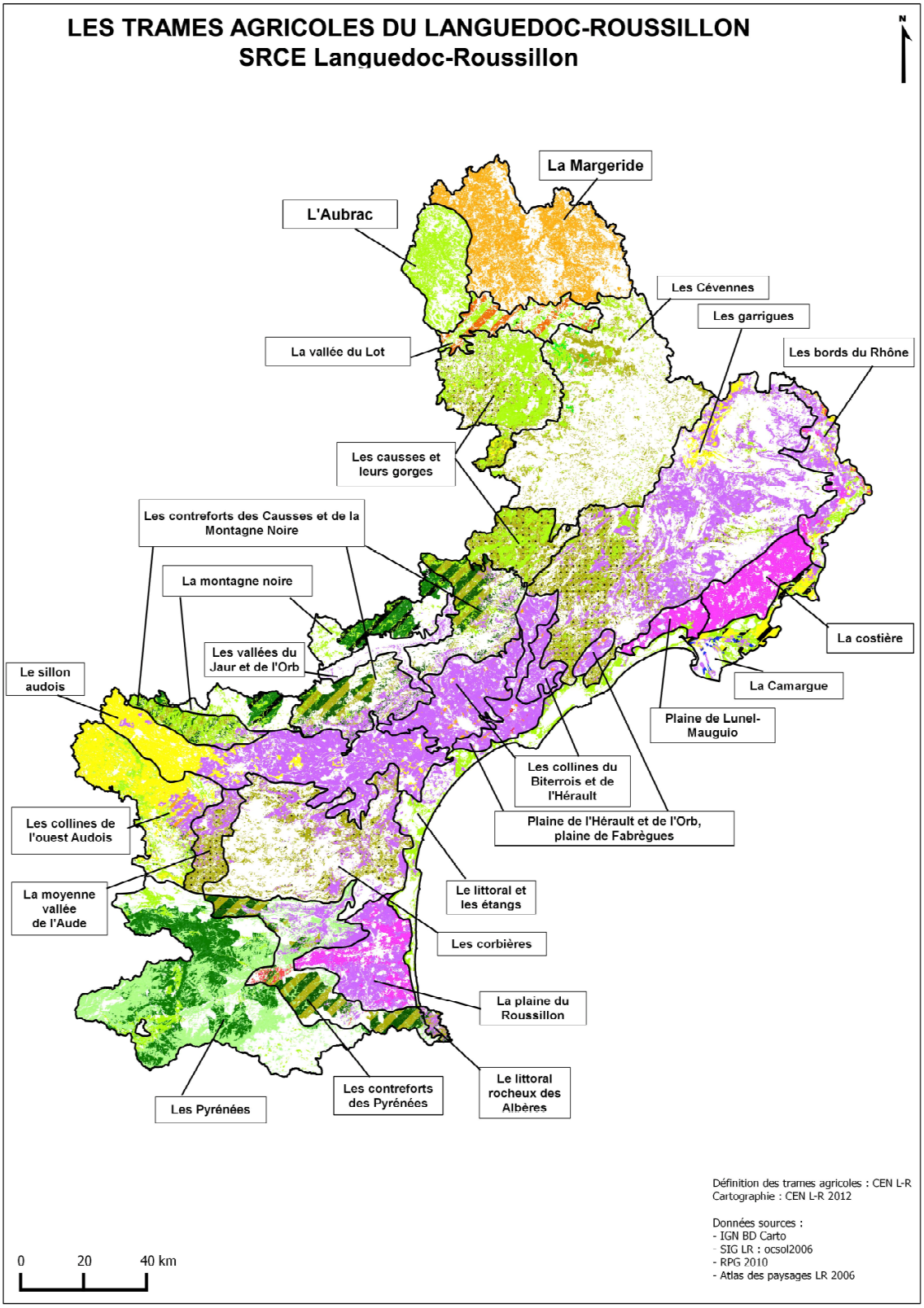


Figure 12 Cartographie des trames agricoles (voir légende page suivante) qui illustrent les continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc-Roussillon.

LES TRAMES AGRICOLES DU LANGUEDOC-ROUSSILLON
SRCE Languedoc-Roussillon

Figure 13 Les trames agricoles qui illustrent les continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc-Roussillon (légende).

Pour l'entomofaune, les espèces sont issues des trois listes dites de « cohérence nationale » portant sur trois groupes taxonomiques proposés par le MNHN-SPN (Sordello *et al.*, 2011): Orthoptères, Odonates et Lépidoptères rhopalocères. Ces listes ont été complétées par des taxons non proposés pour la cohérence nationale mais ayant un intérêt complémentaire en région (voir Annexe 5). 26 taxons ont été ainsi rajoutés portant le nombre total de taxons à 81 espèces sensibles aux phénomènes de fragmentation.

L'estimation de l'état de conservation des trames agricoles s'appuie sur la proportion d'espèces déterminantes des ZNIEFF par rapport au nombre total d'espèces. Ainsi, plus les espèces au sein d'une trame considérée seront déterminantes d'une ZNIEFF, plus la trame sera considérée coma ayant in bon état de conservation. Le degré de conservation pour chaque trame est obtenu selon la formule suivante :

$$\text{Etat de conservation}_{(\text{entomofaune})} \quad \frac{\text{Nombre d'espèces déterminantes ZNIEFF}}{\text{Nombre d'espèces total}}$$

L'estimation de la connectivité des trames agricoles s'appuie sur la proportion d'espèces TVB (espèces de cohérence nationale + espèces d'intérêt complémentaire) par rapport au nombre total d'espèces. Ainsi, l'indice de connectivité est tel que :

$$\text{Indice de connectivité}_{(\text{entomofaune})} \quad \frac{\text{Nombre d'espèces de cohérence nationale} + \text{Nombre d'espèces d'intérêt complémentaire}}{\text{Nombre d'espèces total}}$$

Les « scores » de conservation et de connectivité calculés à partir de la formule indiquée précédemment, sont répartis en quatre classes à l'aide la méthode de Jenks présentant l'avantage de proposer un découpage où les valeurs d'une même classe sont les plus proches possibles (faible variance intra-classes) et de bien isoler les différents groupes (forte variance inter-classes). Ainsi, cette méthode respecte bien la structure des données. Pour l'état de conservation les correspondances des valeurs va de défavorable (4) à favorable (1) avec : (4) 0.01 - 13.16, (3) 13.17 - 14.97, (2) 14.98 - 20.24 et (1) 20.25 – 100. Pour la connectivité, les correspondances des valeurs de faible (4) en fort (1) sont : (4) 0.01 -8.85, (3) 8.86 - 11.90, (2) 11.91-15.15 et (1) 15.16 – 100. Dans les deux cas, les valeurs des quotients ont été multipliées par 100.

Pour les 62 sous-trames il sera important par la suite de fournir une expression de la déprise agricole, conséquence répandue des mutations agricoles en cours à l'heure actuelle dans la région, à l'échelle des ensembles paysagers. Il est difficile de fournir une cartographie de cette déprise agricole, qui devrait apparaître dans l'élaboration du Schéma Régional de Cohérence Ecologique.
Une possibilité, que nos discussions ont soulevée ici, concerne l'intégration de la déprise agricole dans le Plan d'actions avec un croisement des couches RPG et l'identification des zones nécessitant une gestion en termes de plans pastoraux ou d'aide à l'élevage.

Dans ce contexte, il reste un travail à faire pour les friches péri-urbaines, avec des préconisations en termes de gestion. Ces zones représentent des espaces à grands enjeux pour la trame verte et bleue – outil d'aménagement du territoire. Equilibrer leur rôle dans les continuités écologiques associées aux pratiques agricoles avec le besoin de créer et renforcer des usages multiples et / nouvelles (poly-culture, petites parcellaires, mosaïque à petite échelle, …) est au cœur de ces enjeux. La trame verte et bleue en région Languedoc Roussillon pourrait représenter un outil d'importance fondamentale pour ces zones (voir Annexe 11).

Les notes pour l'état de conservation et de connectivité des sous-trames agricoles sont ensuite exprimées au niveau de chaque maille afin de pouvoir les combiner avec les autres indicateurs d'importance écologique pris en compte.

Ce calcul au niveau de chaque maille est effectué selon les équations suivantes :

$$Conservation_{(trame_agri)} \quad \frac{Surface_{(note\ 1)} * 4 \mid Surface_{(note\ 2)} * 3 \mid Surface_{(note\ 3)} * 2 \mid Surface_{(note\ 4)} * 1}{Surface_{(maille)}}$$

$$Connectivité_{(trame_agri)} \quad \frac{Surface_{(note\ 1)} * 4 \mid Surface_{(note\ 2)} * 3 \mid Surface_{(note\ 3)} * 2 \mid Surface_{(note\ 4)} * 1}{Surface_{(maille)}}$$

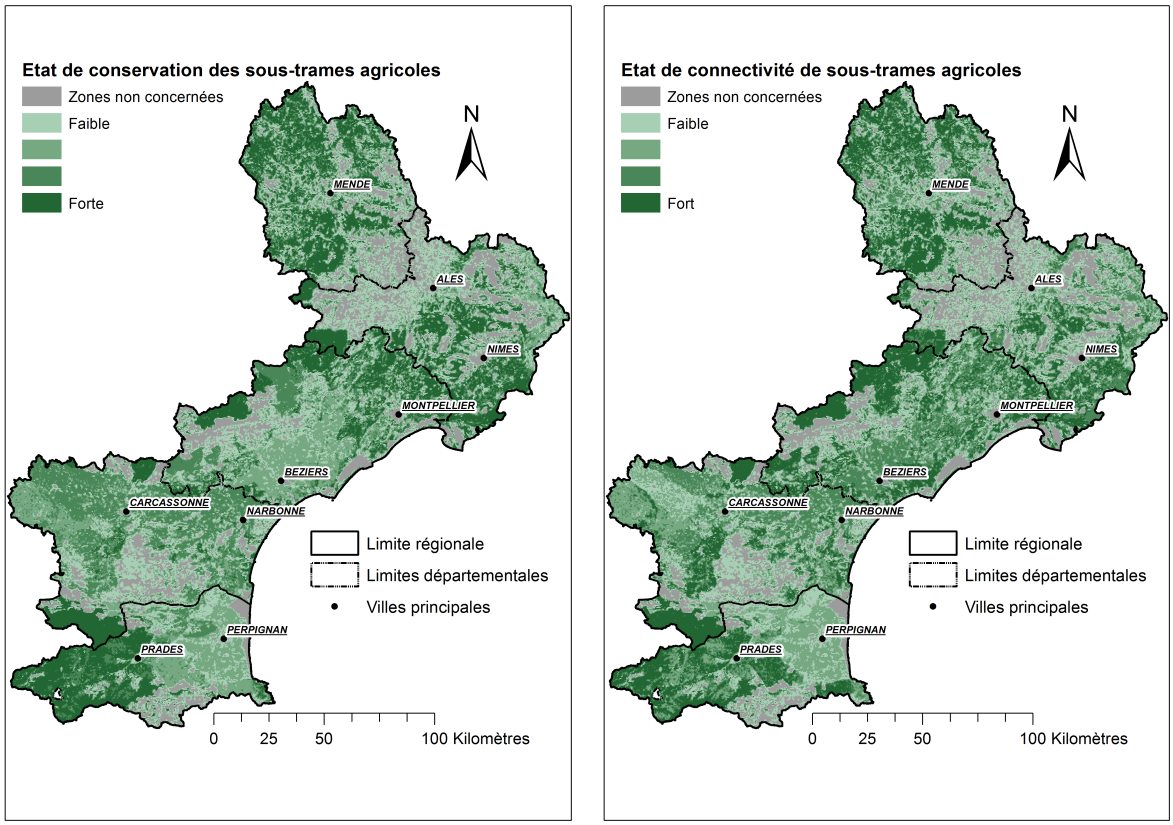


Figure 14 Spatialisation de l'indicateur d'état de conservation (à gauche) et de connectivité (à droite) des sous-trames agricoles.
Attention à l'accord : est-ce l'état ou la connectivité qui est forte ? deux accords différents au niveau des cartes !!!!

Les scores pour l'état de conservation et de connectivité pour l'avifaune (a) et l'entomofaune (e) sont ensuite combinés et normalisé (N) au sein de chaque maille selon les équations suivantes pour calculer une valeur pour l'indicateur (I) d'état de conservation et de connectivité :

$$Indic_{(conservation)} \quad N\left|Etat\ de\ conservation_{(a)}\right| \mid N\left|Etat\ de\ conservation_{(e)}\right|$$

$$Indic_{(connectivité)} \quad N\left|Connectivité_{(a)}\right| \mid N\left|Connectivité_{(e)}\right|$$

Enfin, l'indicateur combiné des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles est donné par l'équation suivante :

$$Fonctionnalité_{(mil.\ agricoles)} = N\left|Indic_{(conservation)}\right| * N\left|Indic_{(connectivité)}\right|$$

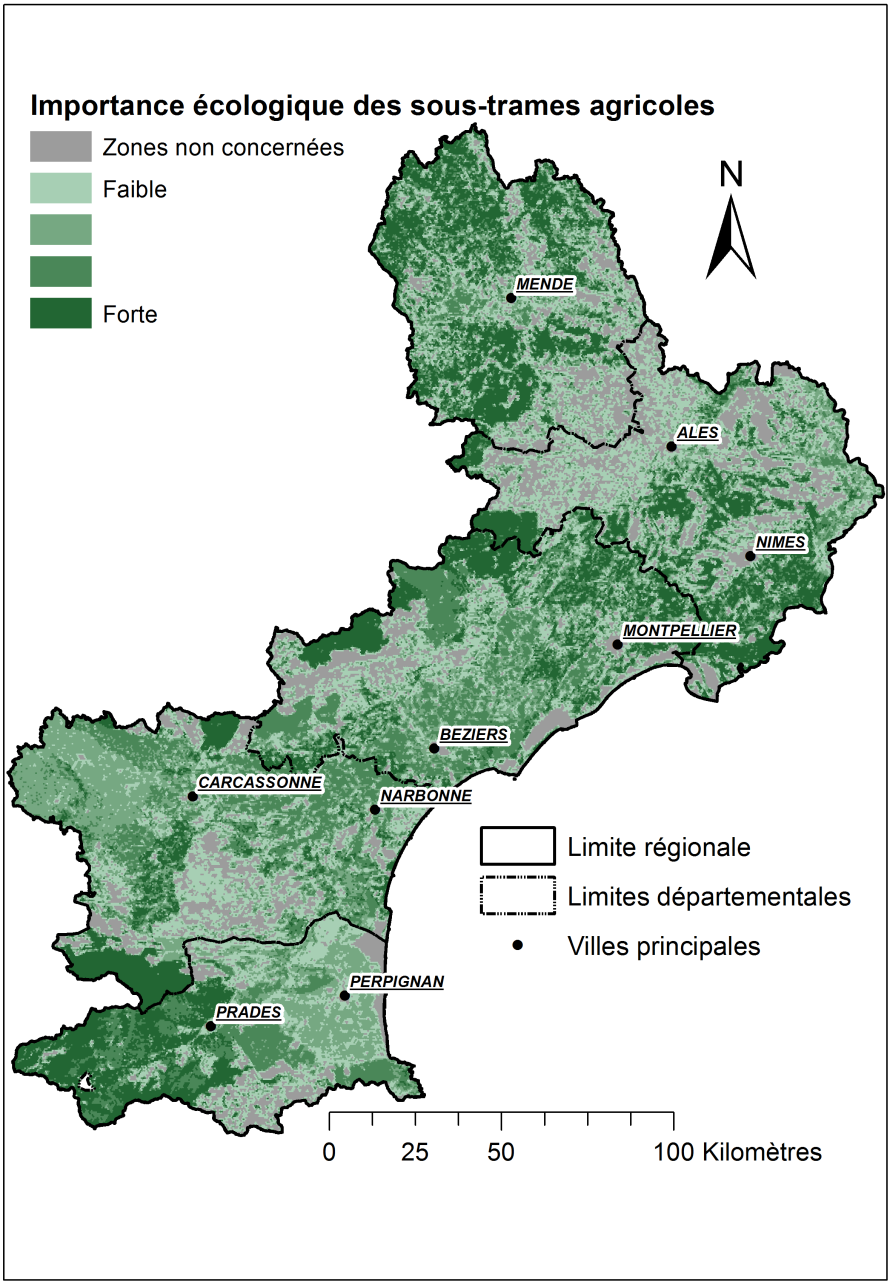


Figure 15 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique associée à la trame agricole.

Les cartographies produites à la fin de ce travail d'analyse ont été soumises à avis de techniciens des cinq Chambres départementales d'Agriculture de la Région. Trois types de cartes ont été présentés pour chaque département :

- la cartographie de la situation et de l'identification des trames agricoles ;
- la cartographie d'état de conservation des habitats d'espèces des trames agricoles.
- la cartographie de la connectivité intra-trame agricole ;

Les retours reçus jusqu'alors concernent l'identification des trames agricoles et les notions d'état de conservation et de connectivité écologique.

En ce qui concerne l'identification des trames, les commentaires reçus concernent les points suivants :

- Des corrections à apporter sur l'identification de l'usage agricole de certaines zones très localisées. Ces erreurs proviennent principalement du fait que des occupations du sol différentes sont parfois cartographiés sous le même type dans l'inventaire Ocsol (ex : « parcellaire agricole complexe » dans le sillon audois caractérise parfois des parcellaires viticole et parfois des grandes cultures). La majorité des corrections ont pu être faites.
- Des avis d'expert sur l'identification de certaines zones comme ayant ou non un usage agricole significatif. Il s'agissait principalement de zones ayant été initialement tramées comme « zones boisées pâturées » qui sont en fait trop peu concernées par des parcours de troupeaux pour être véritablement identifiées comme faisant partie d'une trame agricole (contreforts pyrénéens et Cévennes schisteuses notamment). Ces corrections ont pu être faites pour éviter de surestimer l'usage agricole de certaines zones.
- Pour certaines trames il serait pertinent de les scinder en deux pour gagner en précision (ex : « Vignoble du sillon audois »). Cette modification n'a pas encore pu être faite faute de données plus précises sur la caractérisation du parcellaire.
- Certains noms de trames sont à revoir pour être plus explicites. Par exemple, « Forêt pâturées » devient « Pâturage en complexe boisé ».
- Un rappel du risque d'utiliser le RPG comme donnée source, le RPG n'étant pas exhaustif. Ce risque est cependant limité puisque la quasi-totalité des exploitations d'élevage est déclarée, et les cultures sont détectables par photo-interprétation.

Globalement, les cartographies des sous-trames agricoles paraissaient satisfaisantes, et les résultats leurs semblaient en accord avec leur connaissances de terrain.

Pour ce qui concerne les notations relatives aux continuités écologiques et à l'état de conservation, les remarques reçues s'articulent autour des points suivants :

- Un sentiment de « notation molle » sur certains secteurs, en raison du peu de trames notées favorables pour ces deux paramètres.
- Mais les techniciens n'ont pas voulu critiquer ou valider ces notations, estimant qu'il s'agit d'une expertise naturaliste qui ne relève pas de leurs missions.

De même que pour la cartographie des sous-trames les cartographies des continuités écologiques et de l'état de conservation de ces sous-trames leur paraissaient globalement satisfaisantes et en accord avec leurs connaissances de terrain.

