



HAL
open science

Biodiversité

Bertrand Schatz, Benedicte Goffre

► **To cite this version:**

Bertrand Schatz, Benedicte Goffre. Biodiversité. Cahier Régional Occitanie sur les Changements Climatiques, 2021. hal-03419783

HAL Id: hal-03419783

<https://hal.science/hal-03419783>

Submitted on 24 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



CHAPITRE

2

BIODIVERSITÉ

Coordination : Bertrand SCHATZ et Bénédicte GOFFRE

Chapitre rédigé en collaboration avec l'Agence Régionale de la Biodiversité d'Occitanie (ARB Occitanie)

Contributions : Renaud BARBERO, Yves CARAGLIO, Christophe DRÉNOU, Jean-Luc DUPUY, Hélène FARGEON, Perrine GAUTHIER, Bénédicte GOFFRE, Éric IMBERT, Éric NICOLINI, Nicolas MARTIN-St-PAUL, Emmanuel MÉNONI, Thomas OPITZ, François PIMONT, Éric RIGOLOT, Julien RUFFAULT, Sylvie SABATIER, Bertrand SCHATZ, John THOMPSON, Morgane VILLETARD.

Introduction

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

L'Occitanie est un territoire remarquable par son importante richesse en espèces, en paysages et en milieux naturels, donc en biodiversité. C'est la seule région de France métropolitaine située sur quatre domaines bioclimatiques, définissant quatre grands ensembles géographiques mais aussi quatre orientations d'activités humaines : 1) les montagnes et vallées des Pyrénées, 2) les côtes et bordures méditerranéennes, 3) les monts et plateaux du Massif central, et 4) les plaines et coteaux du Midi-Pyrénées.

La première partie de ce chapitre (« État des lieux ») présente l'abondance totale en espèces avec une forte représentation des différents groupes d'espèces présents à l'échelle nationale, avec cependant plusieurs groupes encore méconnus. L'Occitanie héberge de nombreuses espèces endémiques, mais aussi une grande diversité d'habitats naturels avec des milieux originaux très rares au niveau national ou européen. Son Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) permet de définir son organisation fonctionnelle avec des zones de réservoir de biodiversité et des zones de déplacement de la biodiversité entre ces réservoirs. Cette région a donc une responsabilité importante de conservation du patrimoine naturel, notamment face aux changements climatiques.

La deuxième partie (« Menaces liées aux changements globaux ») inventorie les menaces principales pesant sur cette biodiversité. Les changements climatiques sont croissants en Occitanie, avec de records nationaux de température, les célèbres épisodes cévenols et les fréquents incendies (Meddec, 2020). Ils affecteront l'ensemble des milieux naturels d'Occitanie, mais de manière exacerbée dans les milieux littoraux et montagneux. Cette région est aussi impactée par des pollutions des sols et de l'eau avec les pesticides agricoles (Atmo Oc-

citanie, 2019) avec de fortes disparités départementales, mais aussi des pollutions de l'air (ozone, particules fines) et des pollutions localisées (métaux lourds). Accueillant annuellement plus de 50 000 nouveaux arrivants, l'Occitanie est aussi marquée par un fort développement urbain autour des grandes villes et par un afflux touristique estival massif sur le littoral, ainsi que par un niveau important d'artificialisation (infrastructures, industrie, tourisme, espaces commerciaux, réseaux de transport).

La troisième partie (« Pistes de solutions ») propose des solutions en répertoriant tout d'abord les espèces protégées puis les aires protégées. La distinction des quatre grands ensembles régionaux montre que ces dernières sont très présentes au sud dans les Pyrénées et au nord dans le Massif central mais assez rare à l'est sur le littoral méditerranéen (un seul PNR), et à l'ouest dans les plaines de la partie Midi-Pyrénées. Cette situation semblant déséquilibrée reflète la répartition des zones de réservoir de biodiversité et celles des zones agricoles respectivement ; le dispositif actuel de protection des espèces naturelles permet cependant de couvrir les zones réservoirs de biodiversité définies dans le SRCE et la grande majorité des espèces à enjeux, avec une proportion relativement importante de l'Occitanie concernée par les aires protégées (Vimal, 2010).

Du fait de sa géographie à la croisée de quatre ensembles biogéographiques, l'Occitanie est donc marquée par une biodiversité très riche mais aussi par de forts impacts des activités humaines, avec des disparités régionales. Il est donc nécessaire d'accélérer les politiques de transition écologique, de rester flexibles aux enjeux émergents de conservation et de trouver les moyens et les solutions fondées sur la nature pour y réussir le défi du développement durable.



Crédit photos : haut-gauche : ARB Occitanie (V. Meslier) ; haut-milieu : JP Dhont – Gard Nature ; haut-droite : ARB Occitanie (C. Bedel) ; bas-gauche : T. Percie du Sert ; bas-milieu et droite : ARB Occitanie.

PARTIE ÉTAT DES LIEUX

La diversité biologique en Occitanie

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

L'Occitanie a une histoire plurimillénaire de présence humaine ayant modelé les paysages, eux-mêmes associés à des géologies variées. C'est la seule région française à présenter quatre domaines bioclimatiques : méditerranéen près du littoral, montagnard dans les Pyrénées, continental au nord dans le Massif central et atlantique à l'ouest en Midi-Pyrénées. La flore y est ainsi particulièrement diversifiée avec de nombreuses espèces endémiques, donc à aire de distribution restreinte. L'ensemble de ces particularités biogéographiques et floristiques forme des paysages marqués et diversifiés expliquant la présence d'une biodiversité exceptionnelle. C'est une des régions de France métropolitaine les plus riches en biodiversité et les plus diversifiées en termes d'habitats. Elle fait également partie du bassin méditerranéen, reconnu comme un des 34 points chauds de biodiversité à l'échelle mondiale.

Le nombre d'espèces animales par groupe taxonomique présent en Occitanie est important, et représente une large proportion de celles présentes en France métropolitaine (Blondel et al., 2010). Plusieurs groupes taxonomiques d'espèces animales présents en Occitanie représentent plus de 80 % des espèces de France métropolitaine. Pour les espèces végétales, le nombre d'espèces recensées en Occitanie (uniquement les espèces indigènes) est de 4401 pour la flore vasculaire, 980 pour les bryophytes (mousses), 35 pour les charophytes (algues). Ainsi, l'Occitanie a une responsabilité patrimoniale face aux autres régions pour la conservation de l'ensemble ces espèces et des écosystèmes face aux changements globaux en cours, dont notamment les changements climatiques. Le recensement de notre connaissance sur les espèces régionales est encore loin d'être exhaustif, notamment sur les insectes, la fonge, la faune et la flore marine.

À ces chiffres, il faut ajouter les espèces exotiques envahissantes (EEE), plus ou moins importantes selon les groupes taxonomiques. Ces EEE menacent souvent les espèces locales rares ou vulnérables en occupant leur habitat et perturbe parfois considérablement le fonctionnement des écosystèmes. Par exemple, l'étang de Thau est à présent colonisé par des macro-algues exotiques, ce qui menace directement cet écosystème naturel mais aussi les activités économiques locales comme la conchyliculture (voir chapitre-enjeu Milieux littoraux). La région Occitanie reste très riche en biodiversité parfois unique à l'échelle nationale comme pour l'isard, le bouquetin ibérique, le desman des Pyrénées (présent aussi en Nouvelle Aquitaine), l'ours brun, trois espèces de poissons (chabot du Lez, chabot de l'Hérault, vairon de Septimanie), les trois lézards pyrénéens (de Bonnal, du Val d'Aran et d'Auréliou), l'euprocte des Pyrénées,

30 espèces de mollusques dont la moitié rattachée aux milieux souterrains, plusieurs plantes endémiques (comme l'alysson des Pyrénées, l'aster des Pyrénées, l'ophrys de l'Aveyron, l'ophrys d'Aymonin, la ligulaire de Sibérie), mais aussi quelques espèces de libellules, de papillons, de coléoptères et d'hyménoptères. Les espèces endémiques se concentrent dans les Pyrénées, le sud du Massif central (Cévennes, Grands Causses) et à un moindre degré sur le littoral. Certaines espèces ont bénéficié de programmes de réintroduction comme l'ours, le castor, le gypaète barbu, les vautours fauves et moines, le chamois et le bouquetin ibérique, donc surtout de grandes espèces emblématiques et pas encore suffisamment sur des espèces plus discrètes.

En décembre 2020, presque 5 millions de données naturalistes (4 740 456 données faune-flore mutualisées) sont regroupées dans le SINP Occitanie (SINP : Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine Naturel). Développé par la DREAL Occitanie et opérationnel depuis 2020, le [SINP](#) régional est une organisation collaborative décentralisée dont l'objectif est de mutualiser toutes les données d'observation de biodiversité (faune, flore, fonge). À cette date, ces informations sont majoritairement issues des associations (61 %), puis des entreprises (bureaux d'étude) (23 %), des collectivités territoriales (12 %) alors que les parcs nationaux et les laboratoires ne fournissent chacun que 2 % des données. Les sciences participatives concernant plusieurs groupes taxonomiques sont aussi de grandes pourvoyeuses d'informations naturalistes. Cette structure s'inscrit dans le défi n°4 de la [Stratégie régionale pour la biodiversité](#) : mieux connaître, mieux partager pour mieux agir individuellement et collectivement.

Aller plus loin :

- [Évolution](#) de la connaissance sur la biodiversité.
- [Panorama](#) de la biodiversité en Occitanie.



L'ophrys d'Aymonin est endémique des plateaux calcaires de la région des Grands Causses. Protégée dans l'ex-région de Midi-Pyrénées mais pas en ex-Languedoc-Roussillon, cette espèce est menacée et mériterait une protection régionale en Occitanie.
Crédit photo : B. Schatz.

Les écosystèmes d'Occitanie

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

Classiquement, les analyses cartographiques définissent quatre grands types d'occupation du sol qui par ordre décroissant de surface sont : 1) les zones agricoles ; 2) les forêts et les autres milieux naturels ; 3) les zones urbanisées et artificialisées et 4) les zones humides et les eaux continentales (rivières, lacs, lagunes). En Occitanie, cet ordre est respecté avec au premier rang les surfaces agricoles qui concernent plus de la moitié des surfaces, qui se composent grossièrement pour un tiers de terres arables donc cultivées, un petit tiers de cultures permanentes (vignes, arboriculture) et de prairies et un gros tiers de zones agricoles plus hétérogènes. La carte régionale des orientations agricoles en Occitanie montre avant tout l'importance de l'usage agricole mais aussi de grandes disparités intrarégionales dans ces usages avec principalement de nettes dominances de la viticulture sur la bande littorale (du Gard au nord des Pyrénées-Orientales), de cultures céréalières et d'oléagineux dans les plaines du sud-ouest, et de l'élevage bovin ou ovin/caprin ou de poly-élevage dans les zones montagneuses des Pyrénées et dans le sud du Massif central.

Ainsi, les quatre grands ensembles biogéographiques régionaux correspondent aussi à des usages agricoles différents, en lien avec la ressource en eau, et la nature des sols. La transition écologique de l'Occitanie passe donc par celle de son agriculture, notamment en réduisant la consommation d'eau, l'usage de pesticides et d'engrais et en augmentant la part de l'agriculture biologique et les pratiques agroécologiques pour être plus résilient face aux impacts actuels et futurs des changements climatiques (**voir chapitre-enjeu Agrosystèmes**).

Viennent ensuite les milieux forestiers avec presque 30 % de la superficie régionale, qui sont surtout présents dans le massif pyrénéen et le sud du Massif central (Cévennes, Haut-Languedoc et autour du Quercy) et se composent essentiellement de forêts privées (**voir focus milieux forestiers**). Parmi les autres milieux naturels, les milieux caussenards (Grands Causses et Causse du Quercy) sont tout à fait exceptionnels à l'échelle nationale, voire européenne (**voir focus milieux secs**). Depuis l'après-guerre, il faut noter ici l'embroussaillage généralisé par abandon de pâturage en garrigues et la reforestation par plantation d'essences exotiques (pin noir d'Autriche) et par colonisation d'essence méditerranéenne (pin d'Alep), ces résineux constituant des habitats sensibles au risque d'incendies (Boulant, 2008). De leur côté, les milieux artificialisés regroupent 3,27 % de zones urbanisées auxquels il faut ajouter 0,63 % de zones industrielles et commerciales, 0,17 % d'espaces verts artificialisés, et 0,13 % des mines, décharges et chantiers. Donc un total de 4,2 %, correspondant souvent à des zones d'îlots de chaleur et de vulnérabilité aux inondations du fait de leur imperméabilisation. Enfin, les

zones humides et les eaux continentales représentent 0,8 %, avec une proportion notable des lagunes côtières.

Entre 1998 et 2019 et par rapport à l'échelle nationale (France métropolitaine), l'Occitanie a conservé plus de forêts et de zones (semi)-naturelles (+9,4 %) et reste globalement moins agricoles (-7,8 %) et moins urbanisées (-1,8 %). Ces différences s'expliquent sûrement par l'importance des massifs montagneux régionaux, mais elles cachent aussi de grosses disparités entre départements. Le Gers est agricole sur plus de 80 % de son territoire (plus de 70 % pour le Tarn-et-Garonne), alors que la Lozère est forestière/naturelle à plus de 70 % (proche de 70 % pour les Pyrénées Orientales et l'Ariège). La Haute-Garonne, suivie de l'Hérault et du Gard sont les plus urbanisés, et les quatre départements du littoral regroupent la majorité des eaux continentales par la présence des lagunes côtières.

Certains habitats bénéficient d'une reconnaissance internationale comme les habitats d'intérêt communautaires par l'Union européenne ([directive habitats](#)), mais aussi les sites Ramsar (**voir focus zones humides**). L'[UICN](#) a aussi récemment étendu son système de listes rouges aux écosystèmes, en commençant par les littoraux méditerranéens de France métropolitaine ([UICN 2020](#)) ; l'Occitanie est directement concernée par le classement d'écosystèmes en danger (EN) des « dunes blanches méditerranéennes » et les classements en écosystèmes vulnérables (VU) de plusieurs milieux du littoral.

Aller plus loin :

- Orientations agricoles en Occitanie (carte 51 de la cartothèque de la démarche H2O 2030, [en ligne](#))
- Occupation du sol en Occitanie (carte 47 de la cartothèque de la démarche H2O 2030, [en ligne](#))



Troupeau pâturant sur une prairie naturelle, un habitat en régression en Aubrac. Crédit photo : B. Schatz.

Focus milieux forestiers

Bénédicte GOFFRE (*ARB Occitanie*)

Les milieux forestiers d'Occitanie couvrent près de 36 % du territoire régional (2,76 millions d'hectares) (**figure 2.1**). Inégalement répartis, ils sont largement regroupés dans le Massif central (Cévennes, Montagne noire et Haut-Languedoc) et les Pyrénées. Les boisements feuillus dominant (60 % sont des chênaies sclérophylles ou caducifoliées, des hêtraies ou des forêts de ravins), alors que les boisements résineux, situés sur le pourtour méditerranéen, sont surtout des pinèdes.

La diversité des forêts régionales masque une hétérogénéité entre deux vocations forestières extrêmes. L'orientation vers la production de bois monospécifique est associée à une simplification des écosystèmes forestiers à faible résilience face aux risques, dont ceux climatiques. Les impacts de la gestion et l'exploitation sylvicole sont positifs à négatifs sur la biodiversité forestière selon les pratiques employées. À l'inverse, les milieux forestiers en libre évolution sont souvent très riches en biodiversité (**Rossi et al., 2013**) et rendent de nombreux services écosystémiques : préservation des ressources en eau, en matériau et en énergie, séquestration du carbone (arbre sur pied, bois mort, sols forestiers) et rafraîchissement, préservation des sols contre l'érosion, et support à des services culturels (loisirs, paysages, tourisme, chasse, cueillette...).

