

L'INTÉGRATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LES PROCESSUS
DÉCISIONNELS DE HIÉRARCHISATION DES ACTIONS VISANT LE MAINTIEN DE LA
BIODIVERSITÉ ET DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES DANS LE DÉPARTEMENT DE
L'HÉRAULT

Par

Solène Berton

Essai présenté au Centre universitaire de formation
en environnement et développement durable de l'Université de Sherbrooke en vue
de l'obtention du double-diplôme de maîtrise en environnement et de master en gestion de
l'environnement, de la biodiversité et des territoires

Sous la direction de Monsieur John.D Thompson

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

MASTER EN GESTION DE L'ENVIRONNEMENT,
DE LA BIODIVERSITÉ ET DES TERRITOIRES
UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER II

Juin 2014

SOMMAIRE

Mots clés : Changements climatiques, biodiversité, déplacements des espèces, continuités écologiques, état de conservation, Conseil général de l'Hérault.

En ce début du 20^e siècle, certaines conséquences des changements climatiques se profilent, tandis que d'autres sont déjà avérées. Parmi ces dernières, l'adaptation aux changements climatiques des espèces animales et leurs déplacements posent un certain nombre de questions. Ainsi, l'objectif principal de cet essai est de proposer des actions destinées à des plans de gestion, pour le maintien ou la restauration des continuités écologiques identifiées comme éléments clés dans la réponse des espèces aux changements climatiques. La priorité se trouve non seulement dans l'identification des transitions écologiques à l'échelle du territoire, mais aussi dans la conservation d'une qualité d'habitats qui permettent la persistance et le déplacement des espèces. Le contexte de cet essai est le département de l'Hérault en France méditerranéenne.

Les modifications observables ou attendues de la biodiversité en fonction des changements climatiques de la région méditerranéenne française sont mises en avant dans la revue de littérature. Le but est de percevoir quelles sont les espèces les plus vulnérables aux changements, quelles peuvent être leurs réponses et comment les continuités écologiques peuvent leur apporter une aide.

Afin de localiser stratégiquement les priorités en termes d'actions, les espaces de transition écologique du département de l'Hérault sont identifiés. Les continuités écologiques tracées dans le département représentent alors une aide clé dans cette identification.

Parallèlement, certaines propriétés départementales (où le Conseil général de l'Hérault possède le pouvoir d'intervenir) représentent une aide précieuse à la mise en place d'actions, notamment celles concernant la sensibilisation. En effet, certaines se situent dans un contexte très stratégique pour l'action.

Finalement, les actions identifiées dans les transitions écologiques seront classées selon leurs possibilités d'intégration aux plans de gestion existants. En effet, au regard des actions déjà mises en place ou recommandées, il est préférable de ne pas alourdir le travail des gestionnaires. Tout au long de cette étude, l'expertise des acteurs locaux sera privilégiée.

REMERCIEMENTS

Je tiens particulièrement à remercier Monsieur John Thompson, directeur de cet essai-intervention. Son expérience, ses nombreuses connaissances et ses conseils avisés m'ont véritablement guidée dans l'élaboration de ce travail.

Cet essai est également le fruit d'une étroite collaboration avec le Conseil général de l'Hérault. C'est pourquoi je remercie Aline Baudouin et Yann Morvan, du service biodiversité et espaces naturels, pour leur disponibilité et pour les orientations conseillées.

Cet essai est construit sur le principe que les acteurs locaux sont des entités clés dans l'élaboration d'une stratégie environnementale durable. Ainsi, je tiens à remercier les nombreuses personnes qui ont collaboré de près ou de loin à ce travail. Tous les citer serait trop long, néanmoins je tiens particulièrement à remercier Monsieur Marc Cheylan pour le partage de ses connaissances en herpétofaune et Aurélien Letourneau pour son aide précieuse en analyse cartographique.

Finalement, je remercie personnellement et amicalement mes collègues et amis du Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, pour leur gentillesse et leur écoute.