2.5 ***Indicateur combiné de fonctionnalité écologique des milieux aquatiques continentaux :***

Cet indicateur, basé sur le cumul des indicateurs décris ci-après, traduit la contribution des cours d'eau, des plans d'eau et des zones humides à la fonctionnalité écologique. Il est obtenu au sein de chaque maille selon la formule suivante :

$$Fonctionnalité_{(mil.\ aquatiques)} \quad N\left|Densité_{(linéaire)} + Densité_{(surfacique)}\right|$$

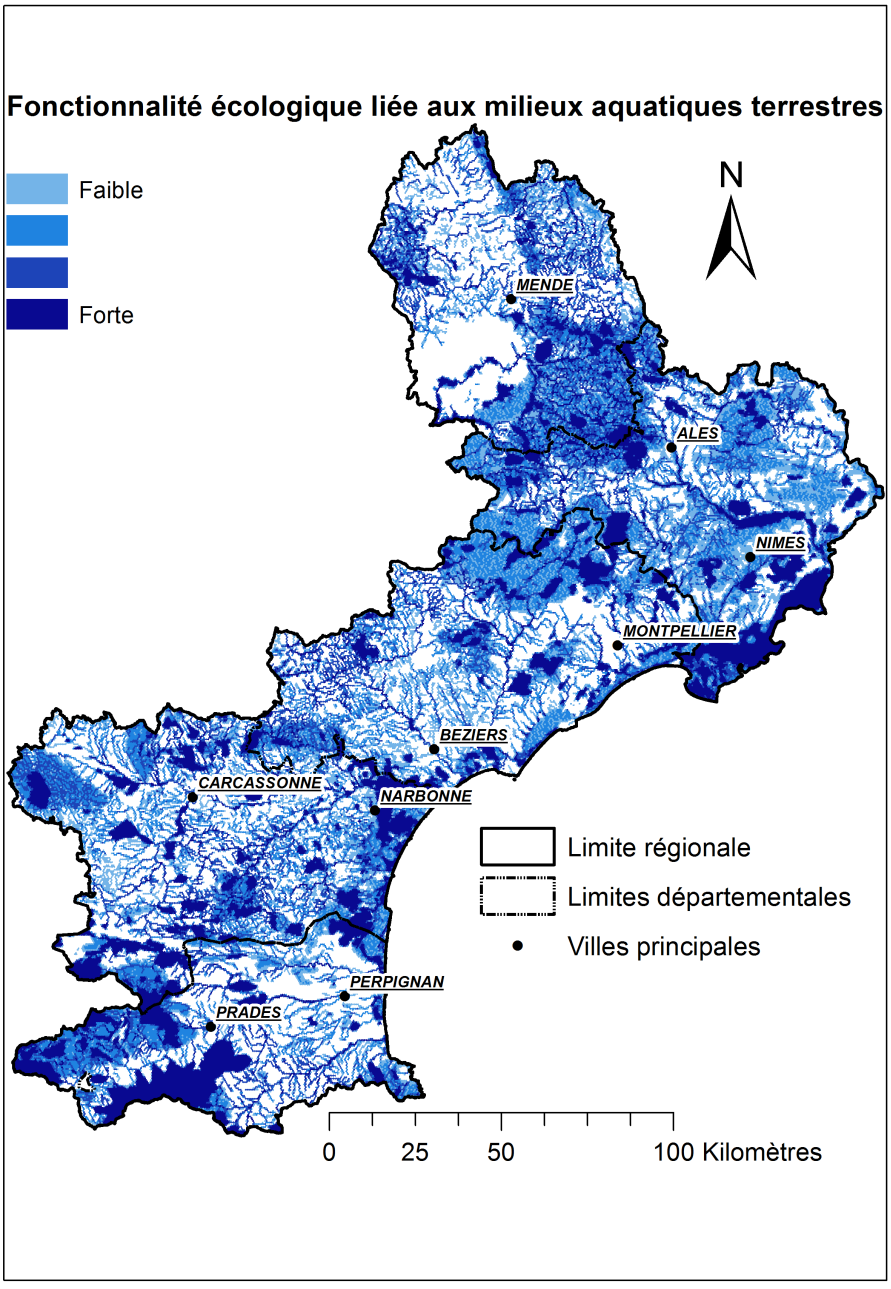


Figure 16 Spatialisation de l'indicateur d'importance écologique liée aux milieux aquatiques continentaux.

2.5.1 Indicateur de fonctionnalité écologique liée aux cours d'eau

Source : CEFE – CNRS, Groupe de travail technique Trame Bleue – Zones Humides.

Définition : cet indicateur rend compte de la contribution des cours d'eau à la fonctionnalité écologique par maille en fonction de leur densité et de leur prise en compte dans la trame bleue.

Données : BD Carthage et les périmètres des sites protégés pertinents pour la « problématique eau » ; ENS, sites Natura 2000, ZNIEFFs et réserves naturelles.

Méthodologie : Les cours d'eau faisant partie de la trame bleue sont considérés comme ayant un rôle plus important pour la fonctionnalité écologique.
Dans cet indicateur, les cours d'eau pris en compte sont les suivants:

- Classé en liste 1 ou en liste 1 et 2 (pondération de 10). La liste 1 est établie sur la base des réservoirs biologiques du SDAGE, des cours d'eau en très bon état écologique et des cours d'eau nécessitant une protection complète des poissons migrateurs amphihalins. La liste 2 concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons).
- Traversant les sites protégés ou des projets potentiellement éligibles à la SCAP ainsi que les inventaires (ZNIEFF) pertinents pour la « problématique eau » (pondération de 4)
- Faisant partie du programme de mesure (pondération de 4)
- Non pris en compte dans la trame bleue (pondération de 1).

L'indicateur de densité de cours d'eau au sein d'une maille est obtenu selon l'équation suivante :

$$Densité_{(maille)} \quad N\left[\frac{Longueur_{(liste\ 1\ ou\ 1et2)} * 10 \ | \ Longueur_{(ZS\ ou\ liste\ 2\ ou\ PDM)} * 4 \ | \ Longueur_{(non\ ZS;\ =1} }{Longueur_{(totale)}}\right]$$

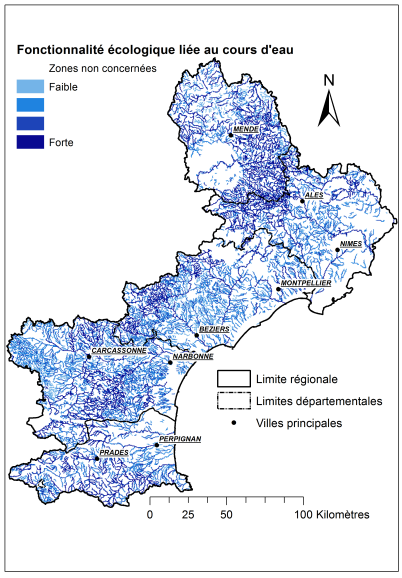


Figure 17 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique liée aux cours d'eau.

2.5.2 Indicateur de fonctionnalité écologique liée aux plans d'eau et zones humides

Source : CEFE – CNRS

Définition : cet indicateur traduit la contribution des zones humides à la fonctionnalité écologique en fonction de leur densité par maille ainsi que de leur reconnaissance institutionnelle.

Données : BD Carthage et les périmètres des sites protégés pertinents pour la « problématique eau » ; ENS, sites Natura 2000, ZNIEFFs et réserves naturelles.

Méthodologie : Il est attribué aux zones humides reconnues institutionnellement un rôle plus important pour le potentiel écologique, avec une pondération de 10. Il est attribué aux plans d'eau, bassins et réservoirs un rôle identique en termes de potentiel écologique que les zones abritant potentiellement des zones humides, avec une pondération de 1.
L'indicateur de densité de cours d'eau au sein d'une maille est obtenu selon l'équation suivante :

$$Densité_{(surfacique)} \quad N\left[\frac{Surface_{(ZH\ reconnues)} * 10 \mid Surface_{(ZH\ potentielles)} * 1 \mid Surface_{(plans\ d'eau)} * 1}{Surface_{(maille)}}\right]$$

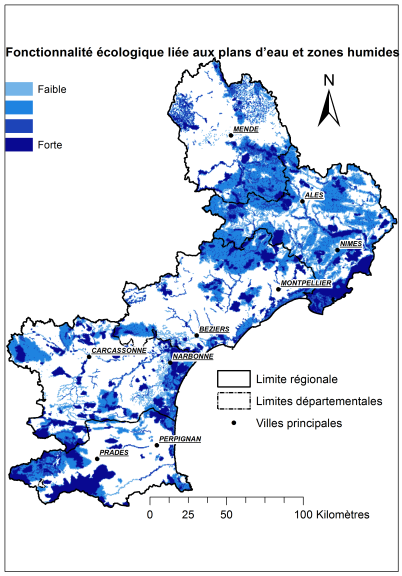


Figure 18 Spatialisation de l'indicateur de fonctionnalité écologique liée aux plans d'eau et zones humides.

NB : Il n'existe pas pour l'instant de distinction entre les différents plans d'eau, bassins et réservoirs quant à leur rôle écologique.

3 Calcul et combinaison des indicateurs d'empreinte humaine

De même que pour l'importance écologique, l'empreinte humaine sur les milieux est estimée par une combinaison d'indicateurs. De même que pour l'indice global d'importance écologique, les indicateurs composants l'indice global d'empreinte humaine, sont pondérés, à l'aide de coefficients, selon leurs impacts supposés sur la préservation de la biodiversité et les continuités écologiques. Ainsi, l'indice global rend compte des risques potentiels qui portent sur la biodiversité et la fonctionnalité écologique dans chaque maille. Il est obtenu selon l'équation ci-dessous :

Empreinte Humaine
*1 * Sols artificialisés | 10 = Transport | 20 * Demographie | 5 = Energie*
| Aménagement

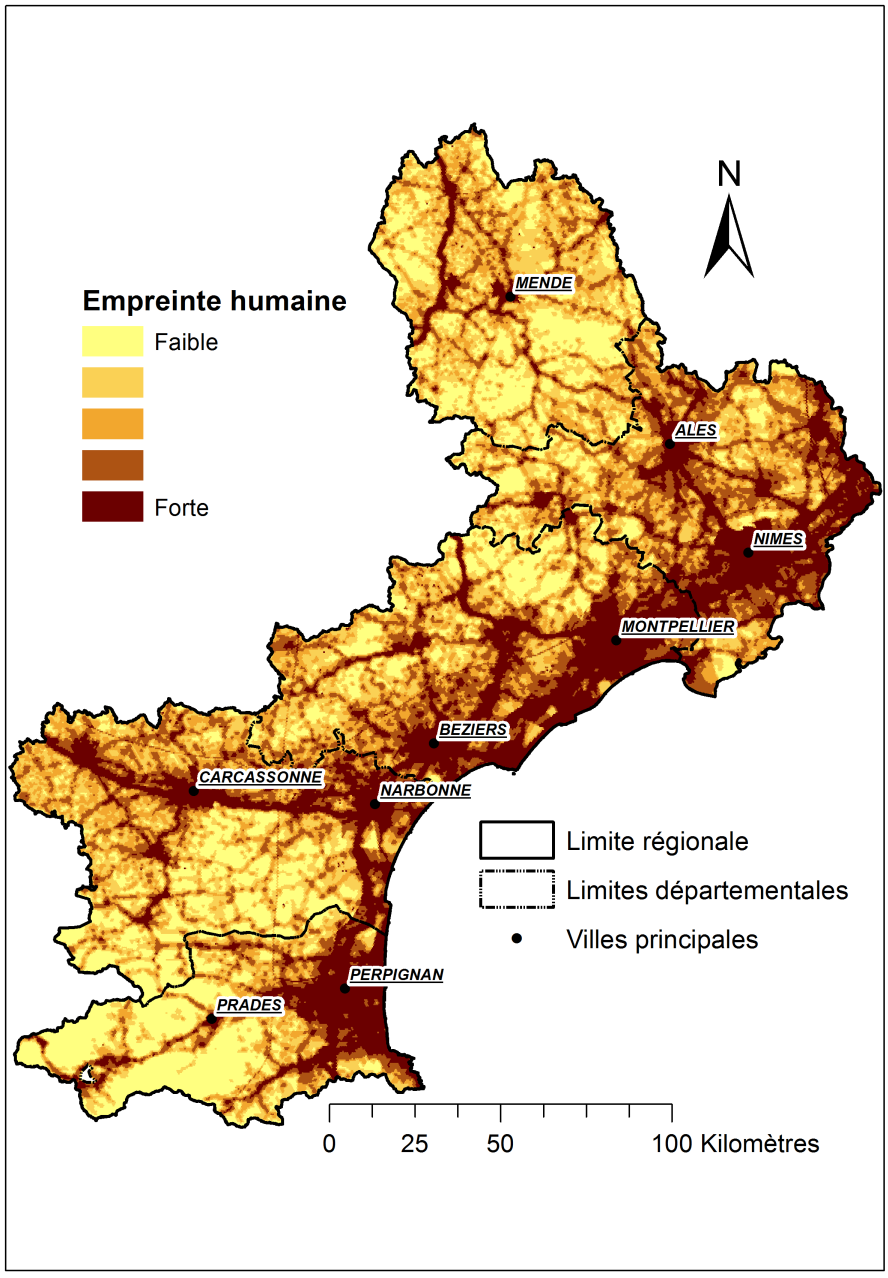


Figure 19 Spatialisation de l'indicateur combiné d'empreinte humaine.

Il est basé sur le cumul des indicateurs suivants :

- Indicateur combiné d'artificialisation des sols :
  - Indicateur de densité de bâti
  - Indicateur d'artificialisation des sols
- Indicateur combiné du réseau de transport
  - La densité du réseau de transport
  - L'infranchissabilité du réseau de transport
- Indicateur combiné de démographie niveau communal
  - La densité de population
  - La croissance démographique
  - La fréquentation touristique
- Indicateur de densité du réseau énergétique
- Indicateur de projets d'aménagements

3.1 *Indicateur combiné d'artificialisation des sols*

Source : CEFE – CNRS / Asconit

Définition : Cet indicateur combiné quantifie la densité d'urbanisme et l'artificialisation des sols.
NB: L'indicateur de pression foncière n'est pas encore pris en compte.

Méthodologie : Il est basé sur les indicateurs décris ci-après, il est obtenu à la maille selon la formule suivante :

$$Sols\ artificialisés \quad N\left|(1 \mid Densité_{(bat)}) * (1 \mid Artificialisation) \quad 1\right|$$

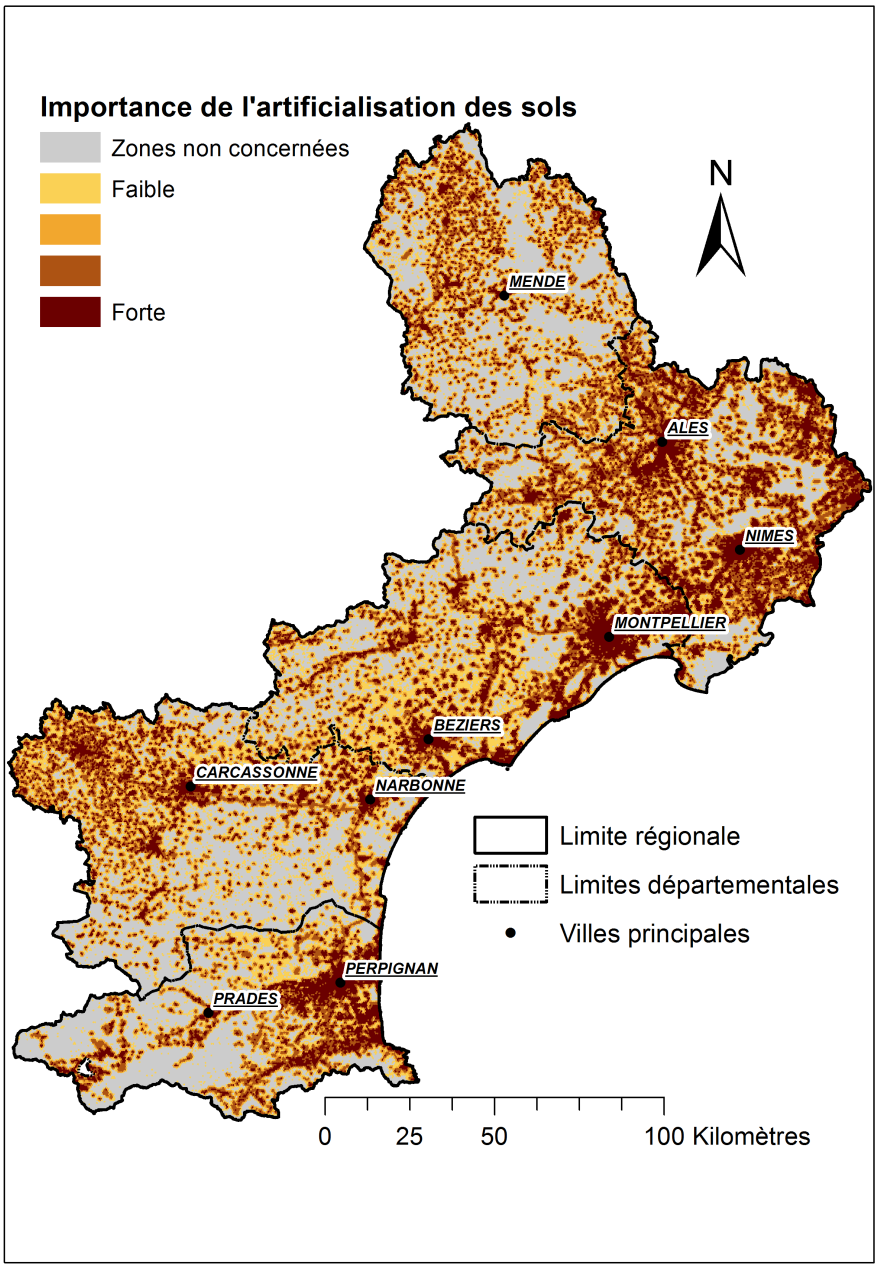


Figure 20 Spatialisation de l'indicateur combiné d'artificialisation des sols.

3.1.1 Indicateur de densité de bâti

Source : CEFE – CNRS

Définition : Cet indicateur rend compte de la densité de bâti au sein de chaque maille.

Données : BD TOPO IGN (2008).

Méthodologie : Il est obtenu à la maille selon la formule suivante :

$$Densité_{(bati)} \quad \frac{Surface_{(bati)}}{Surface_{(maille)}}$$

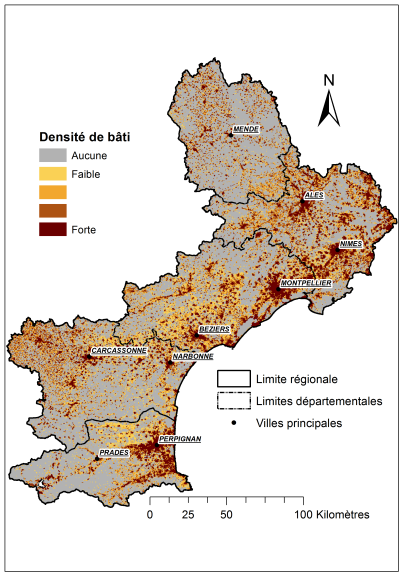


Figure 21 Spatialisation de l'indicateur de densité de bâti.

3.1.2 Indicateur d'artificialisation des sols

Source : ASCONIT Consultants – BD Ocsol

Définition : Cet indicateur traduit la présence de territoires artificialisés ou ayant mutés entre 1999 et 2006 selon la base de données Ocsol.

Données : Ocsol 1999 et 2006 (v1.1).

Objectif : Cibler les secteurs les plus dynamiques et susceptibles de changements rapides d'occupation du sol.

Méthodologie : Par rapport à cette note, pour cet indicateur, ont été prises en compte les classes suivantes, issues de la BD Ocsol (voir Annexe 12, Annexe 13 et Annexe 14) :

- espaces artificialisés (catégorie 1 niveau 1 de l'Ocsol)
- espaces ayant mutés entre 1999 et 2006 ayant été
- renaturés, de plus de 225m². Ces espaces correspondent aux catégories classés sous le nom de « renaturation », « utilisation agricole » et « boisement ».