L'Occitanie porte également une responsabilité forte dans la conservation de ses forêts anciennes, surtout présentes dans les Pyrénées (**Savoie et al., 2015**) et le Massif central (**Renau et Villeme, 2017**), et ponctuellement en plaine (**Goux et Savoie, 2019**). 7900 ha de forêts anciennes ont été recensés dans l'ouest pyrénéen, donc 2 % des forêts de montagne. Désormais rares et souvent fragmentées, elles sont des réservoirs riches de biodiversité marqués par la présence d'espèces indicatrices d'ancienneté, indispensables de préserver (**Rossi et al., 2013**). Véritables laboratoires des dynamiques naturelles, elles sont sources de connaissances à l'élaboration d'itinéraires sylvicoles durables, et de résilience naturelle face aux changements climatiques.

Les forêts matures feuillues et résineuses, riches en arbres sénescents et en bois mort, participent à la très grande valeur biologique du massif pyrénéen et figurent parmi les milieux à plus forte naturalité de la région (**voir chapitre-enjeu Milieux montagnards**). Le bois mort offre aussi des habitats indispensables à la conservation de nombreuses espèces d'invertébrés saproxyliques, de plantes (surtout des mousses, des lichens) et de champignons. La préservation intégrale (création d'îlot de sénescence dans les deux parcs nationaux, réserves biologiques intégrales ou dirigées) d'îlots de forêts anciennes au sein de la mosaïque d'habitats (semi-)naturels est le garant de la conservation des cortèges de communa-

tés des grands équilibres biologiques. Menacés d'exploitation ou de destruction, ces milieux nécessitent une reconnaissance spécifique afin de garantir leur préservation d'autant qu'il n'existe pas de statut de protection dédié.

Les milieux forestiers sont particulièrement concernés par les effets des changements climatiques, même si certaines espèces méditerranéennes sont adaptées à la sécheresse (pin d'Alep, chêne vert). La sécheresse croissante des sols provoque des baisses de croissance et des dégradations sanitaires (sensibilité aux maladies), affectant les services rendus par la forêt. Les feux de forêt s'en trouvent aussi augmentés en fréquence et en importance par accroissement de l'inflammabilité et de la combustibilité des structures végétales. À une échelle temporelle plus longue, l'aire de répartition de certaines espèces pourrait remonter en France méditerranéenne depuis l'Espagne et l'Italie (chêne faginé, chêne balotte...).

En montagne, l'élévation prédite de la limite forestière (en lien également avec la déprise pastorale) doit s'accompagner de l'élévation des espèces dépendantes de ces zones refuges d'altitude malgré la réduction de surface associée, enjeu identifié notamment dans le SRCE (notamment en Lozère et dans les Pyrénées-Orientales). La biodiversité endémique montagnarde d'Occitanie pourrait souffrir de ces perturbations, ce qui augmente l'intérêt d'études et de suivis sur différentes échelles spatiales et temporelles, afin d'envisager les meilleures réponses possibles.

À noter la présence du pin de Salzmann (*Pinus nigra subsp. salzmanni*), un taxon franco-ibérique, qui a connu une très forte régression du fait du surpâturage, des incendies et de l'hybridation avec d'autres sous-espèces de pin noir utilisées en reboisements dans son aire naturelle (l'exotique pin noir d'Autriche, et le pin laricio de Corse). En accueillant la plus grande partie de ses populations, l'Occitanie a une responsabilité majeure pour la conservation de cette espèce, dont les boisements sont aujourd'hui morcelés et principalement sur dolomies ou calcaires dolomitiques (Causses) et sur roches siliceuses (Pyrénées-Orientales et Cévennes).

Dans le cas des hêtraies de la réserve naturelle nationale de la **Massane** (Pyrénées-Orientales), un suivi de la dynamique forestière permet d'étudier les conséquences des changements climatiques afin d'optimiser sa gestion sylvicole. Ce suivi est réalisé depuis 1999 sur 50 000 arbres (28 ha cartographiés exhaustivement) et a permis à cette réserve et à la Fédération des réserves naturelles catalanes (FRNC) d'intégrer le projet Life Natur'Adapt.

Focus zones humides

Bénédicte GOFFRE (ARB Occitanie)

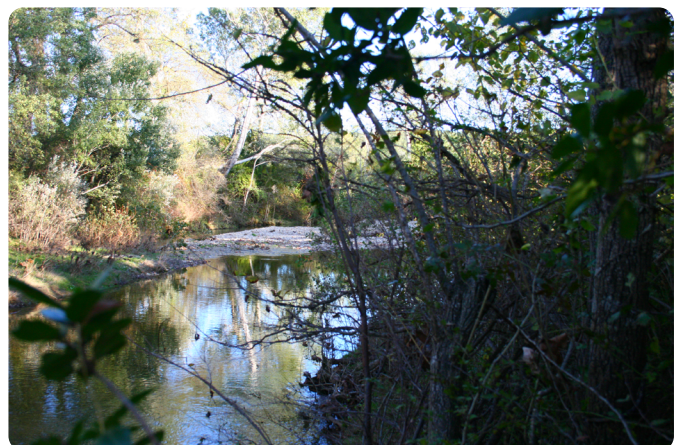
Les zones humides en Occitanie couvrent une superficie d'environ 100 000 hectares, soit 1,5 % de la surface régionale (**figure 2.2**). Environ 50 000 zones humides sont inventoriées, parmi lesquelles 70 % ont une surface inférieure à 1 ha. Une plus forte densité de zones humides, avec notamment des surfaces plus importantes, est observée en tête de bassin versant, en zones de montagne et sur le littoral. Les zones humides, à l'interface entre l'eau et la terre sont des milieux riches en termes de biodiversité qui abritent le plus souvent une biodiversité patrimoniale. Ainsi, certaines espèces inféodées aux zones humides figurent dans les plans régionaux d'actions (jacinthe de Rome) ou dans la déclinaison régionale des Plans nationaux d'action : naïades (moule perlière et grande mulette), l'azuré des mouillères (lépidoptère), la cistude d'Europe et l'émyde lépreuse (reptiles), desman des Pyrénées (mammifère endémique).

Il existe en Occitanie une très grande diversité de types de zones humides : tourbières, prairies humides, zones humides alluviales, roselières, prés salés, fourrés halophiles, landes humides, etc, les prairies humides étant les plus fréquentes (plus de 60 % des cas). Se retrouvent à des fréquences moindres les tourbières, bas-marais et prés para-tourbeux, les forêts alluviales, les mégaphorbiaies et ourlets hygrophiles, les végétations des sources et parois suintantes ou encore les habitats halophiles. La compilation régionale des zones humides a ainsi révélé plus de 250 habitats naturels différents. Ces milieux assurent des fonctions écologiques importantes en étant des éponges naturelles capables de stocker l'eau lors de crues et de la restituer en période sèche, des filtres naturels participant à l'épuration de l'eau, et des lieux de reproduction et de développement de la faune et de la flore aquatique.

La région Occitanie compte actuellement cinq sites [Ramsar](#) : la Camargue (depuis 1966), la petite Camargue fluvio-lacustre (depuis 1996), les étangs de la Narbonnaise (depuis 2006), les étangs palavasiens (depuis 2008) et l'étang de Salses-Leucate (depuis 2017). La labellisation Ramsar est une reconnaissance de l'importance internationale d'une zone humide et vient récompenser la richesse écologique ainsi que les actions de gestion durable engagées depuis plusieurs années par les acteurs locaux. Cependant, ces zones humides constituent un milieu particulièrement vulnérable et soumis depuis plusieurs décennies à de fortes pressions notamment en matière de destruction et dégradation d'habitats. A l'échelle nationale, près de 67 % des zones humides métropolitaines ont disparu depuis le début du XX^e siècle, dont la moitié entre 1960 et 1990. Cette perte d'habitat est principalement liée à l'artificialisation des sols et aux pratiques agricoles, notamment le drainage. Les zones humides sont également affectées par la fragmentation du territoire et la perte de connectivité biolo-

gique, notamment lorsqu'elles sont en lien avec un cours d'eau. Il existe aussi 74 000 km de cours d'eau en Occitanie dont les principaux bassins fluviaux sont ceux du Rhône, de l'Adour, de la Garonne et plus localement de la Loire. Ils offrent des habitats indispensables pour de nombreuses espèces aquatiques animales et végétales, dont quelques espèces rares comme l'euprocte des Pyrénées, ou l'écrevisse à pattes blanches. Certaines espèces endémiques, comme le chabot du Lez, sont d'intérêt majeur. Les zones humides sont également soumises aux effets du changement climatique par la réduction de la pluviométrie et l'assèchement des sols. Les lacs et les tourbières de haute montagne sont particulièrement vulnérables face au changement climatique. Les principaux effets envisagés sur ces milieux sont liés à l'altération des caractéristiques physico-chimiques et biologiques en réponse à des variations de la disponibilité de l'eau et une élévation des températures, celle-ci influant non seulement sur le réchauffement de l'eau mais aussi sur la durée de l'englacement et de la couverture neigeuse. Les changements dans le cycle de gel/dégel auront également des effets sur l'abondance de certaines communautés et sur la composition chimique des eaux (**voir chapitre-enjeu Milieux montagnards**).

À l'inverse, le rôle de ces écosystèmes comme outil d'adaptation ou d'atténuation reste encore mal connu et sous-considéré. Lorsqu'elles ne sont pas dégradées, les zones humides peuvent avoir une fonction d'atténuation des effets du changement climatique en participant à la régulation du climat par la réduction du niveau des émissions de gaz à effet de serre (par exemple la séquestration du carbone par les tourbières, les marais salants). Elles ont également un intérêt pour l'adaptation au changement climatique en protégeant les territoires des inondations, des sécheresses et des tempêtes côtières. Par exemple, les zones inondables intactes contribuent à limiter les risques d'inondation en emmagasinant l'eau en période de crue, puis en la libérant progressivement dans les rivières.



Crédit photo : ARB Occitanie (V. Meslier)

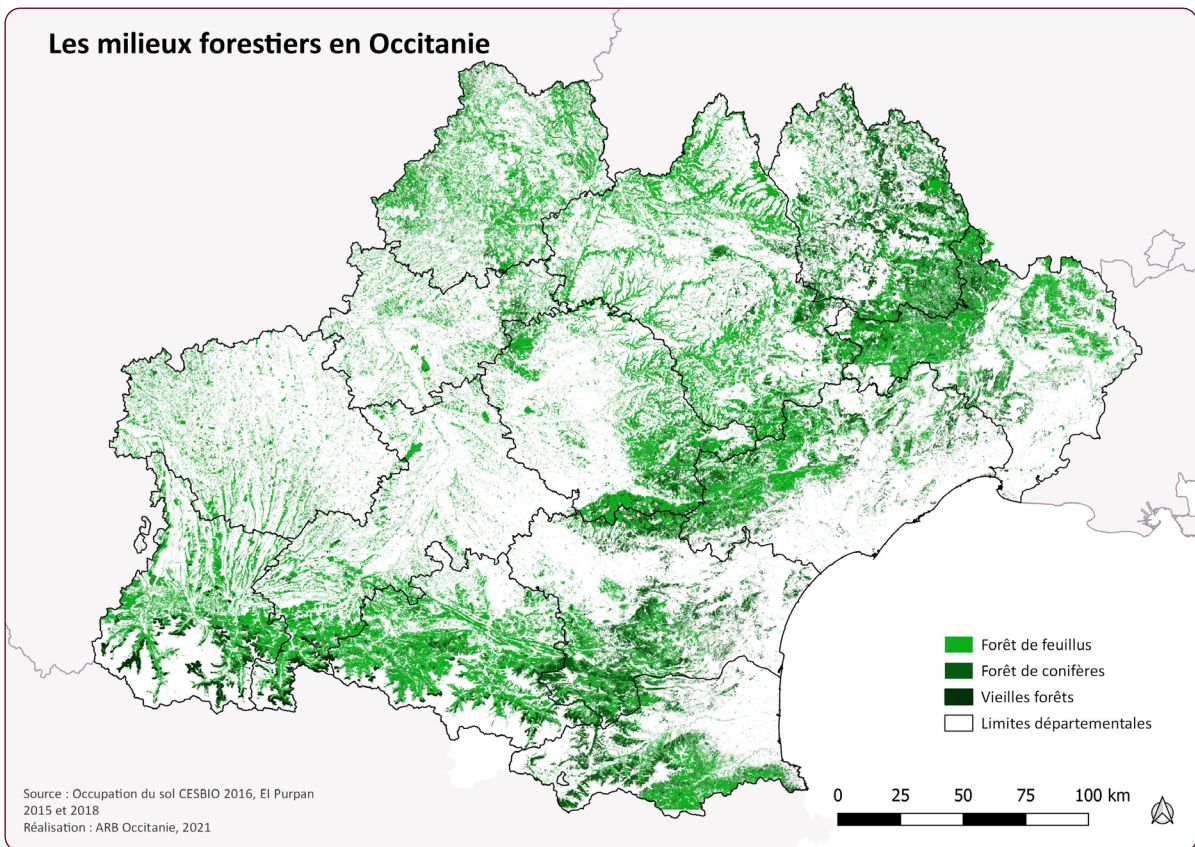


Figure 2.1. Carte de répartition en Occitanie des milieux forestiers.
 (Source : occupation du sol CESBIO, 2016, El Purpan, 2015 et 2018. Réalisation : ARB Occitanie, 2021)

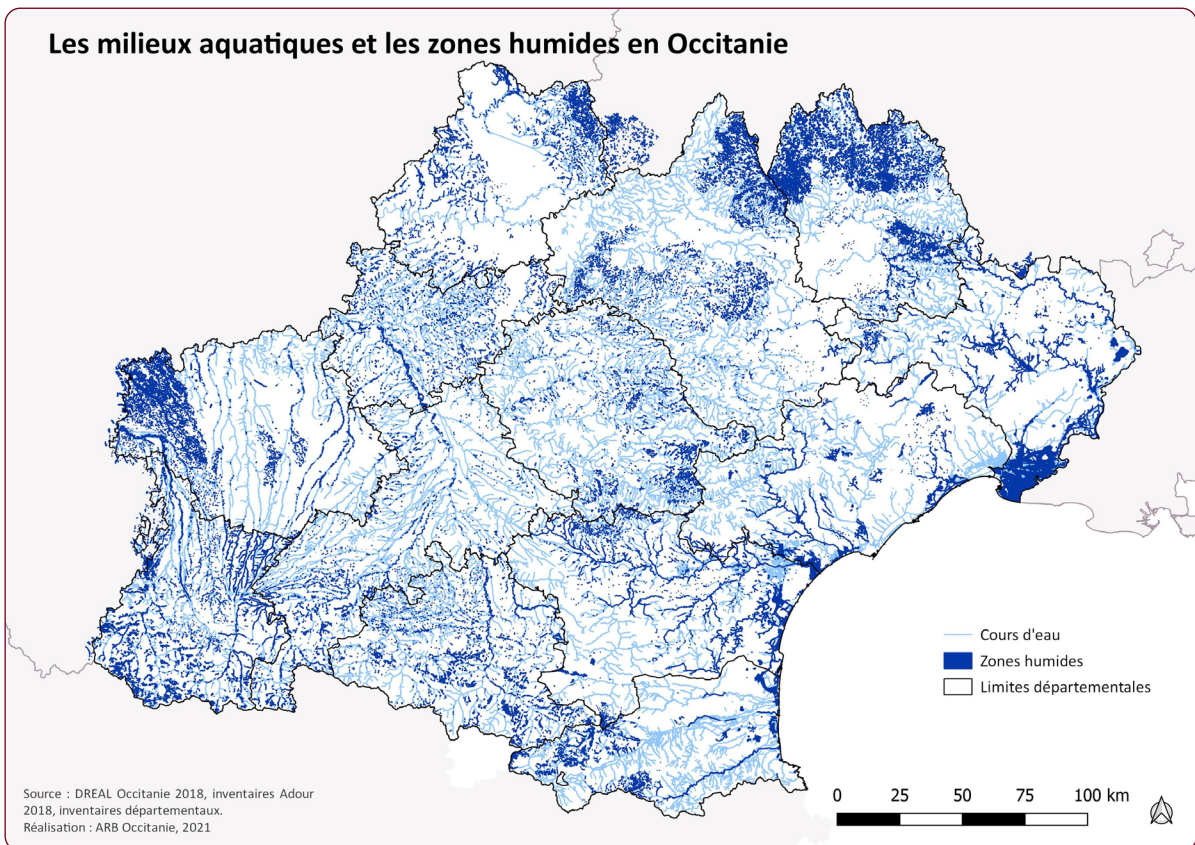


Figure 2.2. Carte de répartition en Occitanie des milieux aquatiques et des zones humides.
 (Source : DREAL Occitanie, 2018, inventaire Adour, 2018, inventaires départementaux. Réalisation : ARB Occitanie, 2021)

Focus milieux secs

Bénédicte GOFFRE (ARB Occitanie)

Les collines méditerranéennes et midi-pyrénéennes sont le domaine des habitats thermophiles, souvent ouverts, hérités de la géologie et des pratiques sylvopastorales séculaires. Les versants arides peu favorables à l'agriculture étaient voués au parcours des troupeaux et à l'exploitation des taillis. La déprise rurale et la dynamique de reconquête par les végétaux ligneux conduit à une fermeture progressive des paysages (Sirami et al., 2010), avec un développement des matorrals arborés dans les zones anciennement parcourues. Ainsi, les pelouses sèches sur sols superficiels (peu profonds) demeurent des habitats remarquables, indispensables à la présence d'espèces à fort enjeu avec côté faune le psammodrome algire, le cochevis de Thékla, ou le scorpion languedocien et l'astragale épineuse (*Astragalus echinatus*) côté flore.