Plus personnellement, je remercie ma famille et Étienne Choisy pour leurs nombreux encouragements.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1 MISE EN CONTEXTE.....	4
1.1 Les changements climatiques et la biodiversité dans le contexte mondial.....	4
1.2 Les changements climatiques et la biodiversité dans le contexte français.....	5
1.3 Le contexte régional et départemental du Languedoc-Roussillon et de l’Hérault	7
2 PRÉSENTATION DES CONCEPTS UTILISÉS DANS L’ESSAI	10
2.1 Les principes éthiques et scientifiques.....	10
2.2 Les mesures de protection de la biodiversité.....	11
3 MÉTHODOLOGIE DE L’ESSAI.....	13
4 REVUE DE LITTÉRATURE	15
4.1 Le climat méditerranéen.....	15
4.1.1 La formation du climat méditerranéen et l’influence sur la végétation	16
4.1.2 L’évolution de ces dernières décennies.....	17
4.1.3 Les prévisions selon différents scénarii	21
4.2 La biodiversité en région méditerranéenne	22
4.2.1 L’agriculture, son évolution et l’impact sur la biodiversité	23
4.2.2 L’urbanisation, son évolution et l’impact sur la biodiversité.....	25
4.2.3 Le diagnostic des espèces méditerranéennes	26
4.3 Les changements observables de la biodiversité.....	27
4.3.1 Les changements climatiques et la forêt méditerranéenne.....	27
4.3.2 Le rôle des changements climatiques sur l’agriculture et les conséquences pour les écosystèmes.....	30
4.3.3 Les réponses des espèces aux changements climatiques	32
4.4 Les continuités écologiques : conservation de la biodiversité et changements climatiques.....	34
4.4.1 Le processus de fragmentation et les changements climatiques	34
4.4.2 La connectivité écologique : bases et critiques scientifiques.....	36
4.4.3 Les aires protégées et les changements climatiques.....	37
4.4.4 Les réseaux écologiques et les changements climatiques	39

5	REGARDS CROISÉS DES EXPERTS	42
5.1	Le secteur viticole	43
5.2	La forêt méditerranéenne	44
5.3	Le pastoralisme	46
5.4	Les systèmes littoraux	47
5.5	Pour aller plus loin	48
5.5.1	La perception et l'appropriation des changements climatiques.....	48
5.5.2	Les solutions d'adaptation et d'anticipation aux changements climatiques.....	49
6	ESPACES PRIORITAIRES DE TRANSITION ÉCOLOGIQUE.....	51
6.1	L'identification de la matrice paysagère agricole	51
6.2	Les espèces inféodées aux paysages agricoles héraultais.....	53
6.3	Les politiques environnementales et les mesures de protection.....	54
6.4	Le gradient climatique de l'Hérault et son évolution	55
6.5	La qualité des transitions écologiques : un critère d'importance dans le contexte des changements climatiques	61
7	EXPERTISE LOCALE : UN ATOUT DANS L'IDENTIFICATION DES ACTIONS	66
7.1	La connaissance approfondie de l'herpétofaune locale.....	66
7.2	Les menaces qui pèsent sur l'herpétofaune locale	67
7.2.1	Les effets directs des changements climatiques sur l'herpétofaune.....	67
7.2.2	Les effets indirects des changements climatiques sur l'herpétofaune.....	68
8	RECOMMANDATIONS DE GESTION	71
8.1	Les plans de gestion et le programme AgriBiodivEau.....	71
8.2	Les actions.....	72
8.2.1	Dans le paysage agro-pastoral.....	72
8.2.2	Dans le paysage viticole.....	75
9	DISCUSSION	79
	CONCLUSION	80
	LISTE DE RÉFÉRENCES.....	82
	BIBLIOGRAPHIE	101
	ANNEXE 1 - ANALYSE GÉOGRAPHIQUE ET TEMPORELLE DE L'HÉRAULT SELON LES ÉTÉS 2003, 2006 ET 2009	106
	ANNEXE 2 - RELEVÉS MÉTÉOROLOGIQUES DE SAINT-MARTIN-DE-LONDRES	107