Une zone tampon de 250 mètres a été créée autour de chacun de ces espaces supposant un risque de mutation élevé.

TYPOLOGIE	CLASSE
Milieux artificialisés	1
Mutation : artificialisation	2
Mutation : renaturation	3
Mutation : boisement	4
Mutation : utilisation agricole	5

Toutes les classes indiquées sont combinées en une seule couche considérant tous les types de mutations identiques en termes d'effets sur la fonctionnalité écologique. Les surfaces prises en compte comprennent donc les milieux artificialisés, les espaces ayant mutés entre 1999 et 2006 et une zone tampon de 250 autour de ces espaces.

L'indicateur est obtenu au sein de chaque maille au prorata de ces surfaces, selon l'équation suivante :

$$Artificialisation = \frac{Surface_{(artificialisation)}}{Surface_{(maille)}}$$

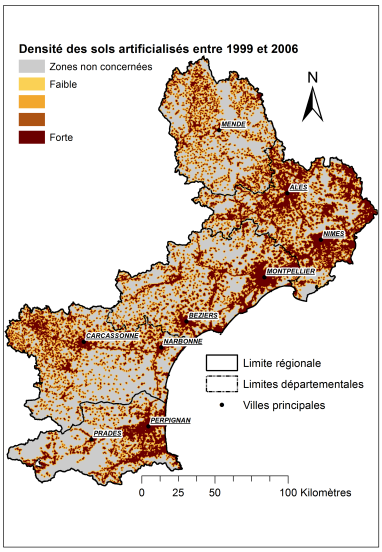


Figure 22 Spatialisation de l'indicateur de territoires artificialisés ou ayant mutés entre 1999 et 2006.

3.2 *Indicateur combiné du réseau de transport*

Source : CEFE – CNRS / Asconit

Définition : cet indicateur quantifie la densité du réseau de transport en fonction du type de route ou de voie ferroviaire. Il est basé sur le cumul des indicateurs ci-après. Il prend en compte les obstacles infranchissables (autoroutes, routes clôturées, LGV…) et les passages à faune. Il est obtenu selon l'équation ci-dessous :

$$Transport \quad N\left|Densité_{(transport)} * (1 + Densité_{(obstacles\ ou\ passages)})\right|$$

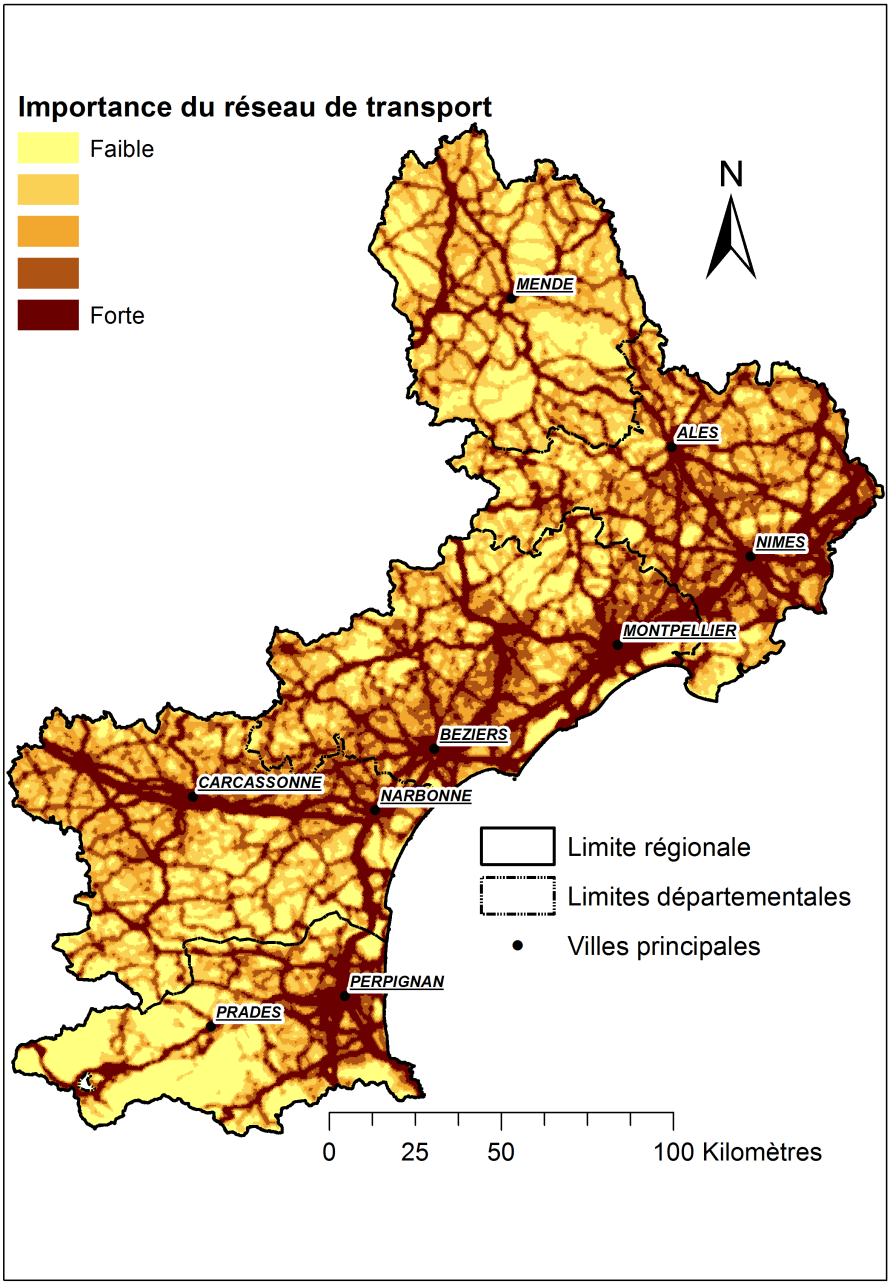


Figure 23 Spatialisation de l'indicateur combiné de densité et d'importance du réseau de transport.

3.2.1 La densité du réseau de transport

Source : CEFE - CNRS.

Définition : Cet indicateur rend compte de la densité du réseau de transport (routes et voies ferrées) dans la maille.

Données : BD TOPO IGN (2008).

Méthodologie : La longueur d'une route est pondérée selon son impact estimée sur la fonctionnalité écologique. Les coefficients affectés sont les suivants :
- valeur de 1.0 pour les routes et voies ferrées d'importance 1 (LGV),
- valeur de 0.6 pour les routes d'importance 2,
- valeur de 0.35 pour les routes et voies ferrées d'importance 3 (2 voies ou plus),
- valeur de 0.15 pour les routes d'importance 4,
- valeur de 0.05 pour les routes d'importance et voies ferrées 5 (1 voie).

L'« importance » matérialise une hiérarchisation du réseau de transport fondée, non pas sur un critère administratif, mais sur l'importance des tronçons pour le trafic (IGN, 2011. BD TOPO version 2.1, Descriptif de contenu).

Le calcul de cet indicateur au sein d'une maille se fait selon l'équation suivante :

$$Densité_{(transport)} = Longueur_{route\,(importance1)} * 1 + Longueur_{route\,(importance2)} * 0.6 + Longueur_{route\,(importance3)} * 0.35 + Longueur_{route\,(importance4)} * 0.15 + Longueur_{route\,(importance5)} * 0.05$$

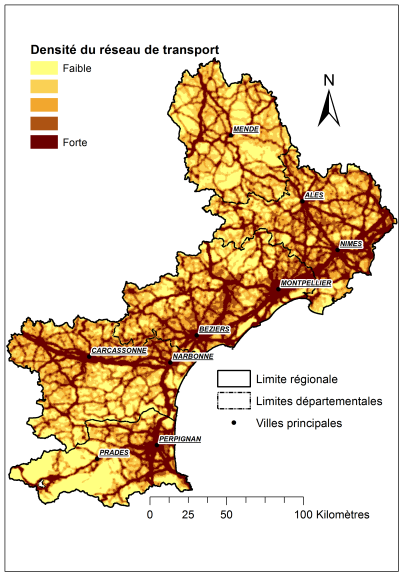


Figure 24 Spatialisation de l'indicateur de densité du réseau de transport.

3.2.2 L'infranchissabilité du réseau de transport

Source : Asconit.

Définition : Cet indicateur rend compte des franchissements et obstacles dans le réseau de transport.

Méthodologie: Cet indicateur prend en compte la présence d'obstacles infranchissables par la faune terrestre (les infrastructures linéaires en particulier, telles que les autoroutes, routes clôturées, LGV…) ou la présence de passages à faune. Une zone tampon de 500 mètres (de chaque côté) a été crée, afin de couvrir plusieurs mailles (une maille ayant une largeur de 500 mètres). Aux points de passage à faune indiqués par ASF, un tronçon de 500 mètres de linéaire a été « coupée » sur l'autoroute concernée, afin de ne pas impacter la fonctionnalité écologiques des mailles concernées.
NB : il n'a pas été possible de hiérarchiser les données selon le niveau de trafic du fait de données hétérogènes.

Le calcul de cet indicateur au sein d'une maille se fait selon l'équation suivante :

$$Densité_{(Obstacles\ ou\ Passages)} = \frac{Surface_{(Transport)}}{Surface_{(maille)}}$$

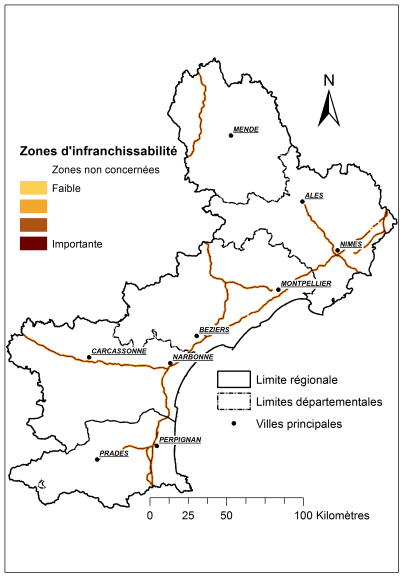


Figure 25 Spatialisation de l'indicateur de présence d'obstacles et de franchissements au sein des infrastructures de transport.

3.3 ***Indicateur combiné de démographie niveau communal***

Source : ASCONIT / CEFE – CNRS

Définition : cet indicateur quantifie la présence humaine au niveau communal.

Données : Chiffres clés – évolution et structure de la population – France – échelle communale. Insee, Recensements de la population - État civil (découpage géographique communal au 1er janvier 2010). Tourisme, Capacité des communes en hébergement touristique au 1er janvier 2011 – Région Languedoc-Roussillon, INSEE, Direction du tourisme (découpage géographique communal au 1er janvier 2010).

Méthodologie : Cet indicateur prend en compte la densité de population, la croissance démographique et la fréquentation touristique au niveau communale.

Il est obtenu au sein d'une maille selon l'équation suivante :

$$Démographie \quad N\left|Densité_{(population)} * \left(1 + Croissance_{(population)}\right) * \left(1 + Capacité_{(tourisme)}\right)\right|$$

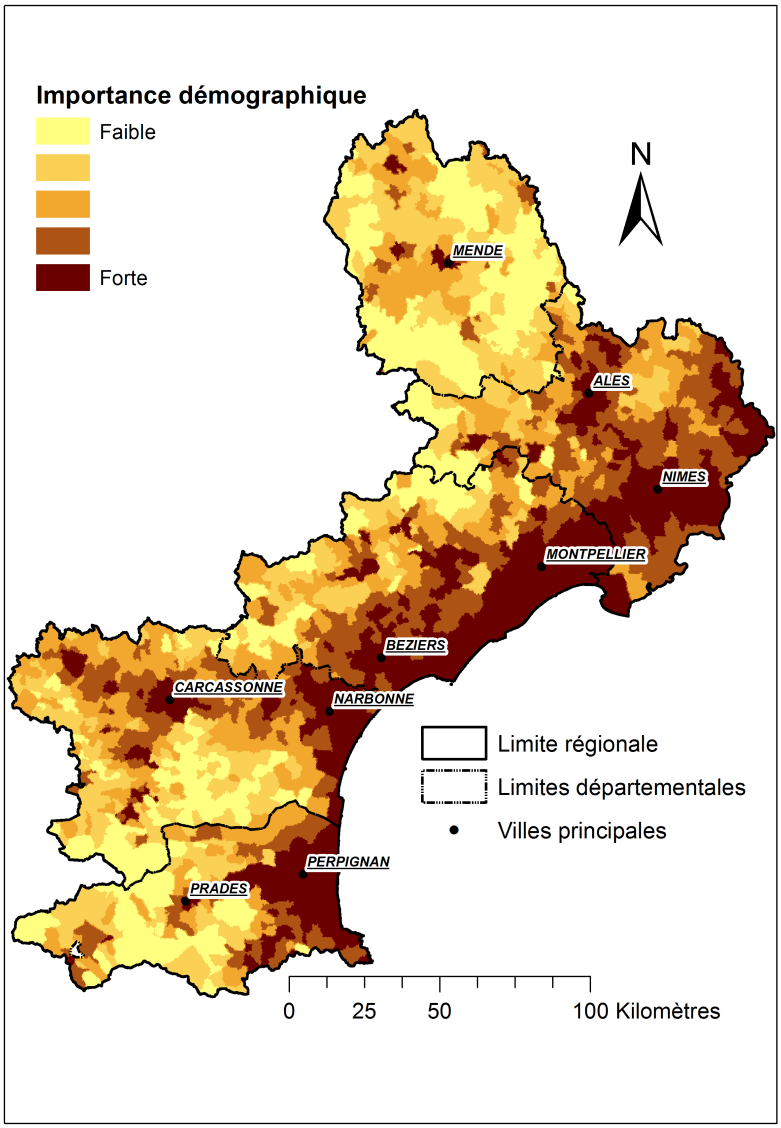


Figure 26 Spatialisation de l'indicateur de présence humaine au niveau communal.

3.3.1 La densité de population

Source : ASCONIT

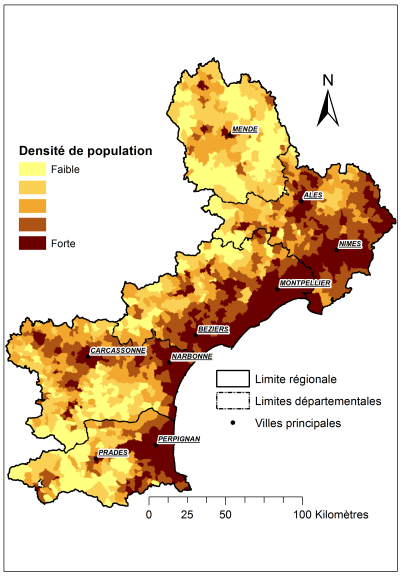
Définition : cet indicateur quantifie la densité de population en se basant sur le nombre d'habitants par commune.

Données : Chiffres clés – évolution et structure de la population – France – échelle communale. Insee, Recensements de la population - Etat civil (découpage géographique communal au 1er janvier 2010).

Méthodologie : Cet indicateur prend en compte la densité de population au niveau communal. Il est obtenu au sein d'une maille selon l'équation suivante :

$$Densité_{(population)} = \frac{Densité\ (hab.)_{(com\ 1)} * Surface_{(com\ 1)} + \cdots + Densité\ (hab.)_{(com\ n)} * Surface_{(com\ n)}}{Surface_{(maille)}}$$

Où n est le nombre de communes différentes au sein de chaque maille.



1

Figure 27 Spatialisation de l'indicateur de densité de population au niveau communal.

3.3.2 La croissance démographique

Source : ASCONIT

Définition : cet indicateur restitue la croissance démographique au sein de chaque maille en se basant sur la croissance démographique au niveau communal.

Données : Chiffres clés – évolution et structure de la population – France – échelle communale. Insee, Recensements de la population - État civil (découpage géographique communal au 1er janvier 2010).

Méthodologie : Cet indicateur prend en compte la croissance démographique au niveau communal. Il est obtenu au sein d'une maille selon l'équation suivante :

$$Croissance_{(population)} = \frac{Croissance\ (démo.)_{(com\ 1)} * Surface_{(com\ 1)} + \cdots + Croissance\ (démo.)_{(com\ n)} * Surface_{(com\ n)}}{Surface_{(maille)}}$$

Où n est le nombre de communes différentes au sein de chaque maille.

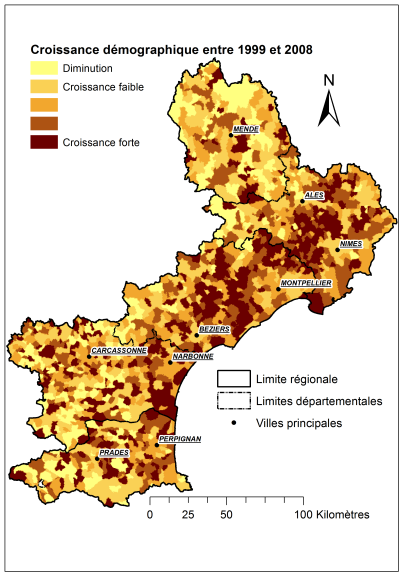


Figure 28 Spatialisation de l'indicateur de croissance démographique au niveau communal.

3.3.3 La fréquentation touristique

Source : Asconit.

Définition : Cet indicateur rend compte de la capacité d'hébergement par maille

Données : Tourisme, Capacité des communes en hébergement touristique au 1er janvier 2011 – Région Languedoc-Roussillon, INSEE, Direction du tourisme (découpage géographique communal au 1er janvier 2010).

Méthodologie : Les hébergements compris dans cet indicateur sont les suivants :
- Les résidences secondaires et de logements occasionnels au RP 2006
- les emplacements dans les campings classés
- les chambres dans les hôtels classés et les hôtels de chaîne non classés.

NB1 : Chaque type d'hébergement compte pour une unité d'hébergement.
NB2 : Le ratio population estivale/population permanente ainsi que la fréquentation de sites touristiques régionaux n'ont pu être pris en compte.
Cet indicateur est obtenu au sein d'une maille selon l'équation suivante :

$$Capacité_{(tourisme)} = \frac{Nbre\ (hébergts.)_{(com\ 1)} * Surface_{(com\ 1)} + \cdots + Nbre\ (hébergts.)_{(com\ n)} * Surface_{(com\ n)}}{Surface_{(maille)}}$$

Où n est le nombre de communes différentes au sein de chaque maille.

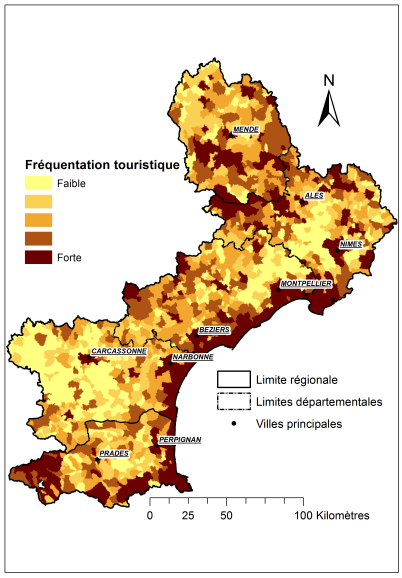


Figure 29 Spatialisation de l'indicateur de fréquentation touristique par commune.

3.4 Indicateur de densité du réseau énergétique

Source : ASCONIT

Définition : cet indicateur rend compte de la présence de zones de production et d'acheminement d'énergie ayant un effet sur la fonctionnalité écologique.

Données : Source : RTE (pour les lignes et postes électriques); DREAL (pour les ZDE).

Méthodologie : Trois couches d'informations sont utilisées :

1) La couche des lignes à haute tension
2) La couche des postes
3) La couche des communes d'accueil des ZDE

Ligne à haute tension : Pour les lignes aériennes et les raccordements au poste, des zones tampons sont appliquées de chaque coté de la ligne.
Pour les lignes souterraines, ne sont prises en compte que les lignes passant sous une forêt, en recoupant les lignes et de la catégorie 31 de l'occupation du sol. Une zone tampon a également été définie pour ces lignes. Les zones tampon ne sont pas fusionnées afin de garder 'en double' les surfaces des croisements lors du maillage.