Les milieux secs des plaines et collines midi-pyrénéennes (coteaux de la plaine toulousaine, les coteaux de l'Adour, les petites Pyrénées) révèlent de nombreux enjeux de biodiversité, liés notamment aux influences méditerranéennes (seps strié par exemple dans l'Astarac ou le Pays d'Auch) ou atlantiques (landes sèches à bruyères par exemple dans l'Armagnac). Un [projet](#) d'atlas des milieux secs midi-pyrénéens est en cours de réalisation avec pour ambition de réaliser un état des lieux le plus complet possible de ces espaces : localisation, état de conservation, espèces caractéristiques, mesures de conservation mises en œuvre, etc. Ce travail précisera la connaissance des milieux ouverts et semi-ouverts notamment dans le cadre de la trame verte et bleue. À terme, l'objectif est d'aboutir à un outil de référence pour la conservation de ces milieux.

Le massif des Corbières, les contreforts de Cévennes, les garrigues de Montpellier, ou les costières de Nîmes sont des sites qui conservent des habitats semi-ouverts de très grande qualité (en alternance avec des habitats de culture). Ils trouvent leur prolongement dans les coteaux midi-pyrénéens, où les pelouses sèches abritent des cortèges d'espèces méditerranéennes en limite d'aire de répartition.

En continuité des garrigues de la zone méditerranéenne, les zones d'allure steppique de la région des Grands Causses constituent sans conteste les espaces ouverts les plus emblématiques du Massif central : si elles ne sont pas rares en Occitanie, elles le sont en revanche à l'échelle nationale voire européenne. Elles sont par ailleurs marquées par leur caractère insulaire en terme géologique et donc leur endémisme. Enfin, elles constituent un élément culturel fort du territoire, notamment pour les paysages des Causses et des Cévennes, reconnus au titre des paysages culturels vivants de l'agropastoralisme méditerranéen, et inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO. Ces milieux secs accueillent une mosaïque de pelouses steppiques, de landes et d'affleurements rocheux tout à fait remarquables, dont les corniches et gorges propres au relief caussenard. Dans ce paysage singulier, les pelouses sont composées d'un mélange d'espèces méditerranéennes et d'espèces montagnardes, auxquelles s'ajoutent plusieurs plantes endémiques et des espèces steppiques d'Europe centrale en disjonction d'aires dont la saponaire à feuilles de pâquerette, l'armérie faux-jonc, l'aster des Cévennes, l'ophrys de l'Aveyron et celui d'Aymonin ou la violette des Causses (Bernard, 2009).

Aux Grands Causses de l'Aveyron, de la Lozère, de l'Hérault et du Gard, répondent les causses midi-pyrénéens du Lot et du Tarn-et-Garonne. À l'échelle du grand paysage, les transitions entre les milieux méditerranéens et atlantiques d'une part, et entre les milieux méditerranéens et continentaux d'autre part, se lisent clairement grâce aux mélanges d'espèces d'affinités biogéographiques différentes. L'ensemble de ces milieux secs sont particulièrement fragiles et à dynamique très lente ; cependant ils sont très profondément remaniés par les activités humaines, notamment agricoles. Les milieux qui parviennent à se maintenir sont très souvent fragmentés, enclavés et relictuels, souvent relégués aux espaces délaissés, les moins propices au développement d'activités. Assez négligés dans la classification [Eunis](#) des habitats, il est nécessaire de mieux prendre en compte ces habitats à forts enjeux de biodiversité et de suivre leur réponse aux changements climatiques qui reste encore mal connue.



Crédit photo :
ARB Occitanie

La fonctionnalité écologique de la biodiversité

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

Les écosystèmes procurent de nombreux services appelés services écosystémiques. Certains sont vitaux pour de nombreuses espèces ou groupes d'espèces et sont généralement classés comme des biens communs. Dans ce contexte, la pollinisation est par exemple considérée comme un service de régulation à côté du climat, de la qualité de l'air par exemple. L'avantage de ce concept a été d'identifier les services rendus par la nature à l'homme ; son inconvénient est une vision très anthropocentrée de la nature qui ne considère que ce qui est utile pour l'homme. Dans cette approche, la pollinisation a été parfois cartographiée sur la base d'une valeur de pollinisation pour chaque habitat ; elle a aussi été évaluée financièrement (entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros liés la pollinisation en 2010 pour la France sur la base des productions agricoles associées) (Beyou et al., 2016). Cependant, si la pollinisation des plantes cultivées permet une évaluation financière, une telle évaluation en milieu naturel reste impossible au vu de la diversité des espèces et de la difficulté à quantifier le taux de pollinisation des différentes plantes. Le niveau de pollinisation peut être approximé en ne considérant que certaines plantes et l'abondance et la diversité des pollinisateurs ne peuvent être évaluées uniquement que par des échantillonnages locaux identifiés par des experts taxonomistes.

Une nouvelle conception a émergé, suites aux travaux de l'IPBES (IPBES 2016, 2018), qui considère plutôt des Solutions d'adaptation fondées sur la nature (SafN) (**voir focus sur les solutions fondées sur la nature**). Il s'agit non plus d'« utiliser la nature » mais plutôt de « faire avec » vers des objectifs orientés vers une transition écologique pour un monde plus durable. Pour l'exemple de la pollinisation, elle est ici considérée comme un bien naturel fournissant : 1) une alimentation humaine contribuant à la santé humaine (vitamines, éléments minéraux, etc.), 2) une régulation et une contribution au fonctionnement des écosystèmes dont le maintien des plantes sauvages et des paysages associés et 3) une grande diversité d'aspects culturels allant des pratiques apicoles plus ou moins liées à la domestication, des savoirs naturalistes et scientifiques, une éducation à l'environnement, des loisirs, un cadre de vie et des aspects esthétiques paysagers.

Une autre conception plus scientifique considère le fonctionnement des écosystèmes, où la pollinisation assure la conservation des différentes plantes sauvages, mais contribue aussi aux chaînes trophiques notamment l'alimentation des nombreuses espèces insectivores et

l'existence de plusieurs espèces parasites. Cette approche considère la pollinisation au sein d'autres fonctions écologiques comme la séquestration du carbone, les réseaux d'interaction entre espèces, le cycle de l'eau... Ce raisonnement aboutit au concept des trames vertes (trame de milieux naturels des forêts aux milieux ouverts, **figure 2.3**) et bleues (trame liée à l'eau, des rivières aux étendues d'eau), mais aussi turquoise (interface entre les deux précédents), noire (milieux sans éclairage nocturne permettant une continuité écologique pour les espèces nocturnes), brune (trame de continuité des sols), etc. Cette approche permet de considérer et de conserver les zones de présence de la biodiversité (les réservoirs) ainsi que les zones de déplacement de la biodiversité (les corridors). Ainsi une haie bocagère est considérée comme une connexion écologique entre deux zones forestières ou deux prairies naturelles. Cette conception peut être envisagée à une échelle globale, via par exemple le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) mais aussi à l'échelle plus locale comme dans les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), des communes ou des communautés de communes. Ce SRCE sera aussi une des composantes importantes du futur Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) d'Occitanie. Dans ces différentes approches, la fonction écologique de pollinisation est particulièrement bien identifiée et reconnue favorisant sa conservation.

Que l'approche soit par services écosystémiques, par SafN ou par fonctions écologiques, ce sont des composantes de la biodiversité également sensibles aux impacts des changements climatiques, à des échelles plus larges de la dynamique écologique des habitats naturels. Les risques correspondent par exemple ici à des perturbations dans la rétention ou la filtration de l'eau par le drainage ou la destruction de zones humides, des incendies forestiers qui annulent la séquestration du carbone sur le long terme, ou à des ruptures de trames écologiques par destruction de haies, de lisières ou par construction d'obstacles dans les cours d'eau. Cette fonctionnalité écologique est aussi menacée par les changements climatiques via les réponses des espèces comme le décalage phénologique entre émergence d'insectes et de floraison causant des ruptures d'interactions de pollinisation, les changements de distribution des espèces qui modifient les trames et les zones réservoirs de biodiversité, ou l'émergence de facteurs limitant qui bloquent les chaînes trophiques et causent aussi des changements de distribution.

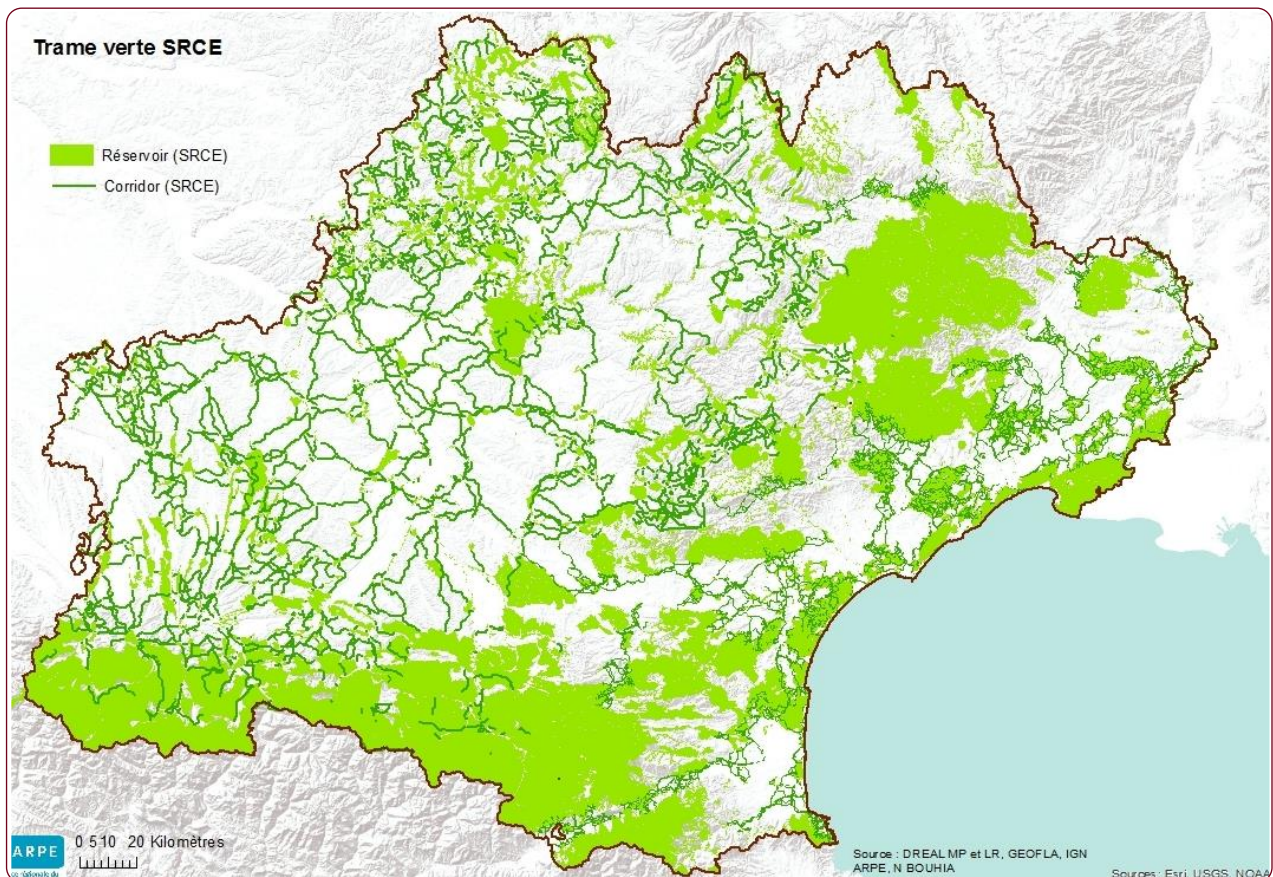


Figure 2.3. Carte du Schéma de Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) qui distingue les zones réservoirs de biodiversité et les corridors entre ces réservoirs.
(Source : cartothèque de la démarche H2O 2030, [en ligne](#).)

LES ACTEURS D'OCCITANIE SE MOBILISENT

Créer une nouvelle forêt capable de résister au changement climatique - 48 et 30

CDC Biodiversité / Centre National de la Propriété Forestière (CNPF)

- [En savoir plus](#)

La châtaigneraie cévenole, peuplement emblématique et historique du territoire du Gard et de la Lozère, est aujourd'hui confrontée à des évolutions, notamment climatiques, qui accentuent son dépérissement déjà amorcé du fait de problèmes sanitaires et stationnels (composés du sol, conditions du site, de l'exposition, de la topographie et du climat). L'étude du CNPF (2014) sur l'état sanitaire des châtaigniers forestiers dans le massif cévenol dresse un constat alarmant : plus de 50 % des arbres étudiés sont morts ou en état de dépérissement important.

Le projet, situé à l'interface de plusieurs conditions climatiques, a des ambitions multiples :

- répondre à l'enjeu du dépérissement massif des châtaigneraies cévenoles ;
- trouver des essences adaptées aux évolutions futures pour maintenir le territoire vivant, conserver la qualité paysagère, assurer des productions diversifiées et préserver les fonctionnalités des forêts en place ;
- constituer des essais et des références pour inspirer les propriétaires cévenols et les générations futures.

Cinq sites chez cinq propriétaires forestiers privés ont été retenus pour répondre à ces ambitions pour une surface totale de 23 ha.



Crédit photo : CRPF Occitanie.

PARTIE MENACES LIÉES AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

Le thym : une espèce bioindicatrice des changements climatiques

John THOMPSON (CNRS - CEFE), Perrine GAUTHIER (CNRS - CEFE)

En région méditerranéenne, on observe une multitude de modifications de la biodiversité végétale liées aux changements climatiques (Thompson, 2020). Cependant, très peu d'études portent sur la réponse évolutive des espèces confrontées à ces bouleversements. En effet, certaines ne pourraient-elles pas s'adapter au lieu de se déplacer ? Difficile à démontrer car l'adaptation est un processus long et souvent en décalage avec les changements environnementaux (Eterson et Shaw, 2011).

Une espèce emblématique des garrigues du Languedoc, le thym (*Thymus vulgaris*), fournit pourtant un bel exemple d'une telle adaptation en cours d'évolution. Le thym, comme beaucoup de plantes aromatiques méditerranéennes, présente une grande diversité de types chimiques (chénotypes). En plus des formes « phénoliques » classiques à thymol (la plus fréquemment cultivée) ou à carvacrol (caractéristique du « thym de Provence »), il existe des formes « non-phénoliques » à odeurs très différentes de citron (géraniol), de lavande (linalool) ou d'autres essences (alpha-terpénol, cinéole, thuyanol). Ces différences proviennent de modifications génétiques des chaînes de biosynthèse. Cette diversité génétique s'exprime, dans la nature, par une différenciation spatiale le long d'un gradient écologique très abrupt.