Table 2 Zone tampon associée aux lignes à haute tension.

TENSION_MA	Zone tampon en mètre
HORS TENSION < A 45 kV 63 kV 150 kV	10
225 kV	20
400 kV	40

Pour les postes : Les postes de « point de piquage » et les postes en « hors tension » ne seront pas retenus dans l'indicateur.

Table 3 Zone tampon associée aux postes électriques.

	TENSION	Zone tampon en mètres
PORTIQUE	toutes tensions confondues	40
POSTE DE TRANSFORMATION	< A 45 kV	40
	63 kV	70
	150 kV	
	225 kV	90
	400 kV	125

Zones de développement éolien (ZDE) : Toutes les communes « autorisées » ont été intégrées à l'indicateur (Source : données fournies par la DREAL). 4 ZDE sont indiquées « Annulées » dans la base de données (voir colonne « statut » ci-dessous). Il s'agit de ZDE annulées au tribunal administratif. Néanmoins, ces zones ont été laissées dans l'indicateur au même titre que les autres, car il est possible qu'il y ait un recours en conseil d'État ou autre qui puisse annuler le jugement rendu par le tribunal administratif.

Table 4 Zones de développement éoliens et statut.

INSEE_COM	COMMUNE	DEPARTEMENT	CC	ZDE	STATUT	PUISSANCE	O_N	CAPACITE
30302	SAINT-VICTOR-LA-COSTE	GARD		St Victor-la-Coste	Annulée	8 MW	2	Capacité disponible
66019	BELESTA	PYRENEES-ORIENTALES	CC Roussillon Conflent	Roussillon Conflent	Annulée	50 MW	3	
66088	ILLE-SUR-TET	PYRENEES-ORIENTALES	CC Roussillon Conflent	Roussillon Conflent	Annulée	50 MW	3	
66111	MONTALBA-LE-CHATEAU	PYRENEES-ORIENTALES	CC Roussillon Conflent	Roussillon Conflent	Annulée	50 MW	3	
66165	RODES	PYRENEES-ORIENTALES	CC Roussillon Conflent	Roussillon Conflent	Annulée	50 MW	3	

NB : Les ZDE pour lesquelles un dossier a été déposé sont également intégrées à la couche.

L'indicateur « énergie » est obtenu au sein d'une maille selon l'équation suivante :

$$Energie = \frac{Surface_{(ligne\ HT)} + Surface_{(poste)} + Surface_{(ZDE\ autorisé)} * 0.1 + Surface_{(ZDE\ déposée)} * 0.1 + Surface_{(Parc\ éolien)}}{Surface_{(maille)}}$$

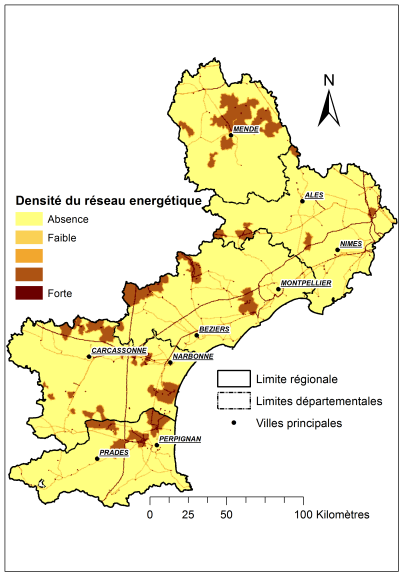


Figure 30 Spatialisation de l'indicateur de réseau de production et d'acheminement énergétique.

3.5 Indicateur de projets d'aménagements

Source : ASCONIT/DREAL

Définition : Cet indicateur rend compte de périmètres intégrant des projets d'aménagements d'infrastructures qui pourront impacter la fonctionnalité écologique.

Données : DREAL, 2012.

Méthodologie : Les projets pris en compte sont les infrastructures routières et ferroviaires (autoroutes et LGV), les équipements et l'urbanisation. Le calcul de l'indicateur au sein d'une maille a été effectué selon un mode binaire (présence ou non dans la maille), pour ne pas faire de distinction entre les projets plus ou moins larges.

Liste des projets d'aménagement intégrés à l'indicateur :

- **Hérault :**
  - Contournement Ouest de Montpelier
  - A9 : Déplacement de l'autoroute autour de Montpelier
  - RN113 : Déviation de Lunel
  - A75 : déviation de Pézenas
- **Gard :**
  - RN106 : Nîmes-La Calmette
  - La Rhodanienne RN86 – RN580
- **Lozère :**
  - RN88 : Contournement de Mende
  - RN88 : Rocade Ouest de Mende
- **PO :**
  - RN116 : mise à 2*2 voies entre Ille-sur-Têt et Prades
  - Déviation de Joncet

Projets Lignes Grandes vitesses :

- Tracé / fuseau des lignes LGV LNMP (Montpelier-Perpignan)
- Tracé /fuseau du contournement Nîmes-Montpelier (ferroviaire)

Liste de projets d'aménagement recensés mais non intégrés par manque de données :

- **Hérault :**
  - RN113 : Déviation de Baillargues
- **Gard :**
  - RN106 : Contournement Ouest de Nîmes
- **Lozère :**
  - RN88 : Déviation Langogne / Pradelle
- **PO :**
  - RN116 : Déviation Latour-de-Carol
  - RN116 : Tunnel de Thues
  - Elargissement de la RN22

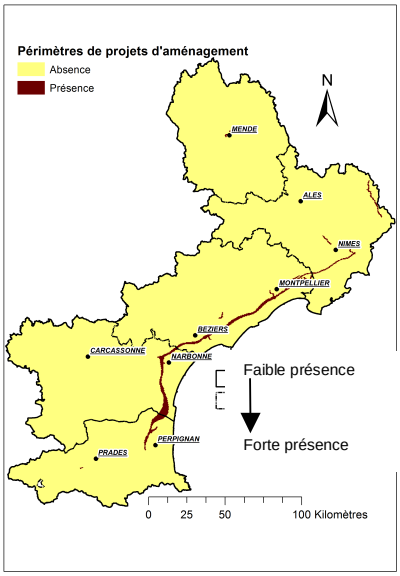


Figure 31 Spatialisation de l'indicateur des périmètres de projets d'aménagements.

Perspectives pour l'identification des enjeux de la TVB

Les indices globaux d'importance écologique et d'empreinte humaine ont été répartis en quatre classes selon la règle des quantiles. Leur croisement (Figure 32) permet d'estimer au sein de chaque maille l'importance écologique du territoire au regard de l'empreinte humaine. De ce croisement, des enjeux de conservation de la biodiversité et des continuités écologiques peuvent être identifiés.

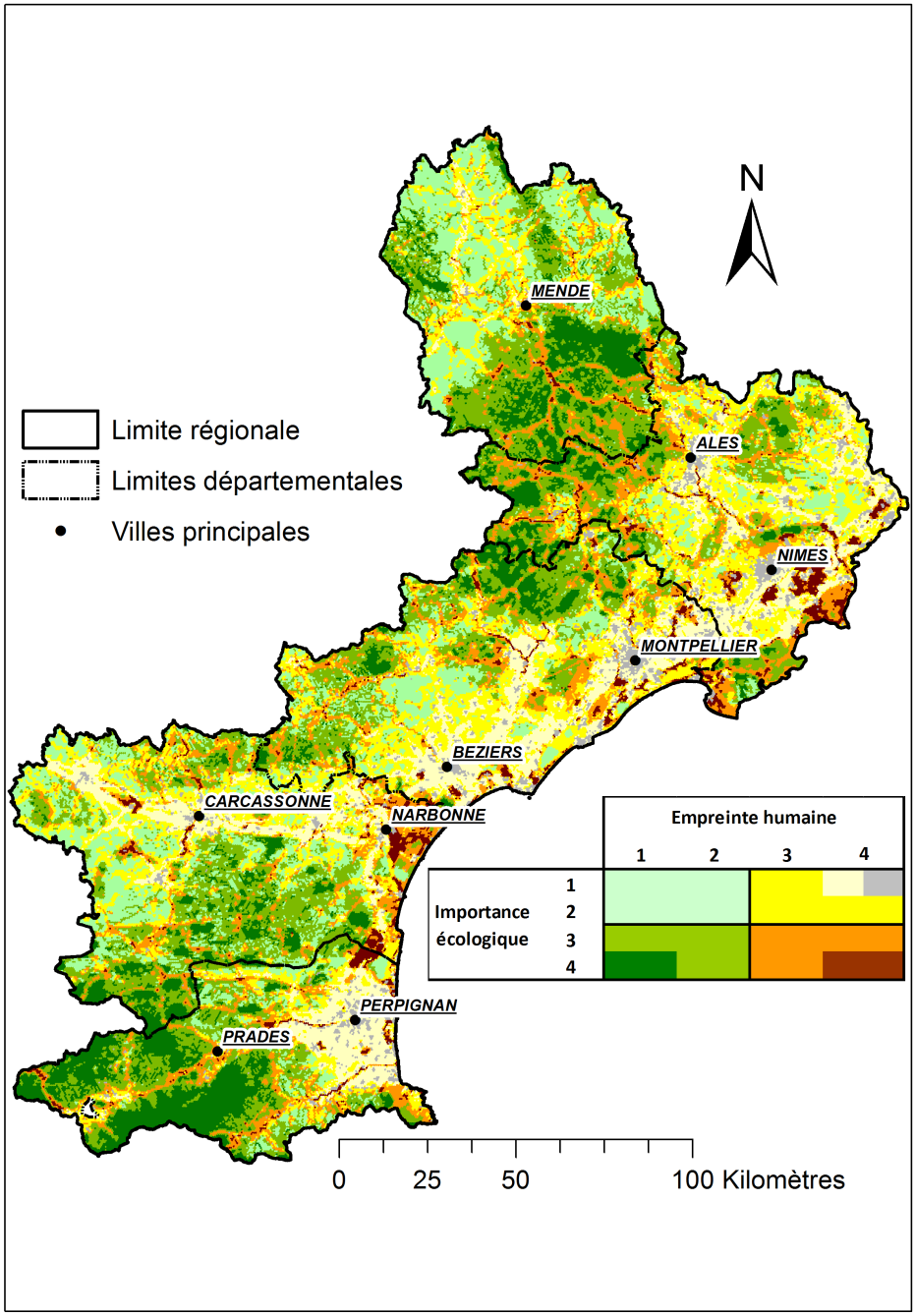


Figure 32 Cartographie provisoire du croisement entre les indices globaux d'importance écologique et d'empreinte humaine.

Cette approche vise à quantifier les enjeux en termes d'espaces importants pour la conservation de la biodiversité et les continuités écologiques pour l'élaboration de la Trame verte et bleue pour la région Languedoc-Roussillon. L'approche prendra tout son sens lors du croisement des indicateurs avec les différentes trames et sous trames identifiés lors du diagnostic de la TVB (Figure 1). L'utilisation de cette approche, basé sur des indicateurs permet ainsi de spatialiser les enjeux. Son utilisation doit être faite néanmoins en tenant compte de certaines limites méthodologiques et techniques.

Tout d'abord, il s'agit d'une approche basée sur des « indicateurs » fournissant des estimations. Ces indicateurs ne donnent pas de valeurs absolues, ni une quantification exacte de l'importance écologique des espaces ou de l'impact de l'empreinte humaine sur les continuités écologiques. La démarche permet néanmoins d'élaborer une représentation spatiale de l'importance écologique du territoire au regard de l'empreinte humaine et de visualiser les continuités écologiques dans différents secteurs de la région.

La précision et les résultats obtenus au niveau des indicateurs dépendent fortement des caractéristiques des données sources (date, résolution, précision, exhaustivité…) et constitue une limite de l'exercice.

La typologie permet d'identifier les grands types d'enjeux à l'échelle de la région. D'un coté, il y a un gradient de vert pâle (importance écologique faible et faible empreinte humaine) à vert foncé (forte importance écologique et faible empreinte humaine), et de l'autre, un gradient de vert pâle à jaune et gris (faible importance écologique et forte empreinte humaine). Un troisième gradient de vert pâle à orange et marron correspond à une augmentation progressive de l'importance écologique des espaces mais aussi de l'empreinte humaine. Ainsi la typologie permet d'attirer l'attention sur l'importance d'éviter deux types de transitions :

- d'une part, une transformation des espaces en vert (surtout foncé) vers le marron qui traduirait une augmentation de la vulnérabilité des espaces importants pour la biodiversité ;
- d'autre part, une transformation des espaces actuellement marron vers le jaune ou le gris, qui traduirait une perte d'importance écologique sans doute liée à la forte empreinte humaine dans ou autour de ces espaces.

A partir de ce travail, il sera possible d'identifier *les continuités écologiques à retenir pour constituer la trame verte et bleue régionale* (voir le décret d'application : J.O. 2012). Le croisement avec les espaces protégés permettrait d'identifier, au sein de ces continuités écologiques, les réservoirs de biodiversité (*à minima*). Dans les secteurs de forte empreinte humaine, la carte permet de visualiser les continuités écologiques encore existantes et d'identifier les zones potentiellement importantes pour leur maintien et restauration. Il s'agit donc d'une démarche visant l'identification des grands espaces support du fonctionnement de la biodiversité à l'échelle régionale qui a été privilégiée. Ces espaces représentent la matrice qui englobe les réservoirs de biodiversité, au sein desquels il sera possible d'identifier des corridors écologiques, tout en soulignant l'importance de l'ensemble de la matrice pour la préservation de la biodiversité.

Dans le cadre de l'objectif de la trame verte et bleue (Art. L. 371-1. − I) *« d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles ….»* il sera prioritaire pour cet outil d'aménagement du territoire de se préoccuper du maintien de l'intégrité de ces espaces afin d'éviter leur fragmentation. Dans le contexte méditerranéen et de ses territoires de biodiversité, la conservation des ces espaces importants pour la biodiversité représente un élément clé de la solidarité écologique qui est à nos yeux nécessaire pour la réussite de la politique trame verte et bleue.

La méthodologie présentée dans ce document est un outil d'accompagnement des copilotes (DREAL et Région) pour l'élaborer le diagnostic du SRCE et mettre en œuvre la Trame Verte et Bleue. Le croisement de notre typologie avec les différents types d'occupation de sols ou avec les outils de planification (SCoT et PLU) ou même avec les projets d'aménagement prévus et en cours de planification (LGV, doublement de l'Autoroute A9), sont autant d'exemples préliminaires de cette mise en œuvre.

Références

Ball I.R. et Possingham H.P., 2000. MARXAN (V1.8.2): Marine Reserve Design Using Spatially Explicit Annealing, a Manual.

Balmford A. et al. 1998. The challenges to conservation in a changing world: putting processes on the map. *Conservation Biology Series (Cambridge)* 1, 1-28.

Bernard, P., et al. 2012. Exploration d'approches méthodologiques pour décliner la trame verte et bleue autour des grands enjeux d'un territoire Méditerranéen. Soumis à VertigO.

Burel F., Baudry J. 2000. Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. Tec & Doc, Paris. 356 p.

CEMAGREF, IPAMAC, Parcs naturels associés au projet. 2011. Projet IPAMAC - Trame écologique du massif central ; Note méthodologique – Analyse de la fragmentation.

CRENAM, IPAMAC, et Parcs naturels associés au projet. 2011 Note méthodologique – Identification des réservoirs de biodiversité potentiels ; Projet « trame écologique du massif central ».

Chetkiewicz, C.-L. B., et al. 2006. Corridors for conservation: integrating pattern and process. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 37, 317-342.

Elissalde-Videment, L., et al. 2004. Guide méthodologique sur la modernisation de l'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologiques, faunistique et floristique. Collection Patrimoines Naturels. M. N. d. H. Naturelle. Paris**:** 73.

Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54, 427–432.

IGN, 2011. BD TOPO version 2.1, Descriptif de contenu, http://professionnels.ign.fr/sites/default/files/DC_BDTOPO_2_1.pdf.

Journal Officiel de la République Française. 2012, Décret no 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue. 5 pages.

Mazagol P.O. 2006. Recherche de variables contribuant à l'organisation d'un paysage de moyenne montagne : les cas des Hautes Chaumes du Forez. Thèse de doctorat de 3ème cycle. Université Jean Monnet, Saint-Étienne, 303 p.

Mougenot C., 2003. *Prendre soin de la nature ordinaire*, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, France.

Poiani K.A., et al., 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: Functional sites, landscapes, and networks. *Bioscience* 50, 2, 133-146.

Possingham H.P. et al. 2000. Mathematical methods for identifying representative reserve networks, in Ferson S. and Burgman M. (Eds), Quantitative methods for conservation biology, Springer-Verlag, New York, NY.

Richart, F., et al. 2012. Identification de la trame verte et bleue dans me Parc naturel régional. Notice méthodologique. Les cahiers techniques du P.N.R. de la Narbonnaise en Méditerranée. 38pp.

Smith T.B., et al. 1993. The preservation of process: the missing element of conservation programs. *Biodiversity Letters* 1, 6, 164-167.

Sordello, R., et al. Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère sur les espèces. Rapport MNHN-SPN. 57 pages.

Thompson J.D. & Gauthier, P. (coordination). 2011. Activités humaines et dynamique de la biodiversité en région méditerranéenne. Problématique scientifique, enjeux de conservation. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive et Mediaterra, 94 pp.

Vimal R. 2010. Des aires protégées aux réseaux écologiques : science, technique et participation pour penser collectivement la durabilité des territoires. Thèse en sciences de l'environnement, Université Montpellier II, 297 pages.

Vimal R., et al. 2012. The changing landscape of ecological network. *Journal for Nature Conservation* 20, 49-55.

Annexe 1 Recommandations générales du CSRPN pour la démarche « Trame verte et bleue » en Languedoc-Roussillon du 24 Juin 2010.

Vu la demande conjointe de recommandations générales de l'Etat et de la Région sur la Trame verte et bleue en Languedoc Roussillon, formulée lors de la séance plénière du 2 février 2010 ;

Vu l'examen par le groupe de travail Trame verte et bleue du 21 mai 2010 des conclusions du colloque Trame verte et bleue organisé conjointement par les Conseils Scientifiques Régionaux du Patrimoine Naturel Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur du 26 mars 2010 ;

Vu l'examen en séance plénière du 24 juin 2010 ;

Considérant que les présentes recommandations ont pour objet de mettre en lumière les spécificités du Languedoc-Roussillon en matière de continuité écologique et de conservation de la biodiversité ;

Considérant que les présentes recommandations ont pour but de cadrer scientifiquement la démarche nationale de la Trame verte et bleue, afin d'adopter une méthodologie adaptée au contexte écologique, mais également socio-économique, de la région ;

Après en avoir délibéré,
Le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine naturel émet les recommandations générales suivantes pour la mise en œuvre de la démarche Trame verte et bleue en Languedoc Roussillon :

1. Recommandations générales pour l'élaboration de la Trame verte et bleue en Languedoc-Roussillon

Le CRSPN souligne que l'analyse de la fragmentation naturelle et artificielle des espaces naturels constitue une base pour l'identification de la trame verte et bleue.
Les membres du CSRPN recommandent de baser les réflexions et les travaux en cours et à venir sur l'analyse des fonctionnalités écologiques du territoire. Il convient de prendre en compte, à l'intérieur de la matrice des paysages, notamment les connaissances produites dans le cadre de la délimitation des zones présentant un intérêt écologique **(ZNIEFF de type 1 et 2 notamment).**
Des hiérarchisations pourront être établies suivant l'importance des zones au regard des enjeux liés au maintien ou aux nécessités de restauration d'ensembles écologiques fonctionnels qui constitueront la Trame verte et bleue.

Les abords des agglomérations sont des zones sensibles convoitées par une expansion urbaine vigoureuse. Il faudra veiller à ce que l'interpénétration entre les espaces bâtis et viabilisés, et les espaces agricoles, les espaces semi-naturels et naturels se fasse dans l'optique de laisser des ensembles fonctionnels reliés entre eux. Ceci est particulièrement valables pour l'élaboration des SCOT et des PLU.

Plusieurs méthodes d'identification de la Trame verte et bleue ont été testées à différentes échelles territoriales (PNR, SCoT, IPAMAC). Il convient de capitaliser les enseignements méthodologiques tirés de ces expériences, notamment lorsque les résultats permettent une mise en perspective régionale cohérente.

Dans la même optique, il faudra utiliser ou développer une ou plusieurs méthodes déclinables aux différentes échelles concernées, en utilisant le retour d'expérience des projets pilotes régionaux PNR et SCOT.

Il conviendra d'intégrer une vision prospective et dynamique des territoires, pour tenir compte des phénomènes socio-économiques qui régissent les changements d'occupation des sols, en particulier: **la déprise agricole, notamment viticole et pastorale**, les nouvelles infrastructures et les effets connexes à l'évolution démographique.

Afin d'assurer la cohérence inter-régionale de la Trame verte et bleue, il est important de prendre en compte les continuités fonctionnelles avec les régions limitrophes du Languedoc-Roussillon.

2. Recommandations pour prendre en compte les spécificités et la diversité des écosystèmes du L-R

Afin d'assurer une prise en compte satisfaisante de la diversité et de la spécificité des écosystèmes du Languedoc-Roussillon, il conviendra d'intégrer à la réflexion sur la Trame verte et bleue les éléments suivants :
- **l'importance du cadre géomorphologique, du contexte biogéographique** et des barrières naturelles. Ces éléments conditionnent en effet le fonctionnement des écosystèmes du Languedoc-Roussillon
- **La mosaïque des milieux** provoquée par les facteurs naturels et par l'utilisation de l'espace contribue à la diversité biologique exceptionnelle. La question de la fragmentation en zone méditerranéenne doit d'ailleurs faire l'objet de recherches plus approfondies, notamment pour ce qu'elle recouvre en termes d'écologie.
- **les zones humides**, pour lesquelles les protocoles de définition devront être précisés ;
- **les espèces impactées** par la fragmentation ;
- **le cordon littoral**, dans le cadre de l'interface terre – lagunes - mer. Les relations fonctionnelles entre les eaux continentales, les biocénoses marines et les espèces migratrices, **notamment poissons et oiseaux,** devront être traitées avec une attention particulière ;
- **les grandes entités géomorphologiques** (grands causses…), doivent être préservées.

3. Recommandations pour valoriser les services écosystémiques rendus par la Trame verte et bleue en Languedoc-Roussillon

Le CSRPN recommande de travailler à l'amélioration de la communication et de l'acceptabilité sociale de la TVB, notamment auprès des élus et des citoyens. Dans ce sens, il paraît essentiel d'axer la communication sur la notion de « paysage ». Le paysage constitue en effet une notion naturellement perceptible par les élus et par le grand public, notamment à l'échelle locale. Il constitue, de plus, un facteur d'attractivité essentiel pour les territoires et permet donc de faire le lien avec les services écosystémiques.

Il convient de mettre en lumière les services rendus par la biodiversité en Languedoc-Roussillon, tels que : l'agriculture, la productivité des lagunes ou encore l'attractivité des paysages du L-R, dont la question de la nature en ville fait partie intégrante, puisqu'elle constitue un facteur d'attractivité important des ensembles urbains.

Il paraît enfin essentiel d'intégrer dans la Trame verte bleue la dimension gestion du risque naturel en Languedoc-Roussillon, particulièrement prégnant en ce qui concerne les inondations par les cours d'eau des côtiers méditerranéens (champs d'expansions des crues et espaces de mobilité des cours d'eau) et la submersion marine sur les zones littorales basses et sableuses (expansion et flux sédimentaire). Ainsi, le CSRPN recommande que les plans ou programmes de protection soient étudiés en intégrant la composante trame verte et bleue.

Le Président du CSRPN Languedoc-Roussillon

Bernard DELAY

Annexe 2 Avis N°2011-12 de la séance plénière du CSRPN du 21 septembre 2011 concernant la méthodologie de mise en place d'indicateurs pour la politique Trame Verte et Bleue (TVB).

Le CSRPN a examiné la méthodologie élaborée par le CEFE – CNRS concernant le développement d'indicateurs pour la mise en place du Schéma Régional de Cohérence Écologique en Languedoc-Roussillon.

L'utilisation d'indicateurs agrégés pour quantifier des sources multiples de pression et les confronter aux enjeux de biodiversité ouvre des perspectives intéressantes. Le fait de travailler à différents niveau de spatialisation répond aux besoins de hiérarchisation des stratégies à mettre en place.

Dans l'application à la politique « Trame Verte et Bleue », les indicateurs développés à ce jour traduisent souvent imparfaitement les enjeux de continuité écologique, car ils négligent les éléments de structure spatiale des entités considérées (structure des linéaires et des mosaïques…). De nouveaux indicateurs intégrant vraiment une mesure spatiale des continuités écologiques sont donc à développer. Le CSRPN prend en considération le biais d'interprétation et le manque de lisibilité qui pourrait résulter d'un choix partiel ou subjectif d'indicateurs. Il est donc important de bien définir le cadre et les limites d'interprétation des documents produits.

Il a été souligné que des enjeux combinés, parfois contradictoires, peuvent exister entre l'exigence de continuité et la prise en compte des risques. Qu'il s'agisse de la prévention des risques d'incendie, des inondations et sécheresses, des glissements de terrain et des risques éco-toxicologiques, la continuité écologique doit être raisonnée en tenant compte des effets qu'elle induit sur la gestion de ces risques. Bien souvent, la réflexion conduira à des stratégies qui intègrent cette prévention des risques et les exigences de préservation de la biodiversité.

Suite aux considérations ci-dessus, l'outil présenté, qui est en cours de développement, est une plate-forme d'information géographique en appui à la concertation. L'intégration de travaux ayant trait aux indicateurs d'impact (par exemple, impact de l'artificialisation sur l'agriculture) et à la prise en compte des continuités spatiales est encouragée dans une perspective de développement des outils à l'échelle des territoires. Le CSRPN suivra la pertinence et le caractère opérationnel de cet outil d'évaluation des continuités écologiques.

Le CSRPN encourage la poursuite du travail en ce sens. Il analysera avec intérêt les documents techniques qui lui seront fournis et apportera ainsi un soutien scientifique actif à l'élaboration des indicateurs.

Le Président du CSRPN Languedoc-Roussillon

Bernard DELAY

Annexe 3 Les 23 ensembles paysagers de la région Languedoc-Roussillon.

1) Les bords du Rhône
2) La Camargue
3) Le littoral des étangs
4) Le littoral rocheux des Albères
5) La Costière, sous l'influence de Nîmes
6) L'ensemble des plaines de l'Hérault, sous l'influence de Montpellier
7) Le sillon Audois, sous l'influence de Narbonne et Carcassonne
8) La plaine du Roussillon, sous l'influence de Perpignan
9) Les garrigues
10) Les collines du Biterrois et de l'Hérault
11) Les contreforts des Causses et de la montagne Noire
12) Les collines de l'ouest Audois
13) Les Corbières
14) Les contreforts des Pyrénées
15) La vallée du Lot
16) La moyenne vallée de l'Aude
17) Les vallées du Jaur et de l'Orb
18) Les Cévennes
19) Les Causses et leurs gorges
20) L'Aubrac lozérien
21) La Margeride
22) La Montagne Noire
23) Les Pyrénées

Annexe 4 Les 15 espèces d'oiseaux indicatrices de la qualité des différentes trames agricoles du SRCE en Languedoc-Roussillon.

Groupe de milieux agricoles en L-R	Espèce Avifaune	Cohérence nationale LR TVB	Proposition supp. cohérence LR (Meridionalis, 2009)	Sensibilité à la fragmentation (d'après critères nationaux)	Besoin d'éléments structurants, mosaïque
Landes et parcours en fermeture	Alouette lulu	x		forte	
Landes et parcours en fermeture	Fauvette pitchou	x		forte	
Landes et parcours en fermeture	Fauvette orphée	x		moyenne	
Milieux très fermés, milieux forestiers	Chouette de Tengmalm	x		forte	
Milieux très fermés, milieux forestiers	Grimpereau des bois		x		
Mosaïque agricole, vergers	Pie-grièche à tête rousse	x		moyenne	x
Pelouses, prairies et parcours ouverts	Pipit rousseline	x		moyenne	
Pelouses, prairies et parcours ouverts	Cochevis de Thekla	x		forte	
Pelouses, prairies et parcours ouverts	Traquet oreillard	x		moyenne	
Pelouses et prairies en montagne	Perdrix grise de montagne		x		
Pelouses et prairies en montagne	Lagopède alpin ssp pyrenaicus	x		forte	
Pelouses et prairies en montagne	Traquet motteux		x		
Pelouses et prairies en montagne	Tarier des prés		x		
Vignobles	Bruant ortolan	x		moyenne	x
Vignobles	Pie-grièche méridionale	x		forte	x

Annexe 5 Liste des taxons d'Insectes non proposés pour la cohérence nationale pouvant présenter un intérêt complémentaire en région

Rhopalocères :

Iolana iolas
Scolitantides orion
Erebia neoridas
Euphydryas aurinia aurinia
Lopinga achine

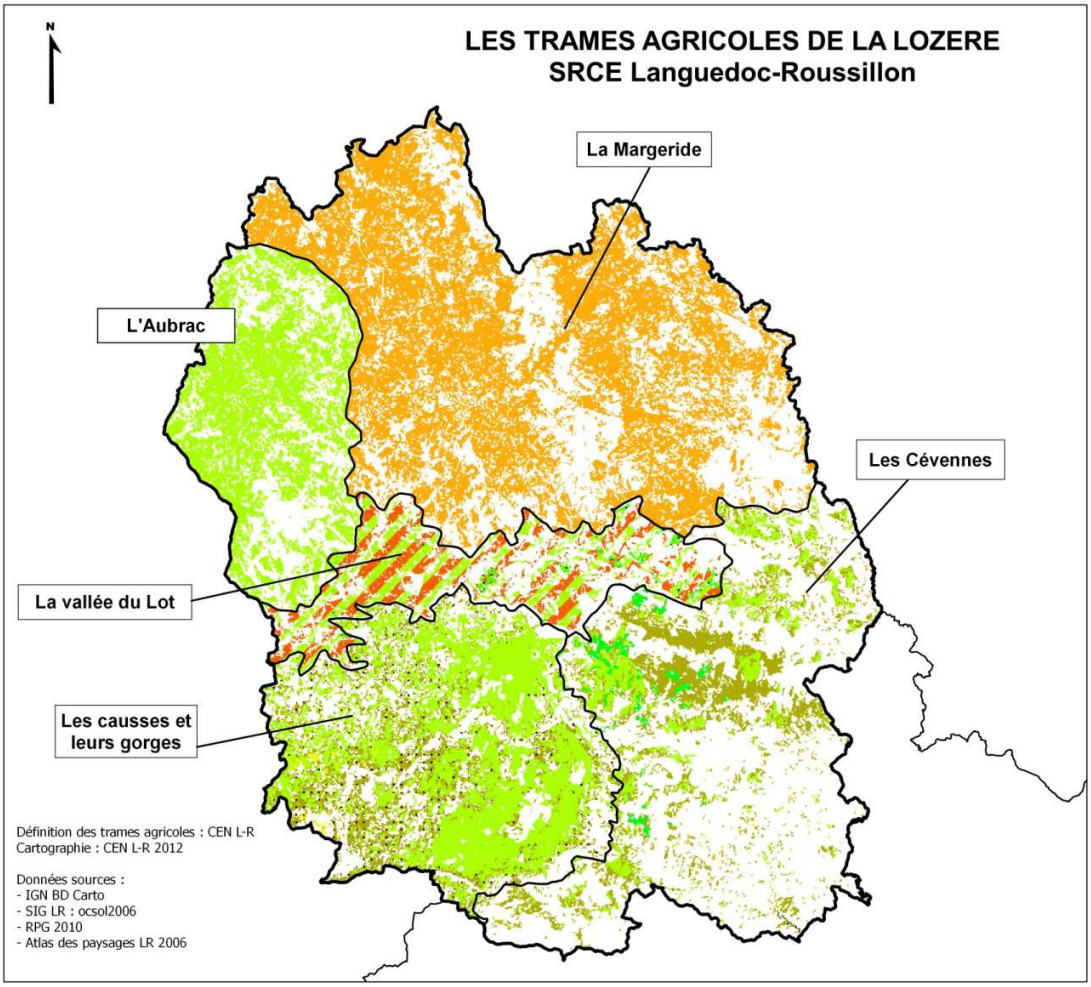
Odonates :

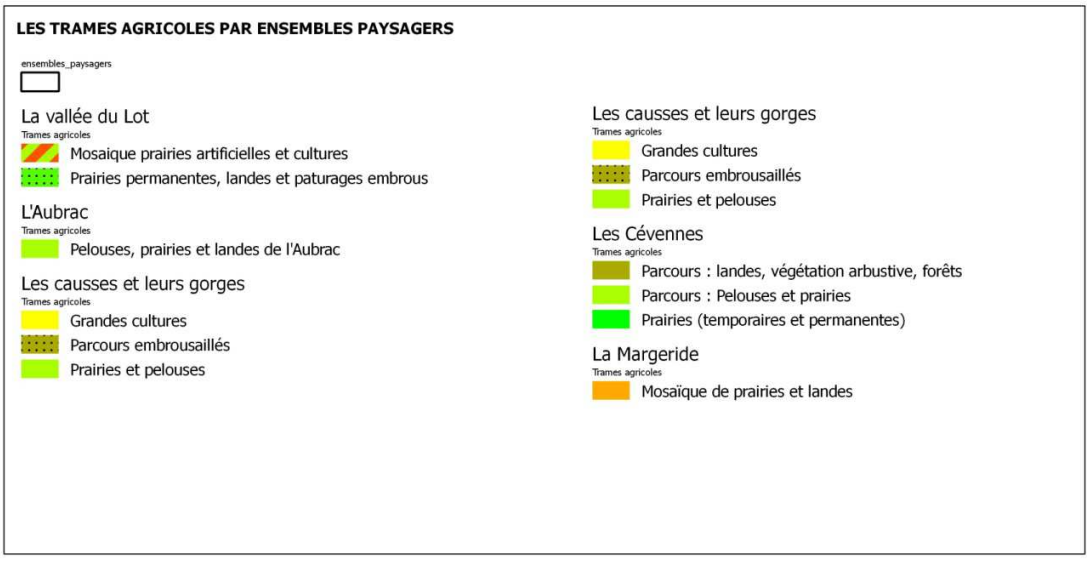
Lestes virens virens
Onychogomphus forcipatus unguiculatus
Sympetrum flaveolum
Sympetrum pedemontanum

Orthoptères :

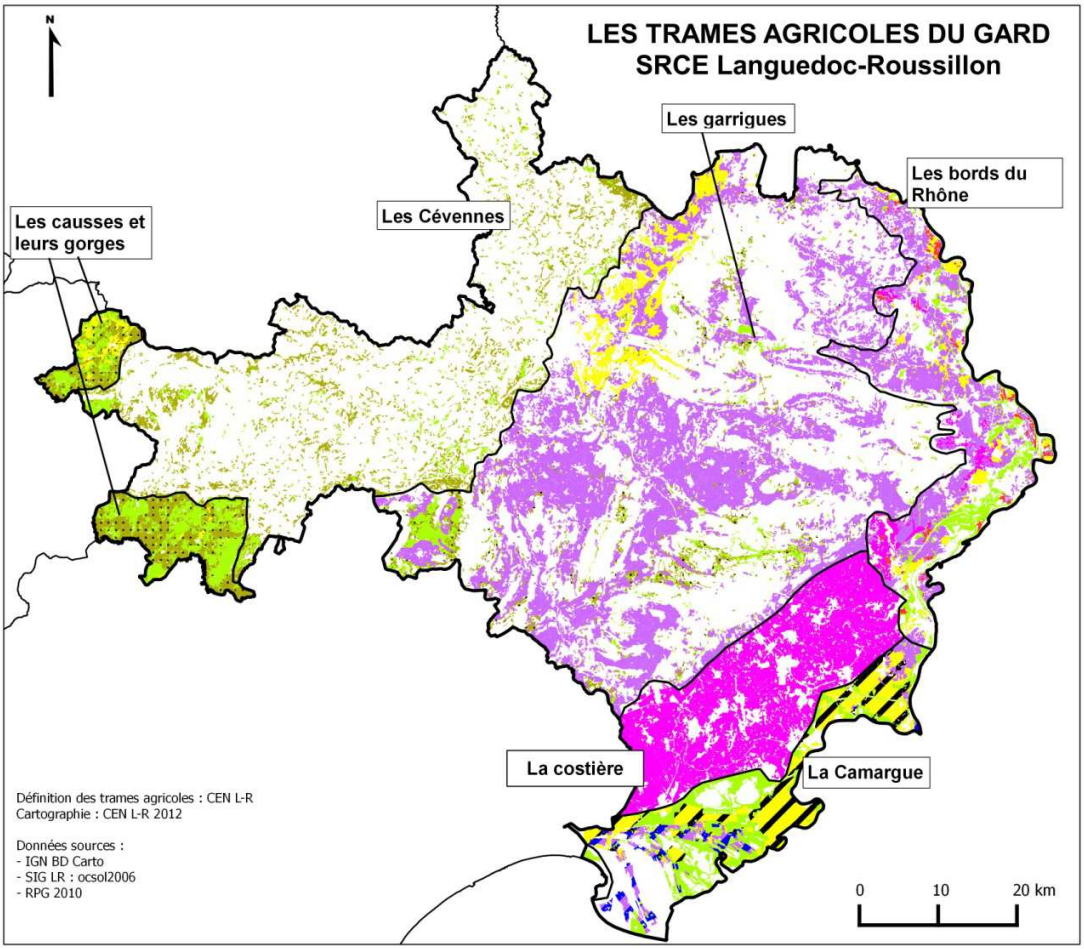
Decticus verrucivorus monspelliensis
Parnassiana vicheti
Metrioptera bicolor
Thyreonotus corsicus corsicus
Antaxius chopardi
Uromenus catalaunicus
Miramella alpina subalpina
Sphingonotus rubescens rubescens
Mecostethus parapleurus parapleurus
Euthystira brachyptera
Arcyptera brevipennis vicheti
Omocestus antigai
Omocestus navasi bellmanni
Stenobothrus stigmaticus
Chorthippus parallelus erythropus
Chorthippus montanus
Chorthippus binotatus saulcyi

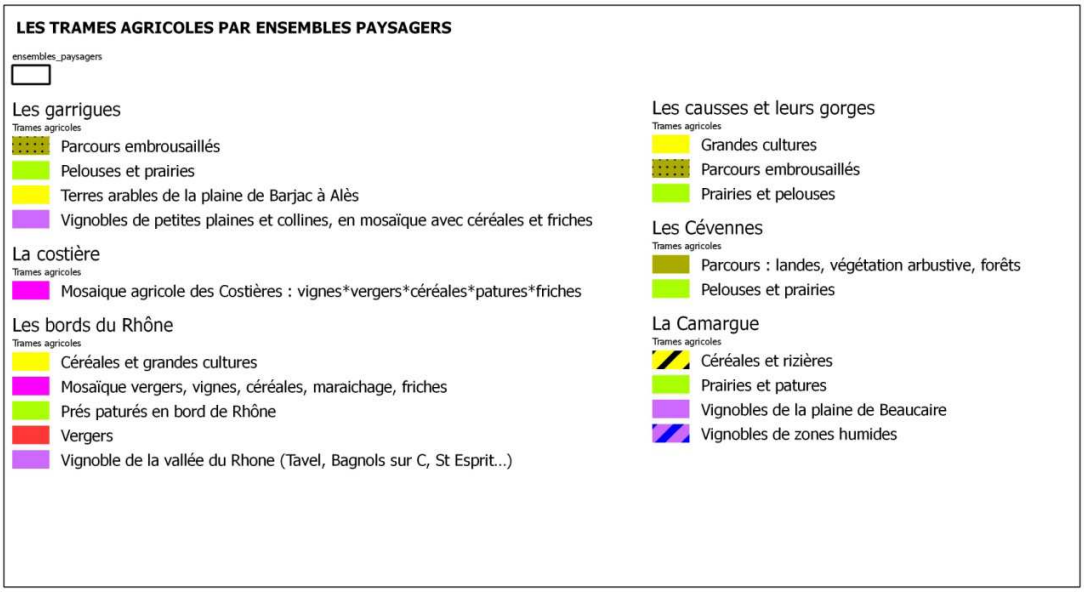
Annexe 6 Cartographie des sous-trames agricoles de Lozère.