Au début des années 1970, une cartographie de la distribution des chénotypes a été réalisée dans 288 stations de thym autour du Pic Saint-Loup et du bassin de Saint-Martin-de-Londres (photo 2.1), au nord de Montpellier. A cette époque 70 % des populations exclusivement phénoliques étaient situées au-dessus de 225 m, dans les zones à hivers doux, sur sols rocaillieux et secs. Au contraire, 88 % des populations exclusivement non phénoliques étaient localisées dans les zones à températures hivernales plus basses sur sols plus profonds en dessous de 200 m.

Sur ce secteur géographique, les différences de gels sont, en effet, liées à une inversion des températures entre le bassin et les crêtes. Nos études expérimentales menées en parallèle avec les études de distribution ont montré que les chénotypes phénoliques sont très sensibles aux forts gels de l'hiver mais très résistants à la sécheresse estivale, alors que les chénotypes non-phénoliques sont très résistants aux gels mais moins tolérants à la sécheresse estivale (Thompson et al., 2007 ; Amiot et al., 2005). Voici un bel exemple d'adaptation à des conditions microclimatiques très localisées.

Ce patron est toutefois en train de changer. Depuis la fin des années 1950, les températures annuelles minimales absolues sont moins extrêmes : aucun gel suffisamment intense pour exclure les chénotypes phénoliques du bassin n'a été enregistré depuis 30 ans (figure 2.4). En 2010, nous avons donc ré-échantillonné 36 des populations étudiées en 1973 : 12 populations « phénoliques », 12 « non-phénoliques » et 12 mixtes. Les résultats obtenus vont tous dans le même sens d'une augmentation des chénotypes phénoliques qui apparaissent dans les populations autrefois non-phénoliques et augmentent en fréquence dans les populations mixtes, dont certaines sont désormais exclusivement phénoliques (figure 2.5) (Thompson et al., 2013).

Avec le relâchement d'une pression de sélection associée aux gels hivernaux, la progression des formes phénoliques témoigne d'une réponse adaptative aux changements climatiques. La distribution de l'espèce n'a pas été modifiée, c'est l'organisation spatiale de son patrimoine génétique qui évolue. Ainsi le thym de nos garrigues s'érige en sentinelle des hivers de plus en plus doux. En perspective : une troisième étude pour mieux cerner la vitesse de l'évolution en cours.



Le bassin de Saint Martin-de-Londres (zone à chénotypes non-phénoliques) et les crêtes rocaillieuses autour du Pic St-Loup (zone à chénotypes phénoliques).
(Crédit photo : John Thompson)

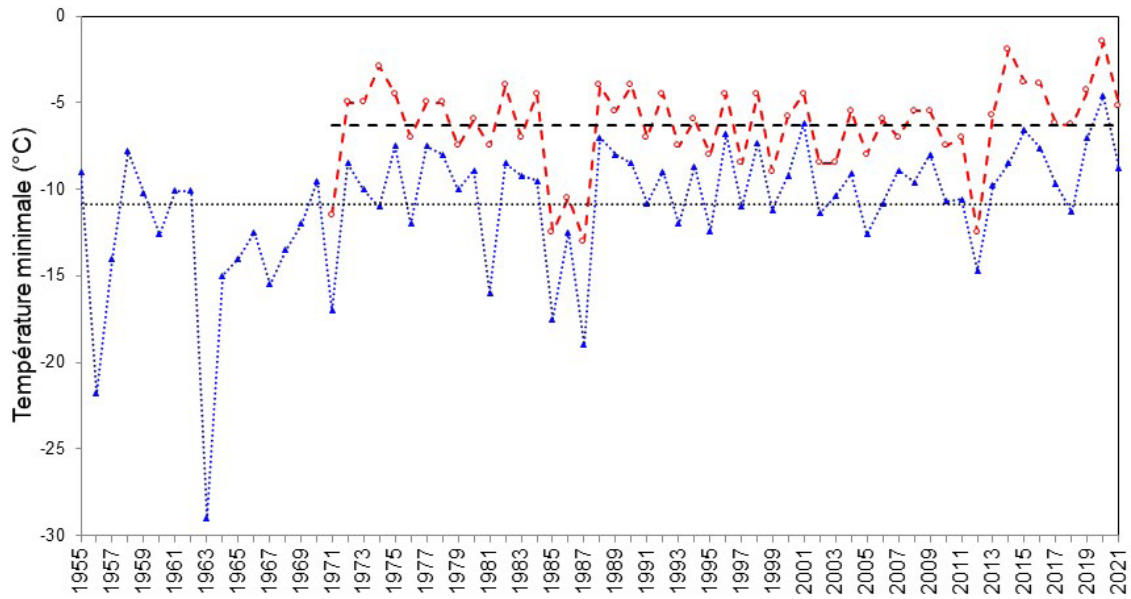


Figure 2.4. Températures minimales annuelles de stations météorologiques dans le bassin de Saint-Martin-de-Londres en bleu (zone non-phénologique) et au nord de Montpellier en rouge (zone phénologique) avec en pointillés les moyennes pour les périodes étudiées dans les deux zones.
(Source : données Météo-France.)

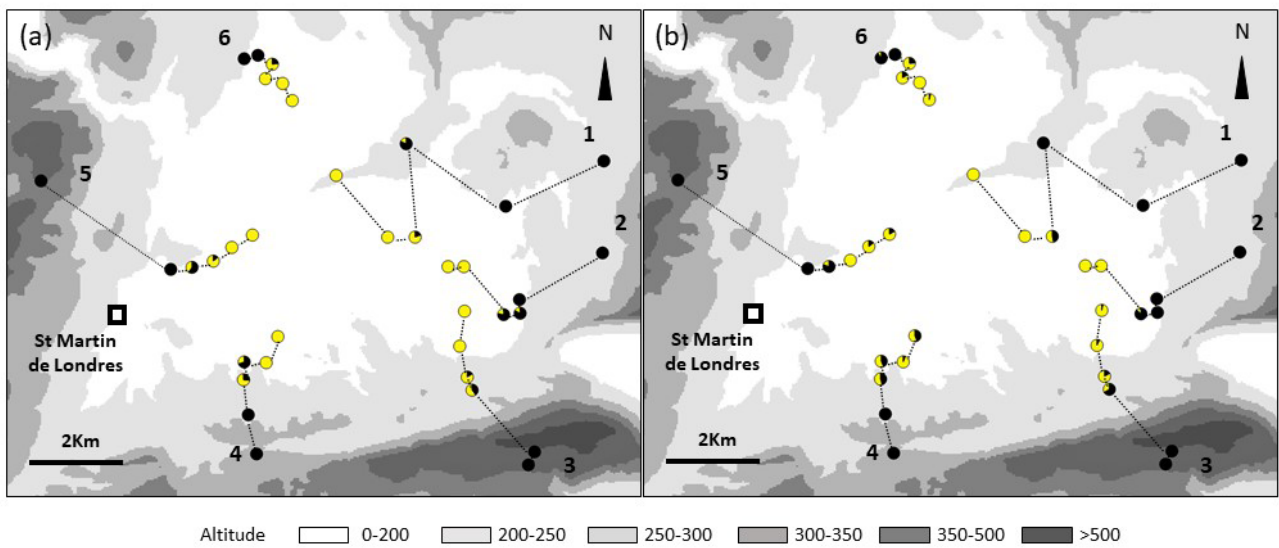


Figure 2.5. Composition chimique de populations de thym localisées sur six transects le long de gradients altitudinaux et écologiques près de Saint-Martin-de-Londres (a) au début des années 1970 avec, sur chaque transect, deux populations non-phénologiques (jaune), deux populations phénologiques (noir) et deux populations mixtes (jaune et noir) et (b) en 2010.
(Source : carte redessinée à partir de données et de la carte originale dans Thompson et al., 2013.)

Diagnostic forestiers et mécanismes de résistance aux perturbations climatiques

Sylvie SABATIER (CIRAD – AMAP), Yves CARAGLIO (CIRAD – AMAP), Éric NICOLINI (CIRAD – AMAP), Christophe DRÉNOU (CNPF - IDF Toulouse)

DiagARCHI : du diagnostic architectural à l'outil embarqué

L'architecture végétale qui permet de décrire et comprendre la construction des végétaux, notamment les arbres, est aussi un formidable moyen d'appréhender la santé d'un individu par l'observation et la prise en compte de critères morphologiques et architecturaux. L'application scientifique DiagArchi est dédiée au diagnostic de l'état des arbres en forêt basé sur une démarche d'arbre de décision. Ce produit comprend des clés ARCHI de détermination développées en étroite collaboration avec l'IDF-CNPF (Drénou et al., 2011). Ces clés correspondent à une séquence de questions qui identifient un état de santé de l'arbre : sain, résilient, descente de cime, repli, stressé, dépérissement irréversible ou mort.

Cet outil embarqué peut (1) faciliter l'accès aux connaissances morphologiques pré-requises pour le diagnostic architectural, (2) donner les critères visuels facilement observables, (3) guider l'observateur dans sa démarche d'observation de l'arbre (niveaux et échelles d'observation dans l'arbre), (4) mémoriser l'historique des questions/réponses de chaque utilisateur, (5) à plus long terme obtenir des scores au niveau du peuplement via l'association d'outils d'analyse des arbres de décisions, (6) une saisie des données directement sur le terrain et (7) harmoniser les notations entre observateurs. Le menu de l'appli DiagArchi comprend aujourd'hui 14 espèces d'arbres (7 feuillus et 7 résineux). Les utilisateurs sont divers : agents du département Santé Forêt, techniciens forestiers CNPF et ONF, chercheurs (INRAE, CIRAD), formateurs, arboristes consultants, parcs naturels, etc. (Drénou, 2012).

De la connaissance du fonctionnement de la plante aux critères de sélection d'espèces

Ces travaux sur la réactivité et le diagnostic des arbres nous ont amenés à étudier les mécanismes au niveau du fonctionnement du méristème et plus particulièrement les interactions entre le climat et la croissance (Drénou

et al., 2013). L'étalement des feuilles et l'allongement des axes est le résultat visible de l'organogénèse, activité cellulaire de la partie apicale des axes (méristème) élaborant le nombre et la taille des feuilles ainsi que les éléments de tige. Ainsi chez le pin d'Alep la pluie automnale détermine la croissance de la pousse printanière à venir, et les conditions climatiques de l'année en cours nous permettent d'anticiper le nombre possible de reprise d'allongement. Chez le peuplier, le nombre de jeunes feuilles préformées à l'automne et présentes dans le bourgeon hivernal seront étalées au printemps suivant, si les conditions de pluie et de température sont favorables, la tige continuera de s'allonger et mettra en place de nouvelles feuilles non présentes dans le bourgeon hivernal, et cela se produira tant que les conditions restent favorables, certaines années jusqu'en été. Il est ainsi possible d'émettre des prédictions de la croissance à venir en fonction de scénarios climatiques.

Ces études permettent de définir des stratégies de croissance via différentes combinaisons de l'allongement et de l'organogénèse :

- mettre en place au cours de l'allongement seulement le stock de feuilles préformées ou aller au-delà, réponse à court terme aux conditions ;
- exprimer une ou plusieurs phases d'allongement dans une année, réponse à moyen terme aux conditions ;
- désynchroniser les phases d'allongement selon les axes de l'individu.

Par exemple, en cas de conditions limitantes, plusieurs phases d'allongement sont exprimées sur le tronc et une seule sur les autres axes, minimisant la dépense d'énergie tout en conservant une compétitivité pour la hauteur (Drénou et Caraglio, 2019).

Dans la problématique actuelle de recherches d'espèces forestières, d'ornement ou fruitières, capables de résister ou s'acclimater aux modifications et accidents climatiques, ces stratégies de réponses aux conditions climatiques sont des critères à considérer pour définir des espèces candidates (figure 2.6).

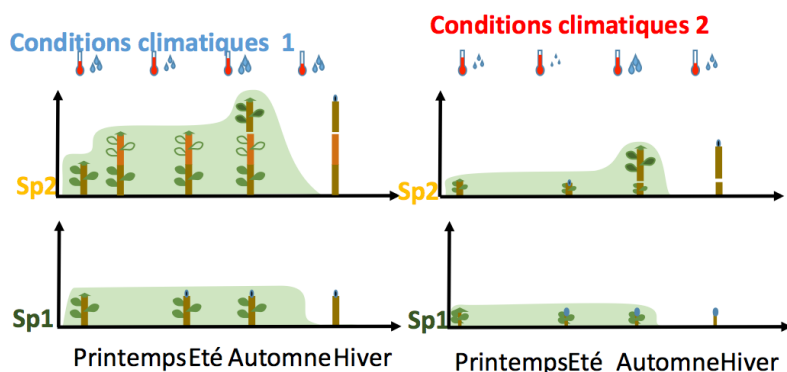


Figure 2.6. Deux expressions de la croissance de deux espèces en fonction de deux scénarios climatiques, un favorable à la croissance (Conditions climatiques 1) et un stressant (Conditions climatiques 2). Une espèce (Sp1) capable de ne faire qu'un seul allongement printanier de feuilles préformées et une espèce (Sp2) capable de faire de la néoformation et d'exprimer plusieurs phases d'allongement dans l'année. En fond vert : surface globale des feuilles mise en place. (Source : Drénou et al., 2012)

Des menaces liées aux changements globaux toujours plus fortes

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

Nous pouvons considérer les changements climatiques sous l'angle de trois composantes : 1) l'augmentation des températures (canicules estivales, périodes enneigées plus courtes et nombres de jours de gel plus faibles) ; 2) la réduction des précipitations annuelles ou saisonnières (augmentation des périodes et des intensités de sécheresse, baisse et irrégularité des débits des cours d'eau) et 3) l'augmentation des événements extrêmes (épisodes orages, tempêtes) marquée par une imprévisibilité croissante (**voir chapitre-enjeu Climat régional**). Plusieurs activités humaines sont pluriséculaires en Occitanie comme la présence de la viticulture sur le littoral, de cultures de céréales dans les plaines du Sud-Ouest et d'élevages dans les zones montagneuses. Après la seconde guerre mondiale, des changements radicaux ont marqué l'agriculture avec bien souvent 1) l'abandon progressif du pâturage qui a déclenché un embroussaillage puis localement un développement forestier et 2) l'arrivée progressive puis l'utilisation aujourd'hui massive des pesticides (surtout en viticulture et arboriculture, mais aussi en cultures céréalières) (**voir focus sur les impacts liés aux pollutions**). Ils ont respectivement conduit à une réduction des espèces de milieux ouverts (Sirami et al., 2010) mais aussi à une diminution forte des insectes et de tous les prédateurs insectivores (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019 ; Zattara et Aizen, 2021).

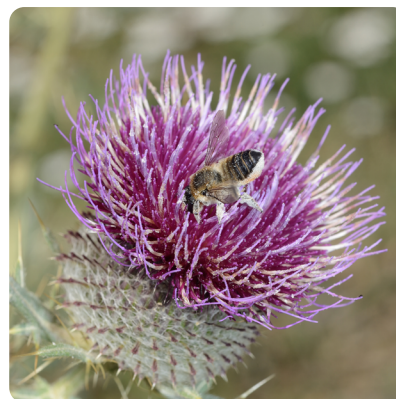
Actuellement, les événements extrêmes même ponctuels sont plus fréquents et intenses, donc avec des impacts forts sur la biodiversité comme les destructions de berges en cas d'inondation (l'Orb dans l'Hérault), de forêts et d'habitats naturels en cas de tempêtes (Portail Occitanie littoral, 2021) ou d'incendies (voir les incendies récents en Occitanie). D'autres effets de ces événements extrêmes sont moins connus comme l'infertilité croissante des grains de pollen au-delà de 40 °C, des mortalités de plantes surtout sur sols peu profonds, mais aussi d'insectes et d'animaux vertébrés en cas d'absence de zones de relative fraîcheur. Plus tard, si la tendance se maintient ou s'aggrave, ces changements climatiques obligeront les espèces à changer leurs aires de distribution ou, pour celles qui restent sur place, à s'adapter aux nouvelles conditions environnementales. Dans ces conditions, changer d'aire de distribution signifie remonter vers le nord ou en altitude pour retrouver des conditions climatiques favorables (oiseaux, insectes, plantes, etc.).