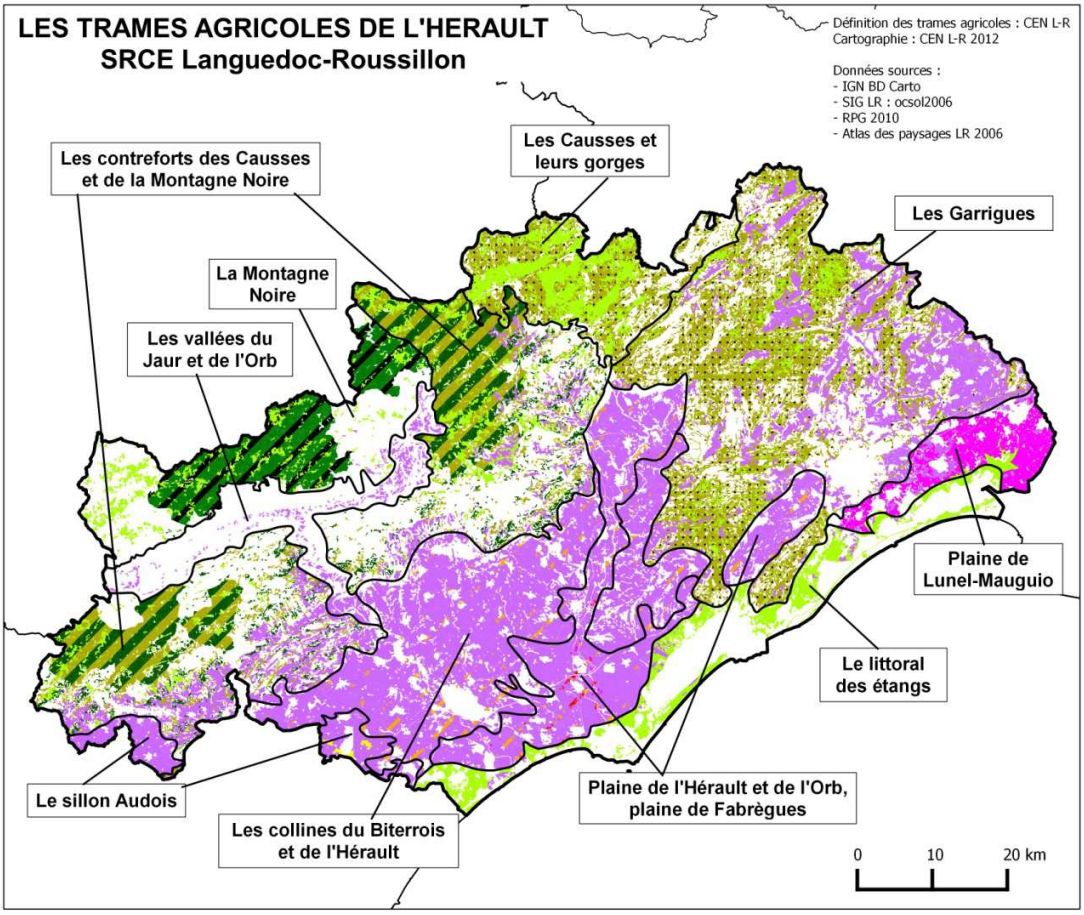


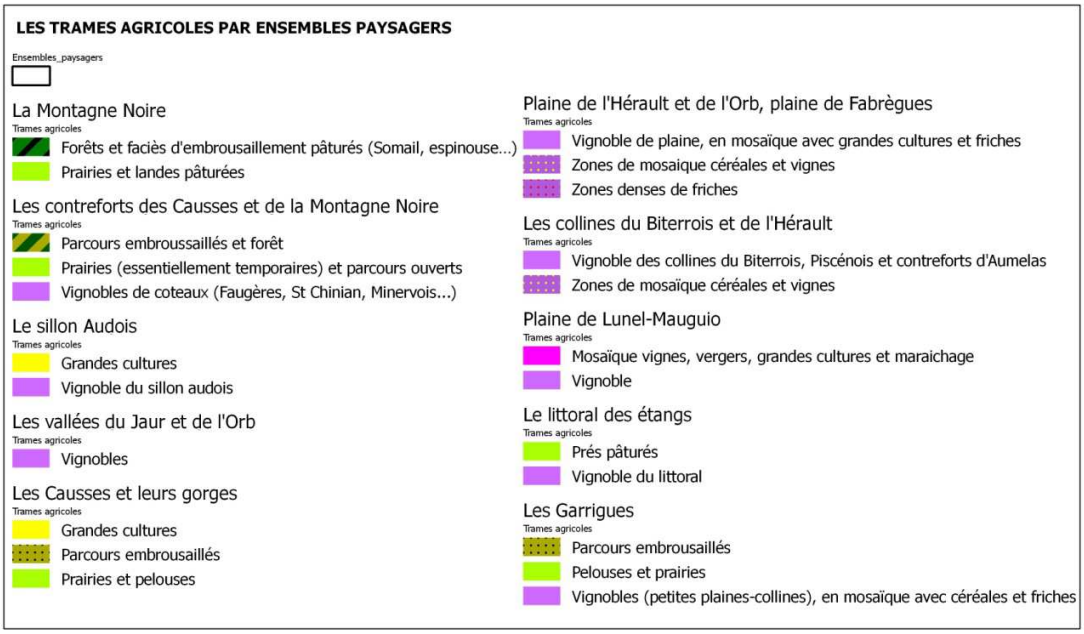
Annexe 7 Cartographie des sous-trames agricoles du Gard.



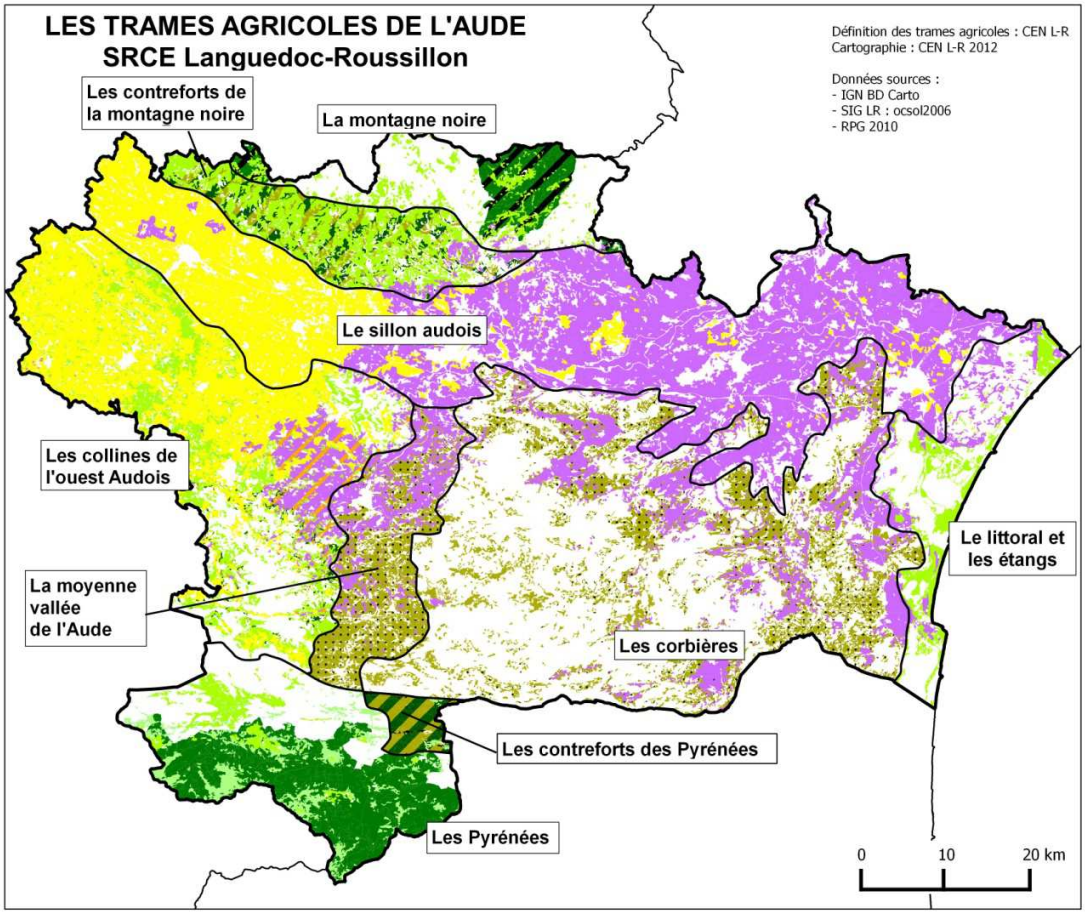


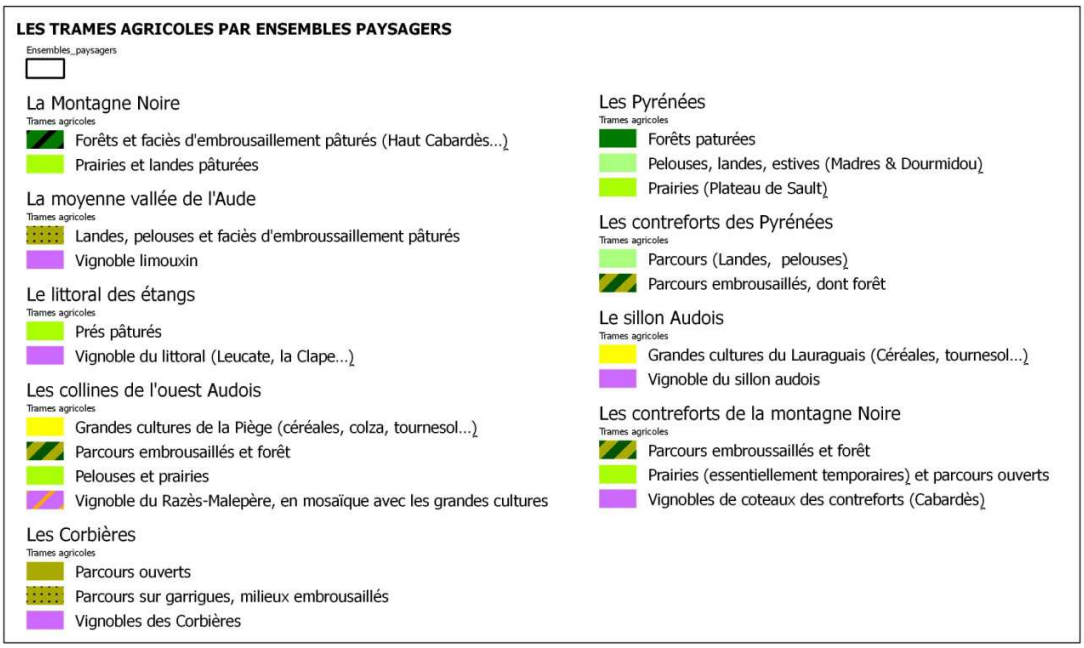
Annexe 8 Cartographie des sous-trames agricoles de l'Hérault.



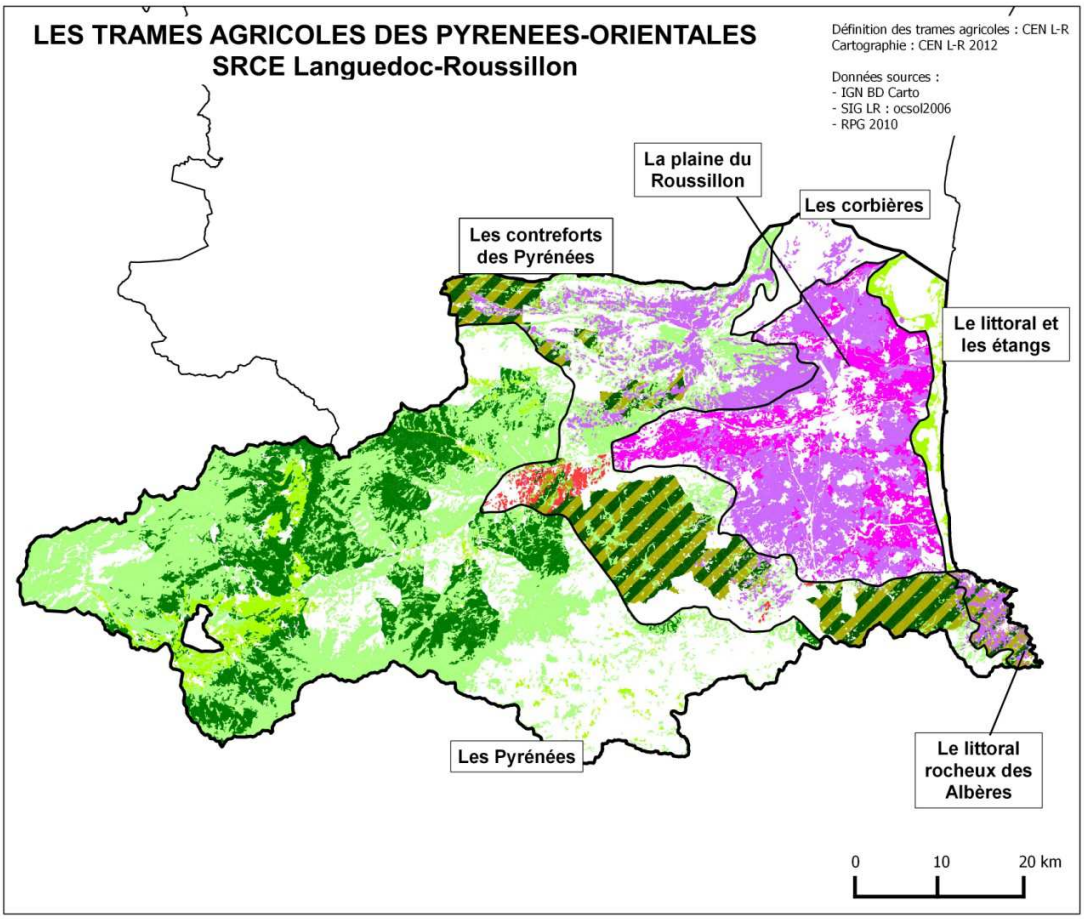


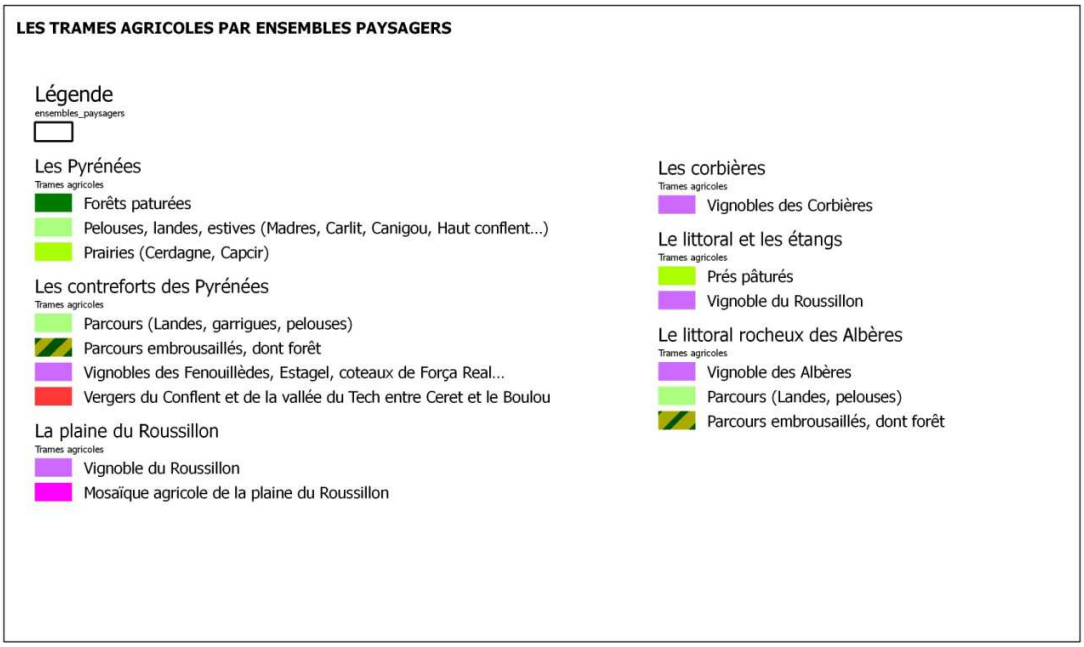
Annexe 9 Cartographie des sous-trames agricoles de l'Aude.





Annexe 10 Cartographie des sous-trames agricoles des Pyrénées-Orientales.





Annexe 11 Qualification de la déprise en termes d'effets sur la fonctionnalité écologique.