Mais ce n'est pas toujours possible, comme par exemple l'ophrys d'Aymonin endémique des plateaux calcaires des Grands Causses qui ne pourra pas retrouver cette même nature de sol plus au nord. Pour les espèces qui remontent en altitude, la surface de leur zone de présence sera fortement réduite avec un risque fort d'isolement sur certaines montagnes qui s'accompagne d'une réduction de leurs échanges génétiques comme c'est

le cas pour les trois lézards endémiques pyrénéens, et pour le papillon apollon qui disparaît progressivement des massifs de faibles altitudes notamment dans le Massif central. Les suivis à long terme d'espèces sont cruciaux pour documenter l'impact des changements climatiques : par exemple le suivi depuis 30 ans dans le Parc national des Cévennes du lézard vivipare qui a avancé sa date de ponte (jusqu'à un mois), augmenté le nombre d'œufs pondus et réduit la durée de sa survie adulte et pour qui une altitude de 1100 m est pour l'instant la limite au-dessus de laquelle les populations ont un bilan démographique positif.

La possibilité de réaction des espèces face à ces changements climatiques dépend directement de leur temps de génération. Ainsi, les plantes annuelles peuvent s'adapter rapidement aux contraintes climatiques, alors que les arbres (**voir focus milieux forestiers**) au temps de génération de plusieurs dizaines d'années sont beaucoup moins réactifs. De plus, les espèces inféodées aux milieux humides sont particulièrement ciblées par la réduction globale de la ressource en eau. De nombreuses espèces montrent ainsi des décalages phénologiques, comme par exemple des périodes de floraisons plus précoces pour les plantes, ou des périodes d'émergence d'insectes encore plus précoces et parfois plus courtes. Cela occasionne de nouvelles menaces concernant les interactions entre espèces comme par exemple la nécessité pour les mésanges d'avancer leur date de ponte pour se synchroniser à la période d'émergence des chenilles dont elles nourrissent leurs petits.

Les nombreuses espèces insectivores (oiseaux, chauves-souris, etc.) doivent s'adapter aux nouvelles périodes d'abondances de leurs proies. Il existe ainsi un phénomène global d'homogénéisation des espèces et des communautés d'espèces (IPBES, 2018 ; MedECC, 2020), avec une diminution progressive des espèces spécialisées pour certains habitats ou dans leurs interactions, ou ayant un cycle biologique complexe ou exigeant ; de leur côté, les espèces généralistes et flexibles dans leur alimentation ou leur préférence d'habitat sont favorisées. Les écosystèmes se simplifient et les espèces se banalisent.



L'abeille sauvage *Megachile lagopoda*, spécialisée sur les chardons à floraison estivale, vit à partir de 800 m d'altitude. Elle est menacée à la fois par la hausse de température et la destruction de sa ressource florale. (Crédit photo : D. Genoud)

Vers une intensification et une extension de l'activité des incendies dans la zone Méditerranéenne

François PIMONT (INRAE - URFM), Hélène FARGEON (MAA - DGPE), Julien RUFFAULT (INRAE - URFM), Thomas OPITZ (INRAE - BIOSP), Renaud BARBERO (INRAE - RECOVER), Nicolas MARTIN-St-PAUL (INRAE - URFM), Éric RIGOLOT (INRAE - URFM), Jean-Luc DUPUY (INRAE - URFM)

Le changement climatique augmente le danger incendie dans de nombreuses régions du monde, en asséchant davantage le combustible au cours de la saison des feux. La composante météorologique du danger d'incendie est classiquement mesurée à partir de l'Indice Forêt Météo (IFM) : plus il est élevé, plus les conditions météo sont favorables à l'éclosion et à la propagation des feux. Une manière simple d'aborder les effets du changement climatique sur le risque lié aux incendies consiste donc à simuler l'évolution de l'IFM à partir de projections climatiques (Fargeon et al., 2020).

Cette approche montre une intensification du danger dans la partie méditerranéenne de l'Occitanie, qui s'explique par l'augmentation des températures, unanimement prédite par les modèles climatiques. Elle montre également une extension de la zone de danger vers l'ouest et le nord. Cependant, cette approche fondée sur l'IFM présente une importante limitation, car cet indice s'avère fortement biaisé spatialement et temporellement, lorsqu'on le compare aux observations réelles d'incendies. Ainsi, la traduction de l'augmentation future du danger en termes d'évolution des incendies n'est pas évidente.

Une manière d'affiner les projections consiste à utiliser les prédictions d'un modèle qui simule l'activité des incendies sur une zone donnée. Ici, nous projetons sur la partie méditerranéenne de la région Occitanie les prédictions du modèle Firelihood, un modèle probabiliste simulant les nombres et surfaces quotidiennes des feux estivaux dans des pixels de 8 km. Les variables explicatives du modèle sont l'IFM, la surface combustible, la période de l'année, ainsi que des facteurs de correction spatiale (Pimont et al., 2021). Ce modèle a été ajusté sur la zone dite « Prométhée » (opération de suivi sur les incendies de forêts de 15 départements du Sud Est) qui dispose d'une base de données fiables recensant les incendies. Les travaux de projections réalisés à partir de Firelihood ont montré que si le nombre de feux de 1 ha répondait aux variations du climat dans les mêmes proportions que l'IFM, le nombre de grands feux (> 100 ha) et les surfaces brûlées présenteraient des augmentations 2 à 3 fois plus importantes, confirmant ainsi les limites liées à l'usage de l'IFM moyen pour des projections (Fargeon, 2019).

La **figure 2.7** montre les augmentations de surfaces brûlées prédites par Firelihood entre la période récente (2000-2019) et la fin de XXI^e siècle (2079-2098). Ces va-

leurs ont été obtenues pour le scénario RCP8.5 (c.-à-d. sans réduction importante des émissions) en faisant la moyenne de cinq modèles climatiques contrastés (Fargeon, 2019). Pour ces cinq départements, cette augmentation de surface brûlée s'accélère à partir de 2060 pour atteindre +124 % à la fin du siècle. On notera cependant que ces projections dépendent fortement du modèle climatique utilisé, puisqu'elles varient entre +37,5 % pour le modèle CNRM et +177 % pour le modèle HADGEM. Enfin, les projections réalisées selon le scénario RCP4.5 suggèrent une augmentation nettement moins prononcée des surfaces brûlées (+54,5 %), ce qui rappelle l'importance de la réduction des émissions pour limiter les effets du changement climatique.



Incendie de Grabels (34), 13 sept 2007, qui illustre la proximité des feux avec les habitations humaines. (Crédit photo : E. Rigolot INRAE).

Les résultats précédents supposent que la relation entre activité des incendies et météorologie modélisée par Firelihood demeure constante dans le futur. Cette hypothèse est sujette à caution, car la mortalité de la végétation due à la sécheresse devrait fortement s'accroître, modifiant profondément le combustible. Des incertitudes importantes existent également concernant l'évolution des activités humaines, qu'il s'agisse de l'usage des sols ou des mesures de prévention et de lutte. Ces facteurs, qui pourraient amplifier ou atténuer les augmentations projetées, constituent une source d'incertitude supplémentaire. En conclusion, malgré les incertitudes liées au climat (modèle climatique), au scénario (RCP8.5 ou 4.5), et à la relation feu - climat, le risque incendies de forêts devrait s'étendre singulièrement vers l'arrière-pays et les zones de montagne et s'intensifier dans les plaines agricoles.

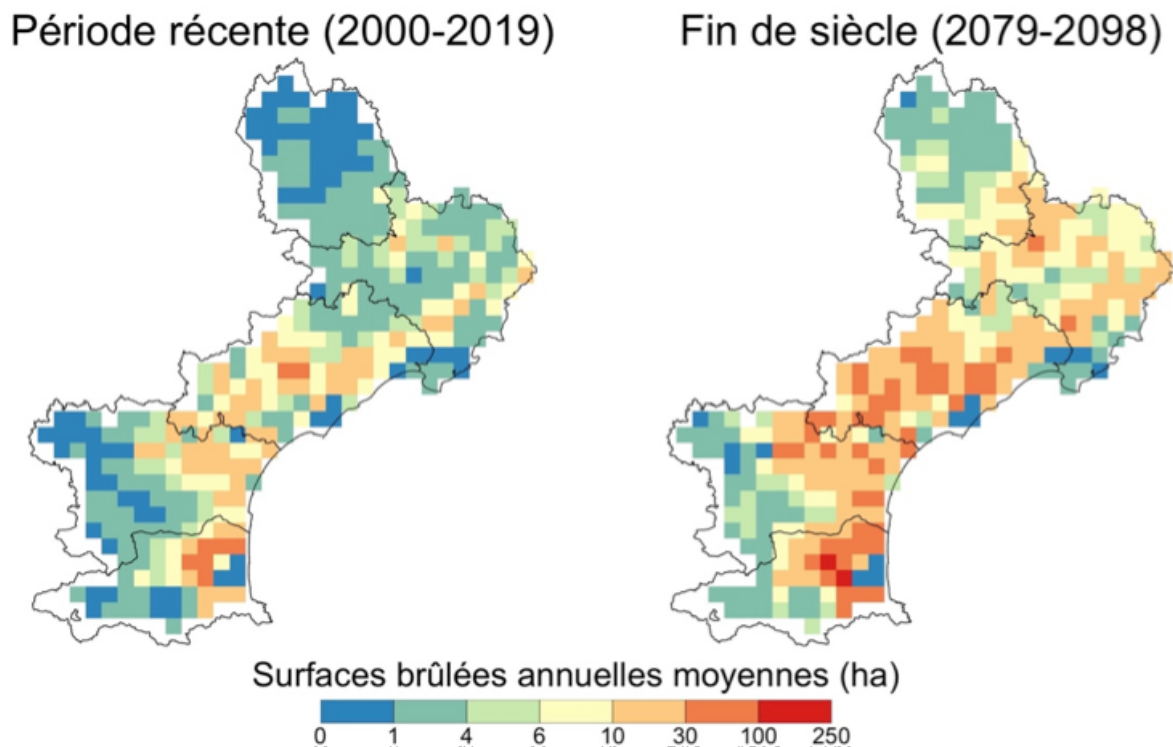


Figure 2.7. Comparaison entre les surfaces brûlées prédites par le modèle Firelihood pour les périodes 2000-2019 et 2079-2098 sur les 5 départements méditerranéens d'Occitanie (5 modèles climatiques, scénario sans réduction d'émissions - RCP8.5). On note une forte extension de la zone à risque dans l'arrière-pays méditerranéen ainsi que dans les plaines agricoles.

(Source : Pimont et al., illustration préparée pour le CROCC_2021)

LES ACTEURS D'OCCITANIE SE MOBILISENT

Restaurer la zone humide du Castagné pour accroître la résilience du territoire - 46

Syndicat Mixte Dordogne moyenne et Cère aval - *En savoir plus*

La zone humide du Castagné (environ 7 ha), située à la confluence de 3 ruisseaux, est fortement dégradée (drainage, recalibrage). Dans le cadre d'un plan de gestion de 5 ans, des travaux de suppression du drainage, la mise en place d'un pâturage extensif et un suivi fin de l'évolution de la zone (hydrologie, faune, flore) ont été réalisés.

Les premiers résultats montrent une nette amélioration du caractère hydrophile du site et une remontée du toit de la nappe qui se maintient en hiver et une partie du printemps, ce qui n'était pas le cas auparavant. La restauration des fonctionnalités de cette zone humide participe à la résilience du territoire face aux effets du changement climatique : atténuation des crues, soutien d'étiage, réservoir de biodiversité, épuration des eaux, stockage du carbone, maintien des usages liés aux activités humaines (eau potable, baignade...) et agricoles (fourrage, abreuvement...).



Crédit photo : adasea.d'Oc.

projet qui s'inscrit dans
une logique de
SdV

Le grand tétras (*Tetrao urogallus*) se reproduit de plus en plus tôt, des Pyrénées à la Norvège

Emmanuel MÉNONI (OFB - DRAS)

Texte co-écrit avec Joy COPPES (FVA Wildtierinstitut Arbeitsbereich Waldvögel), Robert MOSS (Station House, Écosse), Per WEGGE (Norwegian University of Life Sciences)

Étant donné que nos zones d'études s'échelonnent le long d'un fort gradient latitudinal, du 42° au 60° parallèle, et que le glissement phénologique observé n'est pas homogène, mais plus lent aux latitudes extrêmes qu'aux latitudes intermédiaires, nous discuterons de l'effet de la latitude sur cet effet des changements climatiques sur le sort des populations de grand tétras d'Europe du Nord, d'Europe moyenne et des Pyrénées. En nous appuyant sur des données déjà publiées relatives à la dynamique des populations et au succès reproducteur (Moss et Oswald, 2001 ; Wegge et Rolstad, 2017), nous rechercherons les conséquences biologiques possibles de ce phénomène sur le sort des populations de grand tétras, dont la population pyrénéenne, une des plus méridionales du monde.

Le grand tétras est une espèce parapluie en régression et sous surveillance étroite dans tous les pays de son aire de répartition, qui s'étend de l'Espagne à la Sibérie centrale. C'est un bon indicateur de l'état de ses habitats, les forêts boréales, et sous des latitudes moins élevées, les forêts de montagne. Cet oiseau se reproduit selon un mode particulier, la constitution d'arènes ou leks, sur lesquels les mâles établissent une hiérarchie en s'accaparant de petits territoires symboliques. Les femelles visitent ces leks sur une courte période lorsqu'elles sont fécondables, pour s'accoupler. Le suivi des populations s'appuie entre autre sur le dénombrement des mâles sur les leks, durant lesquels on note la présence de femelles actives et disponibles pour l'accouplement. Différentes équipes européennes ont notées que la visite des femelles sur les leks était de plus en plus précoce, de même que les accouplements. Nous avons mesuré le glissement en précocité de la période de la reproduction dans sept zones d'études suivies depuis plusieurs décennies : sud de la Norvège, centre-est de l'Écosse, Forêt Noire, Vosges, Jura, Pyrénées centrales françaises (Ménoni et al., 2020) et Pyrénées catalanes espagnoles.

On note une avancée significative des accouplements dans toutes ces populations, mais pas à la même vitesse. La vitesse du déplacement du pic de reproduction est la plus rapide dans la Forêt Noire (-0,54 jours/an) suivie des Vosges (-0,45 jours/an), du Jura (-0,42 jours/an), de l'Écosse (-0,33 jours/an), des Pyrénées centrales françaises (-0,28 jours/an), des Pyrénées espagnoles (-0,13 jours/an) et enfin du sud norvégien (-0,12 jours/an) (figure 2.8).

On s'attend à ce que la phénologie de la végétation détermine le moment de la période de reproduction ; toutefois, des données phénologiques détaillées ne sont pas disponibles pour toutes les zones d'étude. Les conditions météorologiques affectent la phénologie de la végétation, c'est pourquoi nous nous concentrons sur la variation annuelle et les changements des conditions météorologiques printanières. Des données météorologiques à haute résolution sont disponibles pour toutes les zones d'étude, par exemple via les bases Chelsa ou Worldclim. Ces ensembles de données météorologiques comprennent également des prévisions pour l'avenir. Étant donné que nos zones d'études s'échelonnent le long d'un fort gradient latitudinal, du 42° au 60° parallèle, et que le glissement phénologique observé n'est pas homogène, mais plus lent aux latitudes extrêmes qu'aux latitudes intermédiaires, nous discuterons de l'effet de la latitude sur cet effet des changements climatiques sur le sort des populations de grand tétras d'Europe du nord, d'Europe moyenne et des Pyrénées. En nous appuyant sur des données déjà publiées relatives à la dynamique des populations et au succès reproducteur (Moss et Oswald, 2001 ; Wegge et Rolstad, 2017), nous rechercherons les conséquences biologiques possibles de ce phénomène sur le sort des populations de grand tétras, dont la population pyrénéenne, une des plus méridionale du monde.

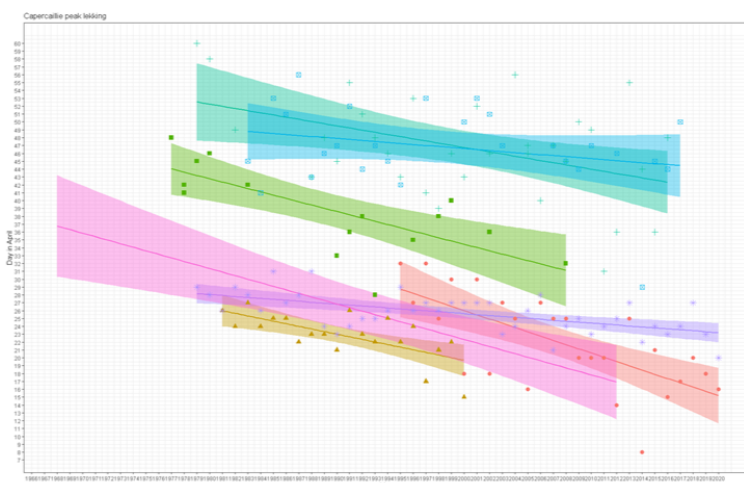


Figure 2.8.
Variations du pic de reproduction du grand tétras durant les 40 dernières années dans sept zones d'études allant de la Norvège aux Pyrénées espagnoles. Les Pyrénées françaises sont en bleu-vert (North Central).
(Source : voir auteur de la contribution)

No future pour la centaurée de la Clape ?

Éric IMBERT (UM - ISEM)

Depuis 1994, un suivi individu-centré est réalisé sur la centaurée de la Clape (*Centaurea corymbosa*), espèce végétale endémique du massif de la Clape, situé à côté de Narbonne. Les données récoltées ont permis d'associer les transitions démographiques (survie, reproduction...) avec les conditions climatiques, en utilisant les données de la station INRAE de Pech Rouge. Ainsi, chaque matrice de transition peut être associée à des conditions de température (figure 2.9. Panneau de gauche) ou de sécheresse (figure 2.9. Panneau de droite) normales ou extrêmes (moyenne ± 1 écart-type).

Dans les conditions actuelles (la courbe bleue, fréquence des événements extrêmes q^* , correspond aux observations sur la période 1994-2016), la probabilité d'extinction résulte en partie de la stochasticité démographique. Si la fréquence des événements extrêmes augmente (variation du paramètre q), la probabilité d'extinction augmente et atteint la valeur seuil de 1 plus rapidement. Le scénario d'augmentation des températures (à gauche) a plus d'effet que celui d'augmentation de la sécheresse (à droite). Selon les modèles de prévision climatique sous les conditions RCP4.5, il est attendu des valeurs de $q=0,78$ pour la température et $q=0,15$ pour la sécheresse pour l'horizon 2099. Ce travail montre la sensibilité des espèces méditerranéennes aux changements climatiques et illustre l'importance de l'acquisition des séries temporelles sur le long terme pour la compréhension des systèmes biologiques.



Plante en fleurs de *Centaurea corymbosa*.
(Crédit photo : É. Imbert)

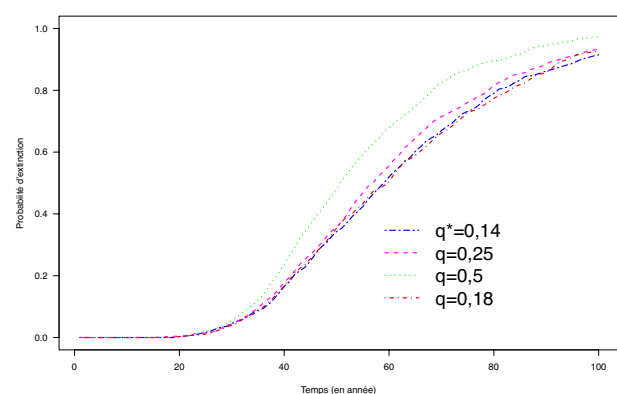
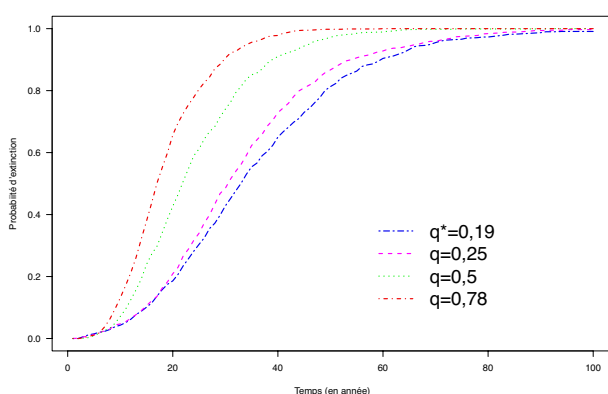


Figure 2.9. Probabilité d'extinction d'une population de centaurée de la Clape en fonction de la fréquence des années chaudes (panneau de gauche) ou du nombre annuel de jours de pluie (panneau de droite). Le modèle a été calibré en prenant en compte les paramètres de la plus grande des 6 populations de *Centaurea corymbosa*. Des résultats similaires sont obtenus pour les autres populations.

(Source : Imbert, 2021)

Focus sur les impacts liés aux pollutions

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

Parmi les impacts aggravants des changements climatiques, la pollution généralisée de l'air, de l'eau et des sols fragilise la biodiversité. Les pollutions des sols et des eaux se situent à des niveaux préoccupants de contamination en Occitanie ; elles sont d'origines agricole, industrielle et urbaine. Concernant l'agriculture, l'Occitanie est la première région viticole (surtout en bordure littorale, mais aussi au nord-ouest du Gers, de la vallée du Lot, du Frontonnais et du Gaillacois), la deuxième en grandes cultures céréalières (blé et maïs principalement mais aussi divers oléagineux, surtout dans le Gers, la plaine toulousaine et le Lauragais) et la deuxième en arboriculture fruitière sur des zones très localisées (vallée de la Garonne dans le Tarn et Garonne, vallée du Têt dans les Pyrénées-Orientales et vallée de la Dordogne dans le Lot, littoral Gard-Hérault).

Malheureusement, ces trois cultures sont très consommatrices de pesticides. Selon les informations de la Banque Nationale des Données de Ventes des Distributeurs (BNV-D), près de 12 225 tonnes de substances actives (produits phytosanitaires) ont été vendues en Occitanie en 2018, c'est-à-dire 4 kg de substance active par hectare de SAU (moyenne française : 3 kg/ha de SAU) (BNV-D, 2020). Les ventes concernent surtout des fongicides et à un moindre degré des herbicides, alors que le lindane (perturbateur endocrinien notable) reste encore très présent malgré son interdiction depuis 1998. Les disparités départementales de vente de substances actives sont assez fortes, avec les trois premiers départements qui se situent à 4 ou 5 fois la valeur de la moyenne nationale alors que sept autres départements sont sous cette moyenne, parfois assez nettement.

Les régions d'élevage et/ou d'espaces (semi-)naturels sont épargnées par cette contamination aux pesticides, alors que les zones de viticulture et d'arboriculture sont associées à des niveaux fort à très forts (ATMO Occitanie, 2019). Le Gard, l'Hérault et le Gers sont parmi les départements français les plus consommateurs de pesticides en 2017 (respectivement 6^e, 9^e et 15^e). Cette pollution agricole est une menace forte pour les insectes en général, et les pollinisateurs sauvages en particulier ainsi que toutes les espèces insectivores. Une des solutions est l'agriculture biologique dont l'émergence est très forte en Occitanie, qui est la 1^{re} région bio de France et la 4^e région bio Européenne (DRAAF Occitanie, 2021). L'Occitanie souffre aussi d'une forte contamination des sols au cuivre du fait de la viticulture et de l'arboriculture (au-delà des normes de traitement des boues en stations d'épuration). La transition écologique de l'agriculture est ainsi fortement attendue.

La pollution de l'air est aussi très préoccupante en Occitanie, du fait de son climat et des afflux touristiques estivaux. Les pics de pollution à l'ozone sont connus pour leur effet toxique sur la biodiversité, et leurs impacts négatifs sur les interactions de pollinisation ont été récemment démontrés (par modification des odeurs florales ; Conchou et al., 2019 ; Vanderplanck et al., 2021). Les dépôts atmosphériques d'azote sur les sols (eutrophisation) impactent aussi fortement les écosystèmes et la biodiversité, en appauvrissant par exemple la diversité biologique des milieux marins ou des prairies, et pourraient aussi impacter les milieux méditerranéens et certaines forêts de montagne. Une exception : les émissions d'oxydes d'azote dues aux transports en Occitanie sont en diminution. Des efforts collectifs (covoiturage, réduction des déchets) se développent également afin de réduire l'origine de quelques pollutions.

Les pollutions localisées issues d'anciens sites miniers, ou de tannerie et de raffineries (plus de 300 sites selon la base de données BASOL, et celles issues des friches militaires, commerciales ou urbaines) représentent aussi un maillage de menaces locales pour la biodiversité entre autres par des pollutions aux métaux lourds (à des doses parfois très fortes). Les solutions de dépollution sont souvent très coûteuses, et encore peu mises en œuvre, mais permettraient une reconquête du foncier. Des solutions de phytoremédiation, donc de dépollution par des plantes accumulatrices de métaux lourds, sont étudiées sur le site de St-Laurent-le-Minier, dans le Gard.

Il ne faut pas oublier la pollution marine, la mer Méditerranée étant l'une des plus polluées au monde. La concentration de plastique y est quatre fois plus élevée que dans « l'île de plastique » du Pacifique Nord, qui s'explique par une production et une consommation excessive de produits plastiques, une mauvaise gestion des déchets ainsi que le tourisme de masse. Des fragments de plastique ont été retrouvés dans toutes les tortues marines en Méditerranée et dans 90 % des oiseaux marins dans le monde (ce taux de seulement 5 % en 1960). D'autres formes de pollutions sont également observées dans les zones portuaires, d'origine industrielle ou liées aux hydrocarbures et aux eaux de ballast des navires marchands.

Enfin, d'autres formes de pollution existent aussi comme des pollutions lumineuses par éclairage nocturne, des pollutions sonores, des pollutions visuelles (publicités inutiles), des pollutions allergènes. En Occitanie, le Parc national des Cévennes s'est particulièrement distingué sur ce point en devenant un des 13 sites mondiaux avec le label RICE récompensant la démarche collective pour un ciel étoilé.

Focus sur les fortes urbanisation et artificialisation en Occitanie

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

L'urbanisation (en tant qu'augmentation surfacique dédiée aux habitations et à leurs réseaux de dessertes) est consommatrice d'espaces aux abords des villes. Elle est associée à une pollution généralisée (sol, air, eau), à une pollution sonore et à la production d'éclairage nocturne. L'artificialisation est plus globale car elle englobe la création d'espaces commerciaux et industriels, de routes, de ZAC et d'aménagements divers ; elle est ainsi très consommatrice d'espaces naturels et créatrice de fragmentation entre les milieux naturels. Entre 1990 et 2018 en Occitanie, la surface des sols artificialisés a augmenté de 52 %, alors que celle des milieux naturels a diminué de 8 %, celle des zones humides de 3 %, et celles des forêts et des terres agricoles de chacune 2 % (figure 2.10). Cette artificialisation globale induit des îlots de chaleur et complique la gestion urbaine de l'eau (imperméabilisation, inondation, mauvais écoulements) alors que la récupération des eaux de pluies pourrait être source de résilience (voir chapitre-enjeu Milieux urbanisés et chapitre-enjeu Eau).

Le nombre d'habitants en Occitanie a augmenté de plus de 45 000 par an entre 2011 et 2017, avec deux tiers des communes régionales ayant doublé leur densité de population dans les 50 dernières années. Même si la densité de population est de 81,5 habitants/ km² en 2020, bien en deçà de la moyenne nationale (119,3 habitants/ km²), l'Occitanie est ainsi la deuxième région de France métropolitaine possédant la plus forte croissance démographique après la Corse. Il faut distinguer l'état des lieux avec une forte présence humaine sur le littoral et en région toulousaine, et l'évolution récente surtout autour de Toulouse et de Montpellier (et dans une moindre mesure autour de Perpignan et sur le littoral Gardois), donc avec de profondes disparités entre les territoires (figure 2.11). Cette artificialisation est plus importante dans les départements à faible densité de population ; ainsi la surface artificialisée (liée à l'habitat) pour chaque nouveau ménage varie de 292 m² dans l'Hérault à 3267 m² en Lozère ou 3599 m² dans le Gers. Entre 2009 et 2018, 33 millions de m² ont été artificialisés en moyenne chaque année en Occitanie, avec une forte progression sur les 2 dernières années disponibles (2016 et 2017). L'Occitanie est ainsi dans le trio de tête des régions (derrière la Nouvelle Aquitaine, et avec des valeurs similaires à Auvergne-Rhône Alpes) ayant le plus fort rythme d'artificialisation (DREAL Occitanie, 2020).

Il est clair que cette forte consommation d'espace correspond à autant de surfaces en moins pour les milieux naturels et la biodiversité mais aussi à une propagation

diffuse des impacts aux abords des villes et des zones artificialisées ainsi qu'à une réduction croissante de la surface des espaces (semi)-naturels (Vogt-Schilb et al., 2018). Toutes ces modifications perturbent considérablement la biodiversité locale, comme par exemple l'impact de l'éclairage nocturne sur les insectes nocturnes et les chiroptères, mais aussi sur la flore locale. Certaines perturbations apparaissent irréversibles ou du moins présentent des impacts à long terme, mais plusieurs de ces impacts pourraient être mieux contrôlés.

L'impact sur le littoral est particulièrement élevé, notamment en période estivale avec une activité touristique à forte présence humaine. Elle se traduit par de forts dérangements d'espèces animales, et des dégradations voire des destructions de flore et d'habitats naturels (voir chapitre-enjeu Milieux littoraux). Plusieurs espèces animales et végétales colonisent les villes, mais il s'agit surtout d'espèces très flexibles et généralistes dans leurs exigences écologiques. Par l'émergence de l'écologie urbaine, les cas d'adaptation au milieu urbain sont mieux étudiés. Ainsi, certaines plantes peuvent modifier en quelques générations leur type de graines pour s'adapter au milieu urbain (Cheptou et al., 2008), alors que certains oiseaux profitent des sources de chaleur urbaine pour mieux résister à l'hiver (Blondel, 2015).

Avec les outils de planification urbaine, les collectivités territoriales ont un rôle central à jouer dans la lutte contre la consommation et la fragmentation d'espace ; le BTP pourrait aussi favoriser les techniques permettant de rendre les constructions plus accueillantes pour la biodiversité, la création et l'intégration systématique d'îlots de fraîcheur. Le récent phénomène d'exode urbain (après les épisodes de confinement) aurait tendance à diffuser cette urbanisation dans les bourgades proches des villes. Rappelons ici le défi n°1 de la Stratégie régionale de la biodiversité : réussir le « zéro artificialisation nette » à l'échelle régionale à l'horizon 2040. Le code de l'environnement encadre également les projets d'aménagement du territoire en imposant la séquence éviter-réduire-compenser qui permet d'atténuer et de compenser les impacts sur les espèces protégées, les habitats et les fonctions écologiques. Dans ce contexte, des translocations d'espèces végétales et animales peuvent permettre de sauver certaines populations impactées (voir texte sur la centaurée de la Clape) ; d'autres translocations dites assistées permettent de sauver des populations en anticipant les menaces environnementales.

Aller plus loin :

- Stratégie régionale pour la biodiversité - [diagnostics](#).