Nom ensemble paysager	Type déprise agricole concernée	Conséquences sur les enjeux de biodiversité	Opportunités pour la biodiversité
Les bords du Rhône	Peu concerné à priori		Opportunités possibles pour la reconstitution de ripisylves en bord de Rhône ?
La Camargue	Peu concerné à priori, mais mutations des systèmes d'élevage	?	
Le littoral des étangs	Déprise viticole sur le micro-parcellaire + déprise de l'élevage dans certains secteurs + spéculation foncière entrainant un blocage de l'exploitation des terres	Embroussaillement, perte de milieux ouverts et des cortèges d'espèces associées + homogénéisation des milieux	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
Le littoral rocheux des Albères	Déprise viticole sur le micro-parcellaire	?	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
La Costière	Déprise viticole et arboricole + abandon de l'exploitation du micro-parcellaire + spéculation foncière en abords de villages et sur emprise projets (LGV, carrières, PV…)	Développement des friches, favorable temporaiement à la biodiversité inféodée aux plaines agricoles méditérannéennes, puis perte de biodiversité en quelques années avec l'embroussaillement des friches	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
L'ensemble des plaines de l'Hérault	Déprise viticole (arrachages, abandons de parcelles) + spéculation foncière en abords de villages. Quasi disparition de l'élevage dans les plaines.	Développement des friches, favorable temporaiement à la biodiversité inféodée aux plaines agricoles méditérannéennes, puis perte de biodiversité en quelques années avec l'embroussaillement des friches	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols + Opportunités possibles pour la reconstitution de ripisylves en bord de cours d'eau
Le sillon Audois	Déprise viticole (arrachages, abandons de parcelles) + spéculation foncière en abords de villages. Quasi disparition de l'élevage dans les plaines.	Développement des friches, favorable temporaiement à la biodiversité inféodée aux plaines agricoles méditérannéennes, puis perte de biodiversité en quelques années avec l'embroussaillement des friches	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols + Opportunités possibles pour la reconstitution de ripisylves en bord de cours d'eau
La plaine du Roussillon, sous l'influence de Perpignan	Déprise viticole (arrachages, abandons de parcelles) + spéculation foncière en abords de villages	Développement des friches, favorable temporaiement à la biodiversité inféodée aux plaines agricoles méditérannéennes, puis perte de biodiversité en quelques années avec l'embroussaillement des friches	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols + Opportunités possibles pour la reconstitution de ripisylves en bord de cours d'eau
Les garrigues	Déprise viticole sur le micro-parcellaire + forte déprise de l'élevage (mais situations assez contrastées selon secteurs)	Embroussaillement, perte de milieux ouverts et des cortèges d'espèces associées + homogénéisation des milieux	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
Les collines du Biterrois et de l'Hérault	Déprise viticole (arrachages, abandons de parcelles) + spéculation foncière en abords de villages	Développement des friches, favorable temporaiement à la biodiversité inféodée aux plaines agricoles méditérannéennes, puis perte de biodiversité en quelques années avec l'embroussaillement des friches	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
Les contreforts des Causses et de la montagne Noire	? Déprise élevage	?	
Les collines de l'ouest Audois	?	?	
Les Corbières	Déprise importante de l'élevage, d'avantage encore sur les Corbières orientales/maritimes	Embroussaillement, perte de milieux ouverts et des cortèges d'espèces associées + homogénéisation des milieux	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
Les contreforts des Pyrénées	Déprise très importante de l'élevage sur les contreforts	Embroussaillement, perte de milieux ouverts et des cortèges d'espèces associées + homogénéisation des milieux	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
La vallée du Lot	Peu concerné à priori	?	
La moyenne vallée de l'Aude	Peu concerné à priori	-	
Les vallées du Jaur et de l'Orb	?	?	
Les Cévennes	Déprise élevage + déprise petite polyculture	Embroussaillement, perte de milieux ouverts et des cortèges d'espèces associées + homogénéisation des milieux + extension d'espèces ligneuses exogènes (Ailanthe, Douglas, Cèdres…), mutation paysagère (disparition des paysages à bancels…)	Possibilité d'évolution progressive vers des habitats climaciques, reconstitution des sols
Les Causses et leurs gorges	Sur les Causses, moindre usage des espaces extensifs et report sur les espaces "intensifiables"	Embroussaillement et perte progressive de milieux ouverts riches en biodiversité + Mise en culture de milieux semi-naturels (=destruction d'habitat semi-naturel) + extension d'espèces ligneuses exogènes (Pin noir)	
L'Aubrac lozérien	Peu concerné à priori	?	
La Margeride	Peu concerné à priori aujourd'hui, mais mutations des systèmes d'élevage	?	
La Montagne Noire	? Déprise élevage	?	
Les Pyrénées	Peu concerné à priori, mais mutations des systèmes d'élevage	?	

Annexe 12 Construction d'un indicateur d'occupation du sol.

Données de base

- **BD Ocsol : Données d'occupation du sol, de 1999 et de 2006.**

Cette base de données indique l'état de l'occupation du sol en Languedoc-Roussillon en 1999 et 2006 (polygones dessinés sur des espaces d'occupation du sol homogènes à partir d'analyses d'orthophotos) à travers 5 grandes catégories (niveau 1), subdivisée en 16 catégories (niveau 2) et enfin en 42 sous-catégories (de niveau 3). Voir en Annexe 13 les correspondances entre les types d'occupation du sol et les différents niveaux.

Le niveau 1 correspond à un seul chiffre : 1 (territoires artificialisés), 2 (territoires agricoles), 3, 4 ou 5 (territoires naturels). Le niveau 2 correspond à 2 chiffres consécutifs (celui issu du premier niveau, puis un deuxième). Et le niveau 3 à trois chiffres consécutifs (ceux issu du premier puis du deuxième niveau, et un troisième).
Par exemple, pour la catégorie suivante, de niveau 3 « zones portuaires » correspondant au nombre 123.

Niveau 1 ; catégorie 1 : « Territoire artificialisé »
Niveau 2 ; catégorie 12 : « Zones industrielles et commerciales ou réseaux de communication »
Niveau 3, catégorie 123 : « Zones portuaires »

Degré de détail + important

Méthode de construction de la cartographie

- **Sélection des espaces en mutation**

Au sein de la BD Ocsol Languedoc-Roussillon, les espaces en mutation, c'est-à-dire ceux qui ont changé de catégorie de niveau 3 entre 1999 et 2006 ont été sélectionnés.
Au sein de ces espaces ayant mutés, ceux ayant une surface inférieure à 225m^2 ont été retirés. 225m² correspond à 15m*15m, 15m étant la surface minimum de définition des images sources de la base de données. Un espace de décalage est parfois présent entre les polygones de 1999 et 2006 car leur forme n'est pas toujours la même.
➔ Finalement, les espaces en mutation sélectionnés représentent au total environ 75km^2.

- **Création d'une zone tampon**

Une zone tampon de 500m a été créée autour de ces différents espaces (zones gris-clair sur la carte), permettant de mieux visualiser les espaces et d'indiquer les zones potentiellement à enjeux (les zones autour des espaces ayant récemment mutés sont davantage susceptibles de muter également).

- **Catégorisation des espaces ayant mutés**

Les espaces en mutation entre 1999 et 2006 ont été qualifiés dans différentes catégories au sein de la base de données, suivant le type de mutation (une seule catégorie a été attribuée par espace) :

- **« Artificialisation »** = Cela comprend les espaces qui sont passés du statut d'espaces agricoles ou naturels en 1999 (catégories 2,3 ,4 ou 5 de niveau 1) au statut de territoire artificialisé en 2006 (catégorie 1 en niveau 1).

➔ Ils représentent 57,9km^2 en tout. Les espaces artificialisés issus du milieu agricole concernent 44,7km^2 (c'est-à-dire classés dans la catégorie 2 en niveau 1 en 1999). Les espaces artificialisés issus de milieux naturels concernent 13,2km^2 (c'est-à-dire classés dans les catégories 3, 4 ou 5 du niveau 1 en 1999).

- **« Pas significatif » =** Ils concernent des types d'occupation des sols qui sont complexes ou trop proches entre elles, et dont le changement d'occupation n'est donc pas forcément significatif : par exemple, les systèmes culturaux parcellaires complexes (242), ou les forêts (31 et 32) et territoires agro-forestiers (244). Cela concerne aussi des milieux dont le statut évolue souvent au fil des saisons ou des années, comme les étangs (512) ; ou encore des mutations non logiques, comme le passage de garrigues (323) à mer et océans (523).

➔ Tous ces espaces représentent 8.5km^2 dont une grande partie est présent dans le département de la Lozère.

- **« Renaturation »** = Cela comprend les espaces classés en « territoires artificialisés » en 1999 (catégorie 1 de niveau 1) et qui sont passés à d'autres niveaux en 2006 (donc à un statut de territoires agricoles ou naturels – catégories 2, 3, 4 ou 5 de niveau 1), à l'exception des catégories de « terres arables et cultures permanentes » (catégorie 21 ou 22 de niveau 2) et « boisement » (catégorie 31 de niveau 2).

➔ Ils représentent 5,8km^2, dont 2,8km^2 sont passés en espaces agricoles et 3km² en espaces naturels (catégories 3, 4 ou 5 de niveau 1).

- **« Utilisation agricole »** = Cela comprend les espaces qui sont passés dans la catégorie « terres arables et cultures permanentes » en 2006 (c'est-à-dire en catégories 21 ou 22 dans le niveau 2).

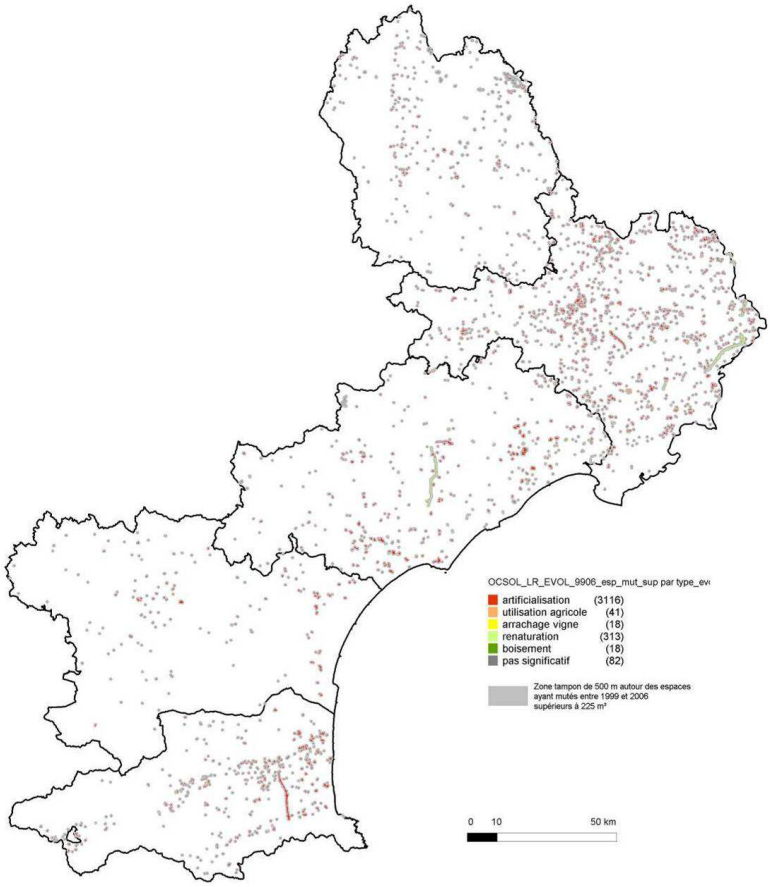
➔ Ils représentent 2.1km^2.

- **« Arrachage vigne »** = Cela comprend les espaces qui sont passés du statut de « vignobles » (221) en 1999 à un autre statut, en dehors du statut de territoire artificialisé (catégorie 1 de niveau 1). Les espaces de vignobles qui ont été artificialisés ont déjà été placés sous la catégorie « artificialisation » décrite ci-dessus. Cette catégorie comprend donc tous les territoires de vignobles qui sont passés à un autre état naturel.

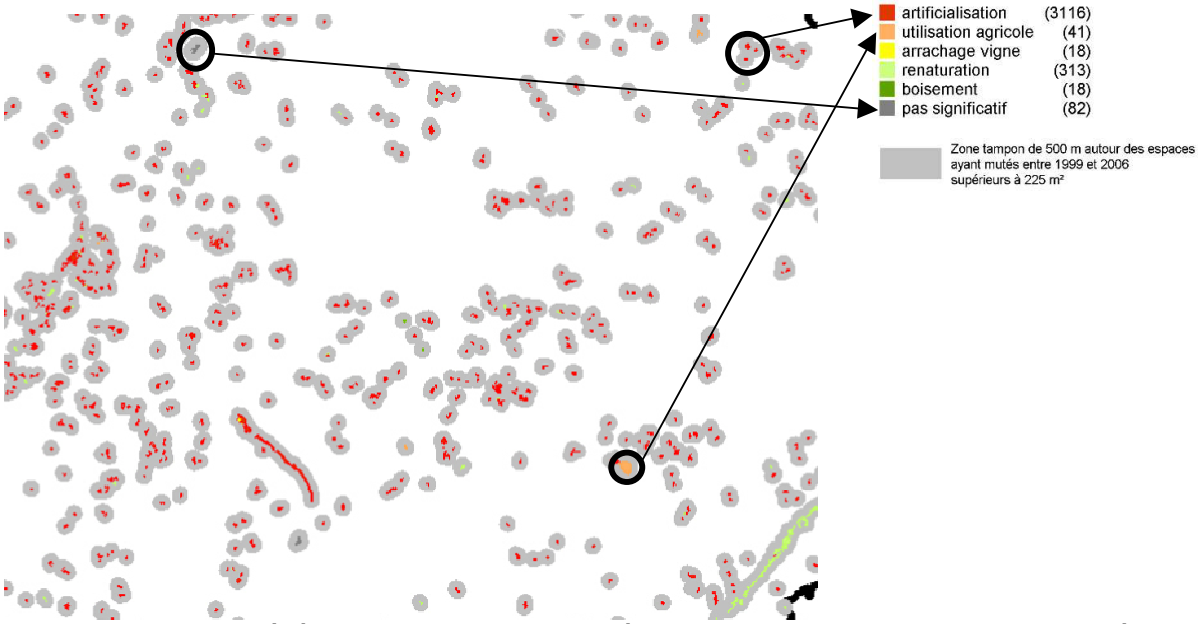
➔ Ils représentent 0.1km^2.

- **« Boisement »** = Cela comprend les espaces qui sont passés au statut de forêt (31) en 2006.

➔ Ils représentent 0.5km^2.



Espaces ayant mutés en Languedoc-Roussillon entre 1999 et 2006 par catégorie de mutation. Source : BD Ocsol – réalisation : Asconit Consultants.



Extrait de la figure précédente sur une partie du département du Gard. Espaces ayant mutés entre 1999 et 2006. Source : BD Ocsol – Réalisation : Asconit Consultants.

Des espaces classés en artificialisation (rouge), en « utilisation agricole » (orange) quelle couleur, en « renaturation » (vert clair) et des espaces dont la mutation n'est pas significative (gris-foncé) se distinguent. Voir la définition de ces catégories ci-dessus.

Remarques générales, limites et analyse de la carte réalisée

Limites générales de la base de données utilisée :
Les données utilisées pour réaliser cette carte sont issues d'une analyse sur orthophotos de l'occupation du sol. Cette analyse a ses propres limites, liées à l'interprétation des orthophotos et aux différences parfois complexes à interpréter entre les catégories de niveau 3.

Avertissement :

- Attention, la catégorie « Arrachage de vignes » au sein des espaces mutés ne comprend que les vignobles qui ont muté vers un état naturel. Les espaces catégorisés en vignobles et ayant été artificialisés sont compris dans la catégorie « artificialisation ».

Remarques générales / analyse des résultats :
Les mutations les plus importantes entre 1999 et 2006 en termes de surfaces concernées sont en premier lieu l'artificialisation des sols (57,9km²) et, dans une moindre mesure, la renaturation (5,8km²). Les espaces dont la mutation n'est pas significative sont assez nombreux également (8,5km²). Finalement, le schéma suivant est obtenu :

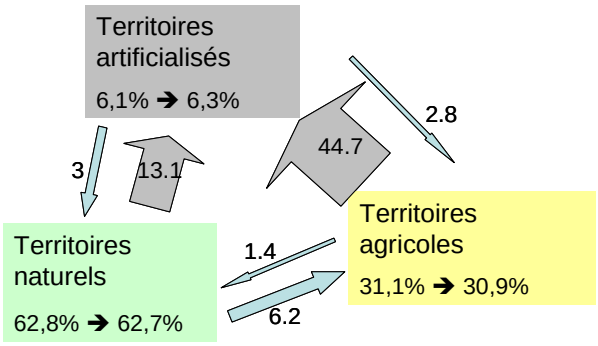


Schéma d'évolution d'occupation du sol par type d'espace en Languedoc-Roussillon entre 1999 et 2006. Source : BD Ocsol.

Les flèches indiquent les surfaces qui sont passées d'une catégorie à l'autre entre 1999 et 2006 en km². Les pourcentages du territoire par type d'occupation du sol sont indiqués dans l'ordre chronologique : données de 1999 à gauche, puis de 2006 à droite.
Sur le schéma ci-dessus :

- les « territoires artificialisés » correspondent aux espaces de catégorie 1 en niveau 1 (territoires artificialisés).
- les « territoires agricoles » correspondent aux espaces de catégorie 2 en niveau 1 (territoires agricoles).
- les « territoires naturels » correspondent aux espaces de catégorie 3 (forêts et milieux naturels), 4 (zones humides) ou 5 (surfaces en eau) en niveau 1.

La dynamique d'artificialisation des espaces qui est en cours au niveau régional figure clairement sur ce schéma. Les territoires agricoles sont les premiers touchés par cette dynamique. En 7 ans, environ 58km² ont été artificialisés à l'échelle régionale, dont 44,7 issus de terres agricoles.
La part du territoire dans chaque catégorie (pourcentages indiqués – naturels, artificialisés ou agricoles) n'a pas beaucoup évoluée entre 1999 et 2006, ce qui est logique vu la durée de la période étudiée.

Par départements du Languedoc-Roussillon, les surfaces artificialisées entre 1999 et 2006 sont réparties ainsi : (Source : BD Ocsol).

Département	11 – Aude (6344 km²)	30 – Gard (5873 km²)	34 – Hérault (6227 km²)	48 – Lozère (5177 km²)	66 – Pyrénées-Orientales (4141 km²)	Région Languedoc-Roussillon (27761 km²)
Nb km² artificialisés	4,6	27,8	19,4	10,5	12,6	74.9
% du total	6,1	37,1	25,9	14	16,8	100
% territoire concerné	0.1	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3

Les espaces artificialisés sont bien plus importants dans le Gard que dans les autres départements (voir cartes par département en Annexe 15). En comparaison avec les surfaces départementales, la dynamique d'artificialisation semble en effet plus importante dans le Gard, et moindre dans l'Aude et la Lozère.

Le tableau de comparaison de l'évolution de l'occupation du sol par catégories de niveau 3 (Annexe 14) montre que l'augmentation des espaces artificialisés est en grande partie liée à l'augmentation des surfaces de réseaux routiers et ferroviaires (catégorie 122), ainsi qu'à une augmentation des surfaces en bâti diffus, zones industrielles et commerciales et tissu urbain discontinu (112, 113 et 121).
Deux types d'espaces naturels ou agricoles ont fortement diminué entre 1999 et 2006 : les rizières (213) et les surfaces en vergers et petits fruits (222).

- **Artificialisation de vignobles :** cela comprend 20,3 km^2 (cela correspond au passage de la catégorie 221 en niveau 3 à la une catégorie 1 en niveau 1). 0,1 km² de vignobles sont passés à un autre état naturel entre 1999 et 2006.
- **Les phénomènes de boisement,** peu nombreux à priori, ne concernent que les départements de l'Hérault et du Gard.

Remarques générales sur la carte obtenue

A l'échelle régionale, se distinguent surtout les zones tampon, et difficilement la nature de la mutation de l'espace.
La carte obtenue à l'échelle régionale distingue des linéaires d'espaces ayant mutés, qui ont été renaturés ou artificialisés. Ceux-ci correspondent sans-doute aux linéaires de bords d'infrastructures routières.

Annexe 13 Classe d'occupation du sol dans la BD Ocsol.