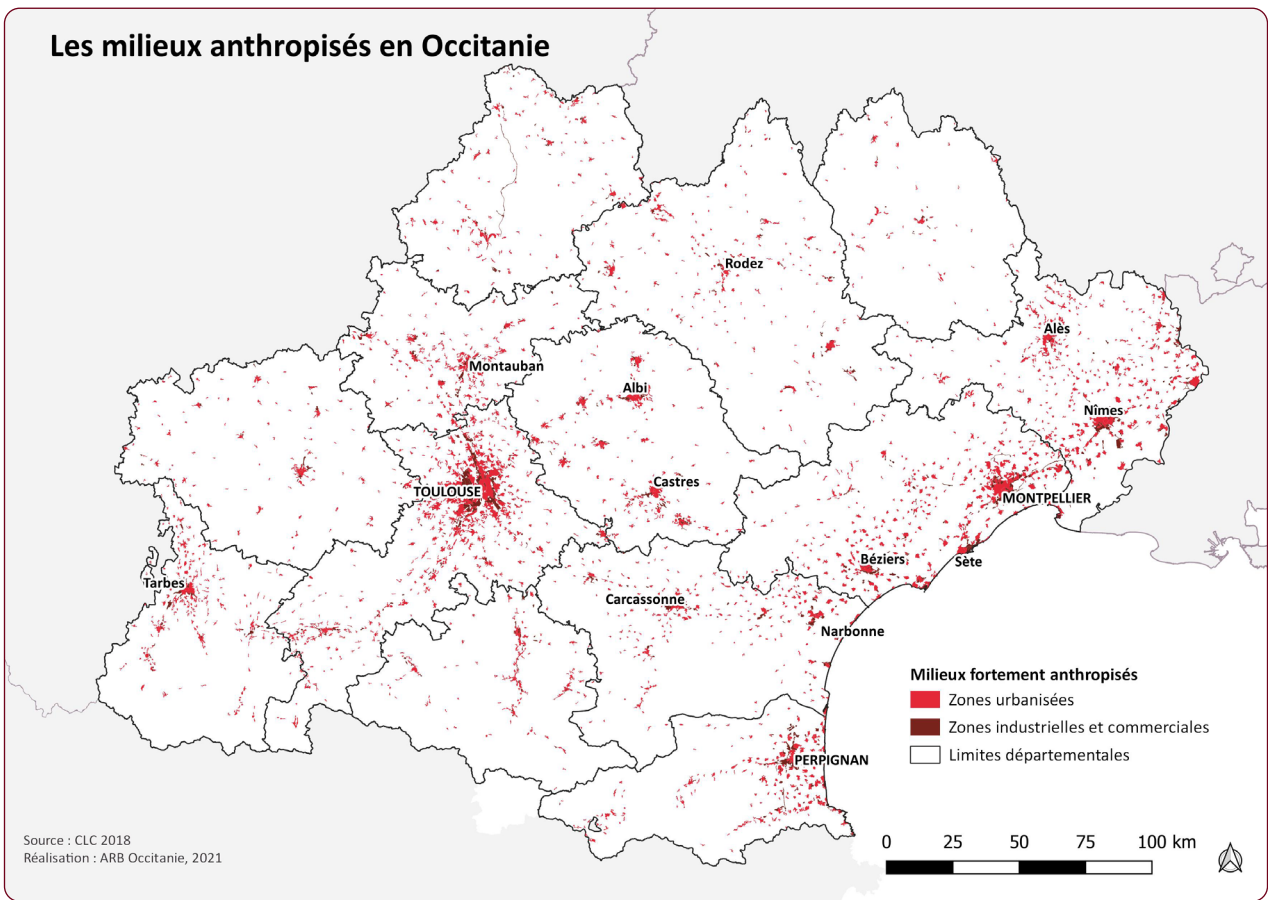


Figure 2.10. Carte de répartition en Occitanie des milieux anthropisés, distinguant les zones urbanisées et celles industrielles ou commerciales.
(Réalisation : ARB Occitanie, 2021)

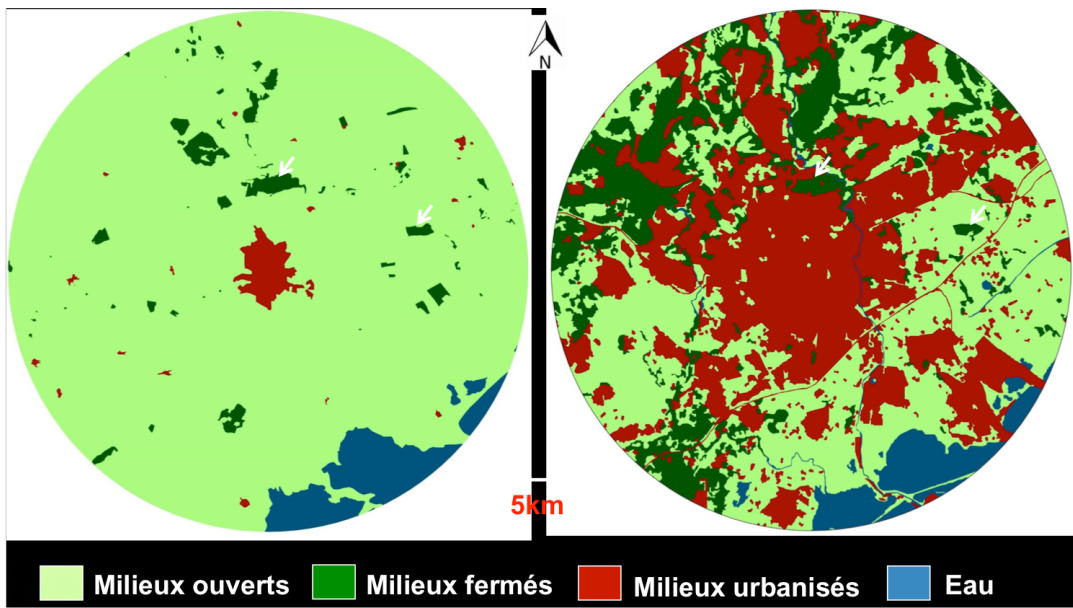


Figure 2.11. Comparaison de l'usage des sols dans Montpellier et ses environs entre le XIX^e (à gauche : 1860) et le XXI^e siècle (à droite : 2006), montrant l'expansion forte des milieux urbanisés.
(Source : Vogt-Schilb et al., 2018.)



PARTIE PISTES DE SOLUTIONS

Protection des espèces à enjeu

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

La première solution pour la conservation de la biodiversité est de protéger certaines espèces reconnues comme vulnérables, rares, menacées et/ou endémiques. Au niveau international, la convention [CITES](#) (aussi appelée « Convention de Washington »), régleme le commerce international des spécimens des espèces inscrites à ses annexes, donc les échanges d'espèces entre pays ; elle concerne plus de 3 000 espèces animales et 40 000 espèces végétales. La Convention [Ramsar](#) (UNESCO, 1970) régit la protection des espèces des zones humides ; à noter le réseau [MedWet](#) qui organise la gestion durable des zones humides dans la région méditerranéenne (27 pays) mais sans pouvoir réglementaire. Au niveau européen, certaines espèces sont protégées via notamment la convention de Bonn (1979) pour les espèces animales migratrices, et la Convention de Berne (1979) pour la vie sauvage (faune et flore) et le milieu naturel.

En France, il existe des [listes](#) d'espèces protégées au niveau national, qui concernent différents groupes taxonomiques comme les plantes vasculaires qu'il faudrait actualiser ([Schatz et al., 2014](#)) mais aussi pour les différents groupes d'espèces animales. Ainsi, il est interdit de détruire, de modifier ou de dégrader les habitats naturels de ces espèces protégées sous peine d'amende. La fonge (champignons), les plantes non vasculaires (lichen, fougère, mousses...), les invertébrés et les espèces de milieu marin restent peu concernés par ces listes nationales même si des projets d'actualisation de ces listes permettraient de les inclure prochainement. En région Occitanie, il existe aussi des [listes](#) d'espèces protégées régionales qui viennent compléter ces listes nationales. Cependant, un effort reste à accomplir pour fusionner les listes d'espèces protégées régionalement issues de l'ex-Languedoc-Roussillon et de l'ex-Midi-Pyrénées (et parfois de certaines listes de protection départementales). Cet effort d'actualisation de listes d'espèces en protection régionale est aussi l'occasion d'une actualisation nécessaire prenant en compte les évolutions récentes des effectifs des espèces.

Plusieurs espèces bénéficient d'un plan de conservation comme le bouquetin ibérique et plus fréquemment d'un plan national d'actions (PNA) ayant des objectifs de connaissance, de conservation et de sensibilisation. C'est le cas de certaines espèces uniquement présentes en Occitanie comme les trois lézards pyrénéens (de Bonnal, du Val d'Aran et d'Aurélios), l'ours brun, l'aster des Pyrénées et le desman des Pyrénées (présent aussi en Nouvelle Aquitaine), mais ces PNA concernent également plusieurs autres espèces ou groupes d'espèces présentes dans d'autres régions. Plusieurs PNA sont gérés par la DREAL Occitanie qui coordonne l'action na-

tionale (aigle de Bonelli, aster des Pyrénées, bouquetin ibérique, desman des Pyrénées, emyde lépreuse, faucon crécerellette, grand tétras des Pyrénées, lézards des Pyrénées, ours brun et vautour moine). Ces PNA se déclinent souvent en PRA, c'est-à-dire en plans régionaux d'actions pour mieux adapter ces actions aux particularités régionales ; c'est le cas pour les chauves-souris, les pollinisateurs, les odonates et les papillons de jour.

Il existe les listes rouges d'espèces qui sont établies selon une méthode standardisée par l'UICN, ces listes se déclinent aux échelles mondiales, européennes, méditerranéennes, nationales et régionales. Elles ont le double objectif d'identifier les espèces en données insuffisantes ayant un besoin de connaissance naturaliste et scientifique et d'identifier les espèces menacées (somme des espèces catégorisées en danger critique d'extinction (CR) plus celles en danger (EN) plus celles vulnérables (VU)). Attention, ces listes rouges ne sont pas des listes d'espèces protégées et n'ont donc pas de pouvoir réglementaire ; elles sont plutôt un outil de communication efficace pour identifier les espèces menacées (et celles en besoin de connaissance) mais aussi pour définir les menaces pesant sur ces espèces et les pistes de solutions pour améliorer leur conservation. Elles permettent aussi d'établir des cartes localisant la présence cumulée des espèces menacées (voir ci-après les exemples pour l'Occitanie).

Pour l'ensemble de ces espèces protégées, il est crucial de documenter et d'actualiser régulièrement les évolutions récentes d'effectifs et de distribution en intégrant la migration attendue des espèces vers le nord ou en altitude. Ainsi, les collectivités en charge de ces protections devront acter ces changements prévus voire les anticiper. Dans ce contexte, l'Occitanie devrait fusionner rapidement les listes d'espèces en protection régionale des deux régions dont elle est issue mais aussi mettre en place une actualisation des listes d'espèces protégées et celles à enjeu, et des sites de suivis à long terme.

Aller plus loin :

- [Liste](#) rouge des Lépidoptères Rhopalocères (Papillons diurnes) & Zygènes d'Occitanie – 2019.
- [Carte](#) du nombre d'espèces menacées des Lépidoptères Rhopalocères (Papillons diurnes) & Zygènes d'Occitanie classées CR, EN, VU et NT par mailles 5x5 km en Occitanie. Données issues des bases des différents partenaires du projet sur la période récente (2008-2018).
- [Liste](#) rouge des Odonates (libellules) d'Occitanie.
- [Carte](#) du nombre d'espèces menacées des Odonates (libellules) d'Occitanie classées CR, EN, VU et NT par mailles 5x5 km en Occitanie – Données issues des bases des différents partenaires du projet sur la période 2007-2017.

Protection des espaces naturels

Bertrand SCHATZ (CNRS - CEFE)

L'autre solution pour la conservation de la biodiversité est de protéger les espaces où elle se trouve. Dans cet objectif, l'Occitanie s'est dotée de plusieurs niveaux de protection correspondant à trois dispositifs nationaux. Le premier regroupe les protections réglementaires qui comprend les [parcs nationaux](#) fédérés par l'OFB, avec en région le Parc national des Cévennes et le Parc national des Pyrénées (5 % du territoire régional), qui ont chacun une zone cœur de protection maximale et une zone d'adhésion où les communes volontaires s'engagent dans une politique de développement durable, en appui à la protection de la zone cœur. L'Occitanie comprend également 17 [réserves naturelles](#) nationales (20 187 ha, soit 0,28 % du territoire) et 13 réserves régionales (11 547 ha, soit 0,15 % du territoire), auxquelles s'ajoutent les 21 réserves biologiques (dirigées ou intégrales) domaniales portées par l'ONF (5056 ha), les réserves nationales de chasse et de faune sauvage et la réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls (650 ha), première réserve marine française, entre Banyuls-sur-Mer et Cerbère dans les Pyrénées-Orientales. Il existe aussi différents dispositifs sur des secteurs de taille plus modeste comme les APPB (Arrêté préfectoral de protection de biotope ou de géotope), les sites classés et les sites inscrits, les opérations Grands Sites et les Grands Sites de France (40 en Occitanie), avec en plus 88 sites UNESCO et plusieurs zones humides réglementées.

Le deuxième groupe correspond à la protection contractuelle des espaces naturels. Il s'agit tout d'abord des 7 parcs naturels régionaux ([PNR](#)) d'Occitanie qui couvrent 22,74 % du territoire (16 537 km²) (sans compter le projet de PNR Comminges-Barousse-Pyrénées) : le PNR des Causses du Quercy, le PNR des Pyrénées Ariégeoises, le PNR des Pyrénées Catalanes, le PNR de la Narbonnaise, le PNR du Haut-Languedoc, le PNR des Grands Causses et les récents PNR d'Aubrac et PNR Corbières-Fenouillèdes. A noter la remarquable continuité écologique de protection, unique en France, des PNR d'Aubrac, des Grands Causses et Haut-Languedoc et du PN Cévennes. Ces PNR se forment autour d'identités territoriales et d'espèces emblématiques et assurent un objectif de développement durable d'activités humaines compatibles avec la biodiversité dans des territoires en grande partie ruraux. Très similaire dans son fonctionnement, le parc naturel marin du Golfe du Lion s'étend sur 4000 km² et regroupe 12 communes littorales du Roussillon et du Languedoc. De leur côté, les zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF de type 1 ou 2 ou en milieu marin) ont pour objectif d'identifier et de porter à connaissance les secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. La région Occitanie compte 1819 ZNIEFF terrestres de type 1, 255 ZNIEFF terrestres de type 2 et 8 ZNIEFF marines.

Les périmètres des ZNIEFF terrestres couvrent 32 500 km² environ (44 % du territoire mais qui peuvent se superposer à d'autres protections d'espaces). Il existe enfin 264 sites Natura 2000 (répartis sur les quatre zones biogéographiques distinctes) couvrant 29 % de l'Occitanie ; ils incluent 215 espèces d'intérêt communautaire, mais aussi des zones de protection spéciale (ZPS), ciblant la conservation d'oiseaux sauvages et des zones spéciales de conservation (ZSC) ciblant celle d'autres espèces et d'habitats.

Le troisième groupe comprend les protections par maîtrise foncière. Il concerne le [Conservatoire du littoral](#) et des rivages lacustres qui était propriétaire de 14 400 ha en Occitanie (fin 2017), soit 25 % du linéaire côtier et lagunaire de la zone méditerranéenne. Il a des missions de préservation de la biodiversité, de maintien des activités traditionnelles, de gestion des flux touristiques et de limitation de l'urbanisation littorale. Le conservatoire d'espaces naturels (CEN) d'Occitanie a un statut associatif, intégré au [réseau](#) national qui agit en faveur de la biodiversité par le biais d'acquisition des terres sur lesquelles sont établies des conventions de gestion valorisant cinq axes complémentaires : connaître, protéger, gérer, valoriser et accompagner. Le CEN d'Occitanie gère actuellement plus de 30 000 ha sur plus d'une centaine de sites, avec près de 1000 ha en propriété/emphytéose. Une autre protection de ce type correspond aux Espaces Naturels Sensibles (ENS), acquis régulièrement par chaque département et dotés de conventions de gestion. A noter ici l'émergence des ORE (Obligations Réelles Environnementales) permettant la création de servitudes environnementales (pour la protection et suivi d'espèces ou d'habitats) par acte notarié en évitant l'expropriation.

Au final, la distinction des quatre grands ensembles régionaux montre que les outils et dispositifs de protection des espaces naturels sont très présents au sud dans l'ensemble des Pyrénées et au nord dans le Massif central alors qu'à l'est le littoral ne comporte qu'un seul PNR, et qu'à l'ouest en Midi-Pyrénées aucune protection majeure n'existe. Cette situation déséquilibrée reflète la répartition des zones de réservoir de biodiversité et celles des zones agricoles ; elle permet cependant de couvrir les zones réservoirs de biodiversité définies dans le SRCE et la grande majorité des espèces à enjeux, avec globalement une proportion importante de la superficie de l'Occitanie concernée par une zone de protection des espaces naturels.