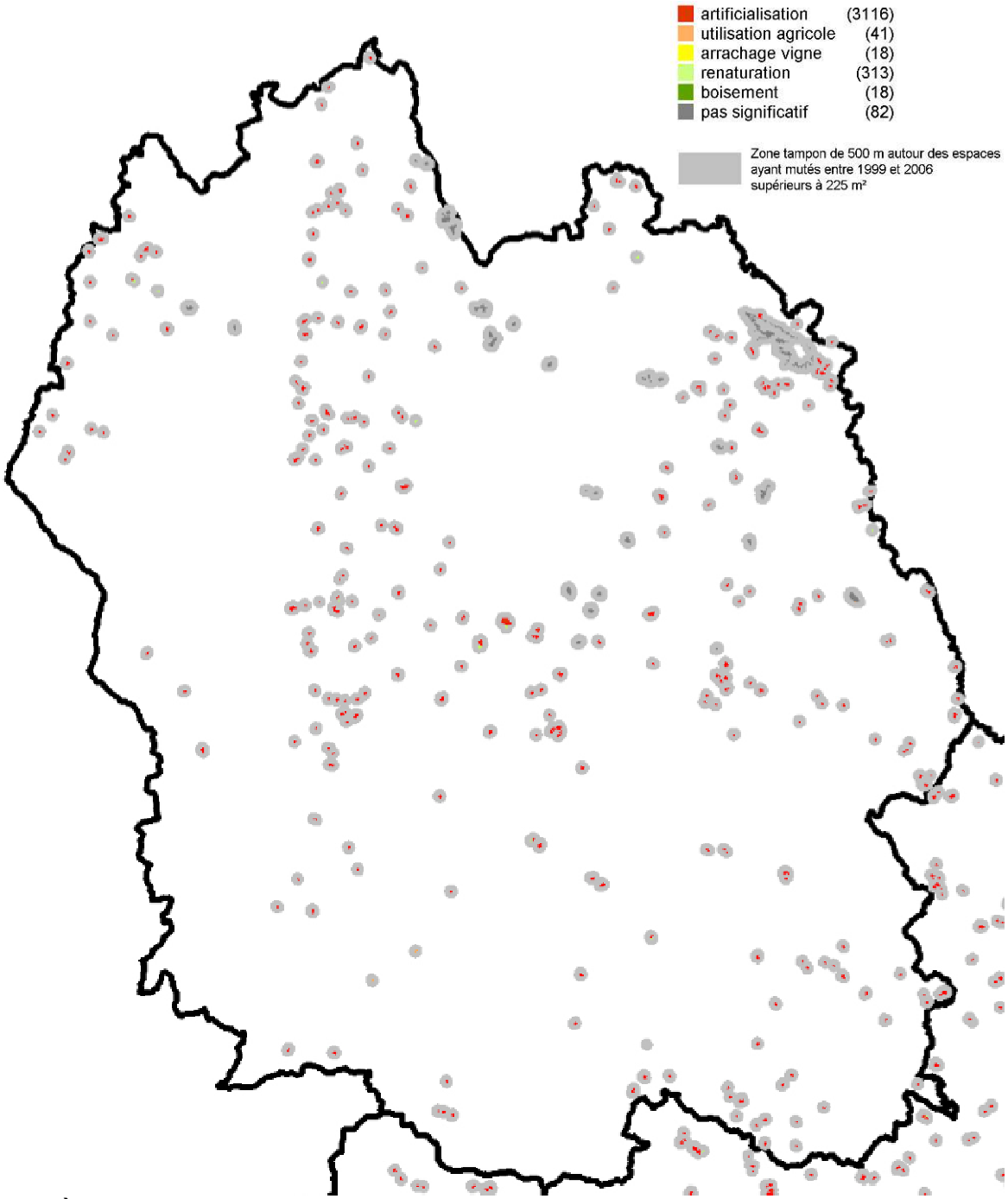
Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
1 - TERRITOIRES ARTIFICIALISÉS	11 - Zones urbanisées	111 - Tissu urbain continu
		112 - Tissu urbain discontinu
		113 - Bâti diffus
	12 - Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	121 - Zones industrielles ou commerciales
		122 - Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
		123 - Zones portuaires
		124 - Aéroports
	13 - Mines, décharges et chantiers	131 - Extraction de matériaux
		132 - Décharges
		133 - Chantiers
	14 – Espaces verts artificialisés non agricole	141 - Espaces verts urbains
		142 - Equipements sportifs et de loisirs
2-TERRITOIRES AGRICOLES	21- Terres arables	212 –Terre arables hors périmètres d'irrigation
		213 - Rizières
		214 - Zones à forte densité de serres
		221 - Vignobles
	22 - Cultures permanentes	222 - Vergers et petits fruits
		223 - Oliveraies
	23 - Prairies	231 - Prairies
	24 - Zones agricoles hétérogènes	241 - Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
		242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes
		243- Territoires principalement occupé par l'agriculture avec présence de végétation naturelle
		244 - Territoires agroforestiers

3 - FORETS ET MILIEUX SEMI-NATURELS	31 - Forêts	311 - Forêts de feuillus
		312 - Forêts de conifères
		313 - Forêts mélangées
	32 - Milieux à végétation arbustive et / ou herbacée	321 - Pelouses et pâturages naturels
		322 - Landes subalpines
		323 - Maquis et garrigues
		324 - Forêt et végétation arbustive en mutation
		325 - Landes
	33 - Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation	331 - Plages, dunes et sable
		332 - Roches nues
		333 - Végétation clairsemée
4 - ZONES HUMIDES	40 - Zones humides indifférenciées	400 - Zones humides indifférenciées
	41 - Zones humides intérieures	411 - Marais intérieurs et tourbières
	42 - Zones humides maritimes	421 - Marais maritimes
		422 - Marais salants (tables salantes)
5 - SURFACES EN EAU	51 - Eaux continentales	511 - Cours et voies d'eau
		512 - Plans d'eau
	52 - Eaux maritimes	521 - Lagunes littorales
		523 - Mers et Océans

Annexe 14 Répartition des espaces du Languedoc-Roussillon selon les catégories du niveau 3 de la base de données Ocsol.

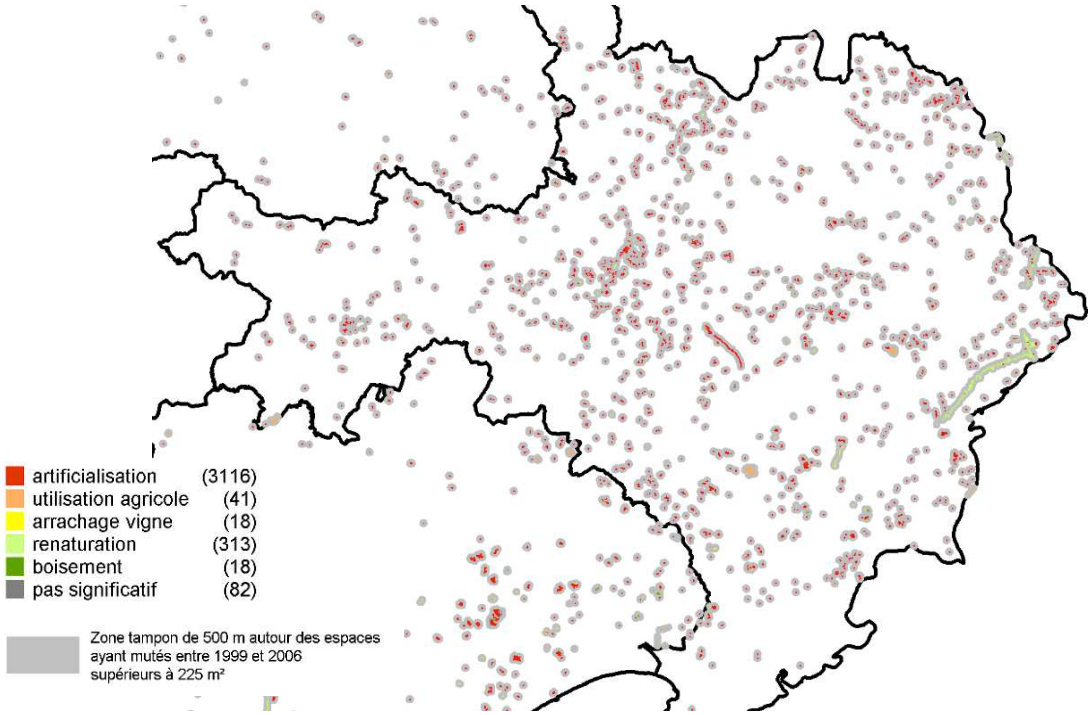
Catégorie de niveau 3	Surface en km2 en 1999	Surface en km2 en 2006	Evolution (%)
111 - tissu urbain continu	71,10	71,09	-0,01
112 - tissu urbain discontinu	1047,19	1082,00	3,32
113 - Bâti diffus	249,35	261,12	4,72
121 - Zones industrielles ou commerciales	149,12	155,70	4,41
122 - Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	33,04	36,56	10,65
123 - Zones portuaires	4,33	4,33	0,00
124 – Aéroport	15,41	15,41	0,00
131 – Extraction de matériaux	36,15	36,97	2,26
132 - Décharges			
133 - Chantiers	15,33	9,53	-37,80
141 – Espaces verts artificialisés	5,66	5,66	0,00
142 – Equipements sportifs et de loisirs	57,69	58,08	0,67
212 – Terre arables hors périmètres d'irrigation	1760,94	1778,03	0,97
213 - Rizières	78,85	73,87	-6,31
214 – Zones à forte densité de serres	12,70	12,83	1,00
221 – Vignobles	4206,59	4176,24	-0,72
222 – Vergers et petits fruits	122,37	116,98	-4,41
223 – Oliveraies	15,66	15,56	-0,61
231 – Prairies	797,13	795,98	-0,14
241 – Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	36,64	36,20	-1,19
242 – Systèmes culturaux et parcellaires complexes	1455,72	1443,46	-0,84
243 – Territoires principalement occupé par l'agriculture avec présence de végétation naturelle	154,28	150,60	-2,39
244 – Territoires agroforestiers	0,58	4,56	687,86
311 – Forêt de feuillus	4980,36	4977,63	-0,05
312 – Forêt de conifères	4622,91	4605,86	-0,37
313 – Forêt mélangées	213,76	213,58	-0,09
321 – pelouses et pâturages naturels	1159,99	1165,56	0,48
322 – Landes subalpines	221,35	221,40	0,02
323 Maquis et Garrigues	1211,60	1210,54	-0,09
324 – Forêt et végétation arbustive en mutation	3083,39	3079,42	-0,13
325 – Landes	853,17	854,68	0,18
331 – Plages, dunes et sables	29,65	29,65	0,02
332 – Roches nnues	44,49	43,50	-2,21
333 – Végétation clairsemée	306,67	311,85	1,69
400 – Zones humides indifférenciées	55,07	55,07	0,00
411 – Marais intérieurs et tourbières	35,66	35,66	0,00
421 – Marais maritimes	134,32	134,60	0,21
422 – Marais Salants (tables salantes)	30,44	30,44	0,00
511 – Cours et Voies d'eau	77,04	77,04	0,00
512 – Plans d'eau	77,42	75,85	-2,03
521 – Lagunes littorales	315,16	315,16	0,00
523 – Mers et Océans	9,61	9,61	0,00

Annexe 15 Détail de la cartographie d'artificialisation des sols par département.



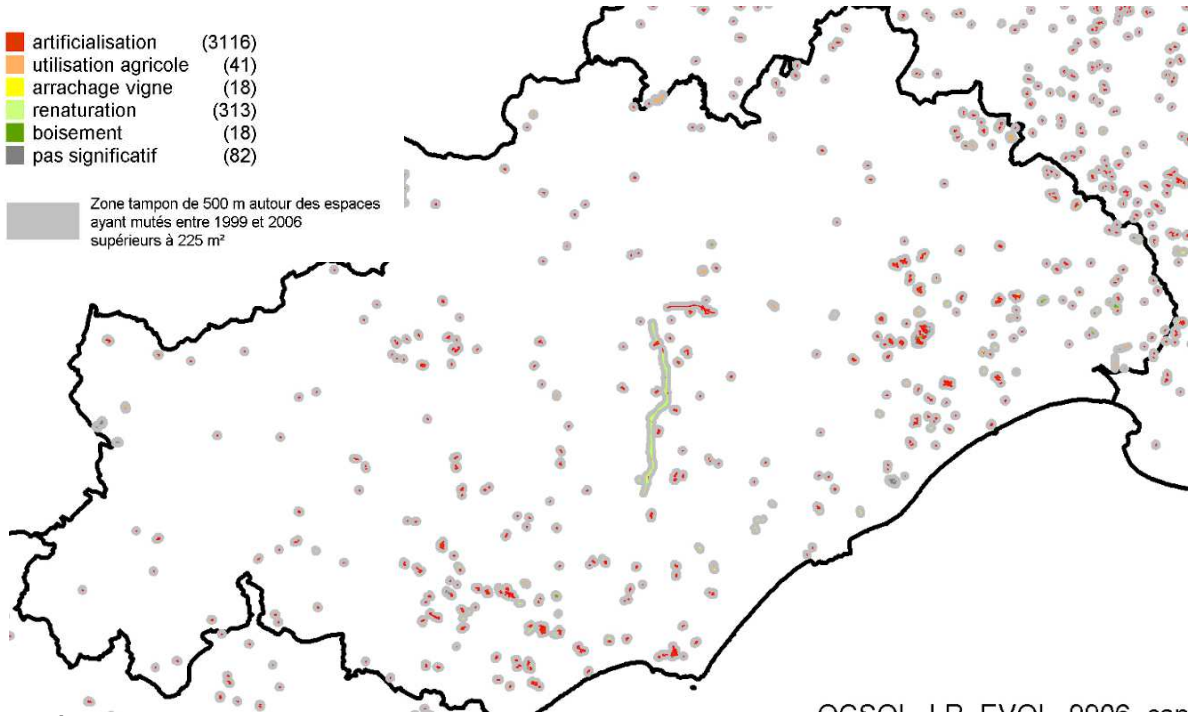
La Lozère.

Remarque : Il y a une faible densité d'espaces ayant mutés dans ce département par rapport aux autres. La plupart des espaces gris-foncés « non significatifs » sont présents sur ce département.



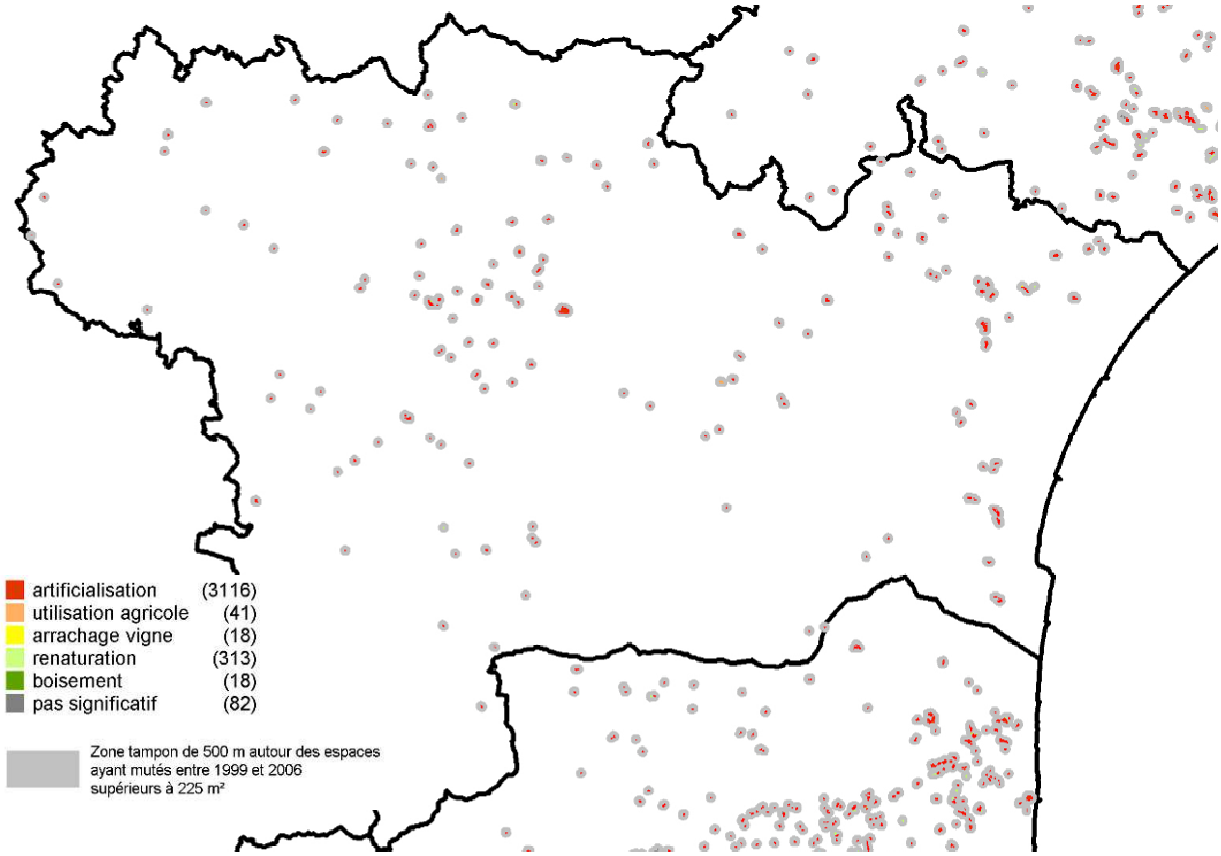
Le Gard.

Remarque : une forte densité de zones mutées est notable dans ce département. Beaucoup d'espaces mutés correspondent à de l'artificialisation (rouge). Un grand linéaire d'espaces « renaturés » est également présent (vert). Il correspond sans-doute à un bord de route en chantier en 1999 qui a été renaturé en 2006. L'espace linéaire artificialisé (en rouge) correspond sans doute à la N106



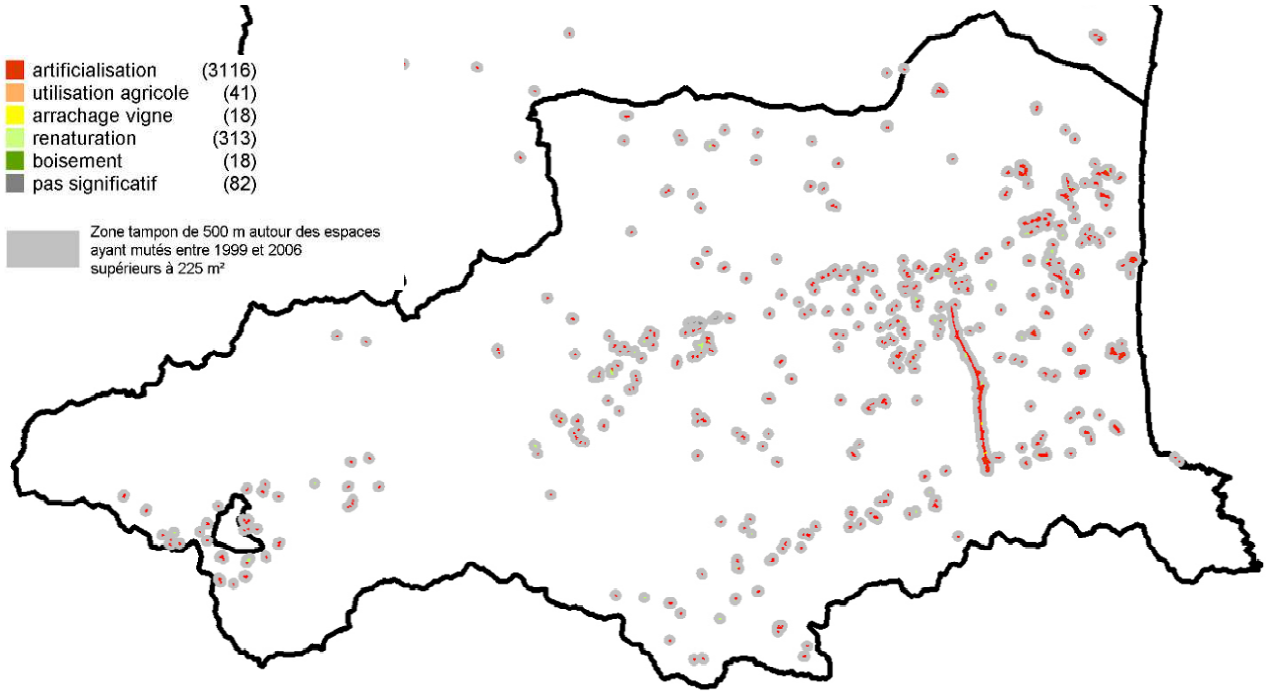
L'Hérault.

Les espaces linéaires verts et rouge du département correspondent sans doute à des travaux autour de l'A75.



L'Aude.

Remarque : Ce département compte très peu de zones mutées par rapport aux autres.



Les Pyrénées orientales.

Le linéaire rouge sur ce département correspond sans doute à des travaux sur l'A9.