Aller plus loin :

- Cartes 35 à 37 de la cartothèque de la démarche H2O 2030, [en ligne](#).

Les Solutions fondées sur la Nature (SfN) : une diversité d'options pour l'adaptation au changement climatique

Morgane VILLETARD (ARB Occitanie)

Les Solutions fondées sur la Nature (SfN) désignent « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité » (définition de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature - UICN, **figure 2.12**). Certaines d'entre-elles permettent de **répondre plus spécifiquement au défi de l'adaptation au changement climatique** ; elles sont nommées les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN).

Les trois types d'actions relevant des SfN, au regard de la définition de l'UICN, s'appuient donc sur les écosystèmes naturels qui, lorsqu'ils sont sains, résilients, fonctionnels et diversifiés, délivrent des services écosystémiques favorables à l'adaptation au changement climatique de nos territoires. Ces actions sont plus précisément :

- La préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique (p. ex. : préservation de zones humides pour, entre autres, lutter contre les inondations et garantir un meilleur accès à l'eau) ;
- L'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines (p. ex. : végétalisation des rangs ou inter-rangs des vignes pour, entre autres, maintenir l'humidité du sol, diminuer les pertes d'éléments minéraux, limiter le ruissellement ou encore abriter des auxiliaires de culture) ;
- La restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes (p. ex. : la restauration d'herbiers de posidonies pour, entre autres, amortir la force des houles et ainsi protéger les plages de l'érosion).

C'est en 2009 que le concept de Solutions fondées sur la Nature a émergé, sous l'impulsion de l'UICN, lors de la conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) à Copenhague. Ce concept a été développé notamment dans l'objectif de regrouper sous la même bannière une multitude d'actions liées à des concepts très proches : l'ingénierie écologique, la restauration écologique, les infrastructures vertes, la gestion intégrée, etc. Ainsi, nombre de SfN font référence à des pratiques qui existent déjà ; certaines depuis longtemps (p. ex. : gestion souple des dunes littorales).

L'intérêt des SfN réside donc moins dans la proposition de pratiques nouvelles que dans la mise en visibilité et la mise en valeur de pratiques existantes aux multiples bénéfices (encore trop peu connus), pour

faire contrepoids au recours dominant aux pratiques d'ingénierie classiques. L'objectif est donc d'inverser le schéma actuel pour considérer les SfN non plus comme des alternatives mais comme la première option à considérer.

Parmi leurs multiples bénéfices, les SfN présentent l'intérêt de concourir aussi bien aux enjeux relatifs à l'adaptation au changement climatique qu'à ceux relatifs à la préservation, protection et restauration de la biodiversité tout en apportant également de nombreux co-bénéfices sociaux et économiques (maintien des paysages, amélioration du cadre de vie et de la santé humaine, création d'activités de loisir et de tourisme, maintien des activités économiques liées à l'agriculture, la pêche ou la sylviculture...). De plus, ces solutions représentent une alternative efficace, économiquement viable et durable, souvent moins coûteuse à long terme que des investissements technologiques ou la construction et l'entretien d'infrastructures grises. Par leur flexibilité, réversibilité et adaptabilité elles permettent d'éviter les impacts sur les milieux naturels et ainsi d'évoluer pour s'adapter aux incertitudes climatiques et au contexte local.

Ainsi, par leurs nombreux bénéfices, ces solutions font l'objet d'une attention croissante de nombreux acteurs tels que l'État, les scientifiques, les collectivités territoriales, les entreprises, les ONG et associations, etc. Preuve en est avec le projet Life intégré ARTISAN (Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'Incitation aux Solutions d'Adaptation fondées sur la Nature), piloté par l'Office Français de la Biodiversité et s'appuyant sur 27 bénéficiaires associés, dont l'objectif est de créer en huit ans (2019-2027) les conditions d'une généralisation du recours aux SafN à l'échelle de la France. Pour ce faire le projet se déploie sur trois échelles : nationale, régionale et locale.

En Occitanie, c'est l'Agence Régionale de la Biodiversité Occitanie qui anime le déploiement régional du projet ARTISAN avec l'arrivée d'une animatrice régionale en septembre 2020 et l'appui de l'Office Français de la Biodiversité et de la Région. L'Occitanie accueille également un des 10 sites pilotes du projet ARTISAN : le Parc Naturel Régional des Pyrénées-Ariégeoises. Celui-ci travaille spécifiquement sur l'intérêt des SafN pour l'adaptation des forêts de son territoire au changement climatique ; forêts qui constituent plus de 55 % du PNR.

Aller plus loin :

- [Standard](#) mondial de l'UICN pour les Solutions fondées sur la Nature, publié en juin 2020.
- [Site](#) du projet Life intégré ARTISAN.



Figure 2.12. Les SfN, un concept englobant diverses approches fondées sur les écosystèmes.
(Source : UICN France, 2018)

LES ACTEURS D'OCCITANIE SE MOBILISENT

Des exemples de coopération climatique pour compenser les émissions de GES et s'adapter au changement climatique - région

Climat Local - *En savoir plus*

Climat Local propose aux entreprises de compenser leurs émissions de gaz à effet de serre en finançant des projets locaux qui contribuent à l'atténuation et à l'adaptation des territoires au changement climatique. Elle intervient dans toute la France, là où les entreprises souhaitent aider un projet et propose également aux salariés des entreprises de participer à la plantation de haies champêtres avec les propriétaires : c'est la coopération climatique.

L'originalité de Climat Local résulte dans sa capacité à identifier des projets qui correspondent aux attentes des entreprises : aider un maraîcher bio, une commune, un éleveur... Chaque projet est unique et contribue à la transition écologique et énergétique des territoires. En deux ans, Climat Local a financé avec 11 entreprises d'Occitanie la plantation de 9500 arbres et arbustes sur le territoire régional, ce qui renforce la résilience des activités économiques face au changement climatique. Aujourd'hui, Climat Local déploie des plateformes de contribution Carbone à l'échelle des collectivités locales pour rapprocher financeurs et porteurs de projets, telle que la [plateforme](#) de contribution Carbone du Grand Albigeois.



Crédit photo : J. Lavaud / Climat Local



Étudier la biodiversité en Occitanie

Philippe JARNE (CNRS - CEFE), Gaëlle MATHIEU-ERNANDE (UM - Biodiv'Oc)

Les changements globaux, résultat des activités humaines, affectent l'ensemble des composantes de la biodiversité et de l'environnement, et constituent un défi majeur pour nos sociétés. Tous les espaces sont concernés, en particulier les plus riches en biodiversité. L'Occitanie, qui relève pour partie d'un des 34 points chauds de biodiversité à l'échelle mondiale, en ressent de nombreuses conséquences. Au-delà d'un réchauffement climatique, les aspects les plus marquants de ces changements à l'échelle régionale sont l'altération de la biodiversité par la modification de l'usage des milieux (continentaux et marins), le morcellement et l'artificialisation des espaces, la fragmentation et la perte afférentes d'habitats, l'arrivée d'espèces exotiques, l'émergence ou la réémergence de maladies, ou encore l'érosion de la biodiversité.

Anticiper les réponses de la biodiversité aux changements planétaires et mitiger leurs effets à l'échelle régionale est donc une problématique centrale en Occitanie si on veut maintenir attractivité et qualité de vie. Elle nécessite une « écologisation » des fonctionnements individuels et collectifs, s'appuyant sur des approches scientifiques éprouvées, pour traiter ces problèmes urgents, proposer des solutions de gestion et contribuer à la transition vers une société plus respectueuse de l'environnement.

La communauté de recherche en écologie environnementale d'Occitanie apporte des réponses par des approches d'écologie et évolution au sens large. Première communauté nationale, forte de près de 2 500 personnels de recherche, elle dispose d'une reconnaissance et attractivité internationale exceptionnelles pour ses travaux fondamentaux et appliqués (voir p. ex. le classement de Shanghai des universités dans le domaine de l'écologie). Cette communauté couvre des champs thématiques larges, du gène à l'écosystème, du virus à l'éléphant sur l'ensemble des zones géographiques planétaires incluant une implantation forte en milieux tropicaux et méditerranéens.

Elle développe une palette d'approches, incluant l'expérimentation, l'observation, la modélisation et la synthèse de données, dispose d'infrastructures technologiques de haut niveau et développe des approches interdisciplinaires, en particulier avec les sciences agronomiques, de l'univers ou les sciences humaines et sociales. Enfin, elle inscrit ses travaux dans un riche partenariat, public et privé, pour relever les défis posés par les changements globaux et proposer des solutions pour le futur (voir le [rapport](#) du Comité Consultatif Régional pour la Recherche et le Développement Technologique Occitanie de 2020).

Ces recherches en écologie environnementale s'appuient, à l'échelle régionale, sur une série d'outils et d'infrastructures (voir [figure 2.13](#)) gérés et largement mutualisés entre acteurs de la recherche (organismes de recherche et établissements d'enseignement supérieur), mais aussi avec les partenaires socio-économiques. Ces dispositifs sont fortement intégrés dans des réseaux de recherche, du local (p. ex., réseau des serres expérimentales de Montpellier, [Resem](#)) au national et à l'international ([réseau ANAEE Europe](#)). Ils incluent (de façon non-exhaustive) :

- programmes et réseaux structurants incluant de nombreuses unités / équipes de recherche : ils sont centrés sur des thématiques plus ou moins spécifiques et permettent de mener des observations / expérimentations sur le moyen ou long terme et interdisciplinaires. Ainsi, l'Occitanie héberge deux défis-clés (BiodivOc et RIVOC), quatre laboratoires d'excellence (Labex CEBA, Cemeb, CORAIL et TULIP), deux observatoires des sciences de l'univers (OSU Oreme et OMP), un observatoire homme-milieu (Haut Vicdessos en Ariège), la zone-atelier [Pyrénées Garonne](#) ou le réseau Microbiologie en Occitanie ;
- infrastructures de recherche : il s'agit de moyens expérimentaux lourds, collectifs et mutualisés incluant des bâtiments dédiés et des surfaces de travail conséquentes (p. ex., 4 ha de terrains expérimentaux CNRS gérés par l'UMR Cefe à Montpellier et 50 ha par l'UMR SETE à Moulis). Viennent s'ajouter l'[Ecotron](#) (Montpellier) et les stations de Banyuls et de Mooréa ([SEE Corail](#)) ;
- les plates-formes techniques : elles sont intégrées aux infrastructures de recherche ou à des unités de recherche. Parmi celles-ci, citons notamment pour Montpellier le site instrumenté de la forêt de [Puéchabon](#) (Hérault, étude de l'impact du changement climatique sur les forêts), le [vectopole](#) (étude des arthropodes vecteurs de maladies), les plates-formes d'analyse génomique, d'écologie chimique, et d'études du milieu marin ([Medimer](#) et Celimer). En région toulousaine, on retiendra les metatron et aquatron de Moulis et les plateformes de phénotypage (TPMP, Heliaphen, Agrophen). Enfin pour Perpignan / Banyuls, notons une plate-forme d'épigénétique et les [installations expérimentales](#) pour l'étude des écosystèmes marins et les plateaux d'analyses moléculaires de [Bio2Mar](#).

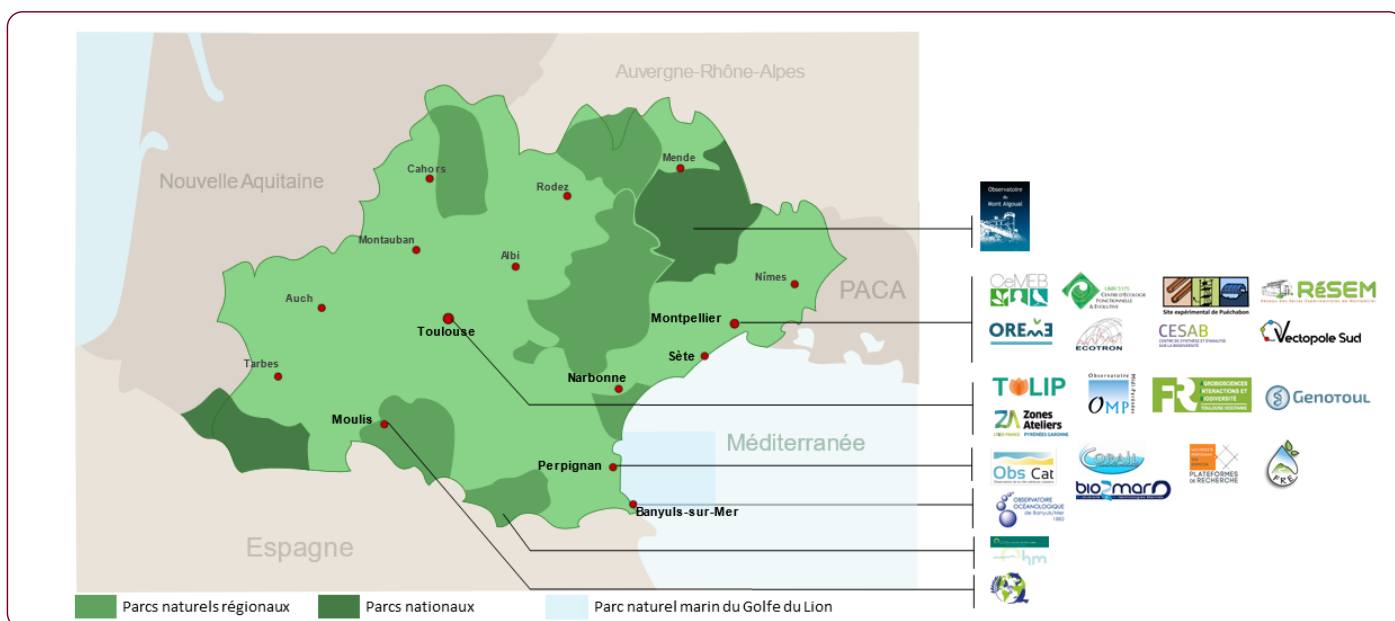


Figure 2.13. Les infrastructures de recherche et outils collectifs en écologie environnementale en Occitanie. (Source : BiodivOc, pour le CROCC_2021)

Encadré 2.A. Le défi clé BiodivOc

Un nouvel outil de la communauté scientifique en Occitanie pour l'étude de la biodiversité est le défi clé [BiodivOc](#), financé par la Région Occitanie (2 M€ pour la période 2021-2024). Il vise à renforcer l'excellence scientifique et à stimuler les synergies pour accompagner les changements qui s'imposent. Porté par l'Université de Montpellier, BiodivOc vise à développer des recherches fondamentales en écologie et évolution autour du thème général « Dynamique, résilience et gestion de la biodiversité et d'écosystèmes soumis à des pressions environnementales d'origine humaine ». Il s'agit de comprendre la dynamique et l'adaptation de la biodiversité dans des environnements changeants en prenant pleinement en compte les interactions Homme-Nature pour « prévenir, réduire et s'adapter ». Cela amène des thématiques émergentes autour par exemple de la base (épi)génomique de l'adaptation, des interactions entre espèces (incluant pathogènes et microbiote), de la réponse aux polluants, des espèces sensibles ou invasives et des milieux d'interface. Elles sont abordées par des approches intégratives et interdisciplinaires pour la scénarisation et la projection de futurs possibles, mais aussi pour proposer des solutions aux changements globaux en formant les gestionnaires de demain.



Pour atteindre ces objectifs, BiodivOc mobilise la majeure partie de ses ressources pour soutenir des projets de recherche régionaux ambitieux et collaboratifs, répondant aux problématiques spécifiques du territoire occitan. Par ses actions d'animation, BiodivOc vise également à créer des synergies entre les acteurs de la recherche et les partenaires gestionnaires de la biodiversité, développer les formations et des outils de gestion et donner aux problématiques de la biodiversité une plus grande visibilité pour accompagner les politiques publiques et participer à la dissémination des savoirs vers tous les publics.

Contacts :

Directeur BiodivOc : Philippe JARNE (CNRS - CEFE)

Cheffe de projet : Gaëlle MATHIEU-ERNANDE (UM - BiodivOc)