ANNEXE 3 - DESCRIPTION DES RHOPALOCÈRES AFFECTÉS PAR LA REFORESTATION	109
ANNEXE 4 - UNE ESPÈCE EMBLÉMATIQUE ET MENACÉE: LE LÉZARD OCELLÉ	110
ANNEXE 5 - SCHÉMA DE BASE DU RÉSEAU ÉCOLOGIQUE	112
ANNEXE 6 - SCHÉMA DU RÉSEAU ÉCOLOGIQUE SELON ECONAT BUREAU D'ÉTUDE	113
ANNEXE 7 - IGP DU LANGUEDOC-ROUSSILLON	114
ANNEXE 8 - CARTE DE L'ALTITUDE EN HÉRAULT	115
ANNEXE 9 - CARTE DE RÉPARTITION DU LÉZARD OCELLÉ INFÉODÉ AUX CULTURES PÉRENNES	116
ANNEXE 10 - CARTE DE RÉPARTITION DES ESPÈCES INFÉODÉES AUX MILIEUX OUVERTS ET AGRO-PASTORAUX	117
ANNEXE 11- CARTE DE RÉPARTITION DES ESPÈCES ASSOCIÉES AUX MILIEUX SEMI-OUVERTS ET AGRO-PASTORAUX	118
ANNEXE 12 - CARTES DES MESURES DE PROTECTION DES ESPACES NATURELS EN HÉRAULT	119
ANNEXE 13 - CHAMPS D'INTERVENTION DU CG34 EN MATIÈRE DE PROTECTION...	120
ANNEXE 14 - COMPOSITION DE CHAQUE SOUS-TRAME PAR CLASSE D'OCCUPATION DU SOL	121
ANNEXE 15 - BIOLOGIE DES AMPHIBIENS À CYCLE LONG DE L'HÉRAULT	122
ANNEXE 16 - PLANS DE GESTION PRÉLIMINAIRES À DESTINATION DES DÉCIDEURS DU CG34	123
ANNEXE 17 - CARTE DES MARES RÉPERTORIÉES DANS LE PAYSAGE AGRO- PASTORAL	127

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 3.1	Le cadre méthodologique de l’essai – Schéma conceptuel	13
Figure 4.1	Carte de répartition des canicules des années 2000 en Hérault	19
Figure 4.2	Carte des diminutions des précipitations entre 1980 et 2010 en Hérault.....	19
Figure 4.3	Représentation d’un réseau écologique	39
Figure 6.1	Carte du paysage viticole héraultais	52
Figure 6.2	Carte du paysage agro-pastoral des garrigues, des causses et de leurs gorges	53
Figure 6.3	Carte des cumuls de pluies annuels et des variantes de températures de l’Hérault	56
Figure 6.4	Carte des zones viticoles les plus impactées par les changements climatiques.....	57
Figure 6.5	Carte des zones d’agro-pastoralisme en garrigues et en causses sur le gradient climatique	58
Figure 6.6	Carte des propriétés départementales de l’Hérault liées au pastoralisme selon le gradient climatique	58
Figure 6.7	Carte des continuités écologiques des milieux semis-ouverts et leurs menaces climatiques.....	59
Figure 6.8	Carte des continuités écologiques des milieux ouverts et leurs menaces climatiques..	59
Figure 6.9	Carte des continuités écologiques de la sous-trame des cultures pérennes selon les menaces climatiques	60
Figure 6.10	Carte des menaces climatiques dans le paysage viticole héraultais.....	60
Figure 6.11	Carte des enjeux du paysage agro-pastoral en milieux semi-ouverts	62
Figure 6.12	Carte des enjeux du paysage agro-pastoral en milieux ouverts	62
Figure 6.13	Carte des enjeux du paysage viticole.....	63
Figure 6.14	Carte des localités de forte importance écologique, mais menacées par les changements climatiques et l’empreinte humaine.....	63
Figure 7.1	Modèle conceptuel représentant la synergie des changements climatiques et des facteurs externes exercée sur le maintien du développement larvaire des amphibiens à cycle long.....	69
Figure 7.2	Modèle conceptuel représentant la synergie des changements climatiques et des facteurs externes exercée sur le maintien des espèces de reptiles liées au paysage viticole et agro-pastoral de garrigues.....	70
Tableau 4.1	Températures et précipitations projetées pour la région méditerranéenne	22
Tableau 5.1	Répertoire des professionnels	42
Tableau 6.1	Espèces vulnérables aux changements climatiques et leurs milieux	55
Tableau 6.2	Typologie d’enjeux pour l’identification des espaces importants de préservation de la biodiversité et des continuités écologiques.....	62
Tableau 7.1	Détermination des objectifs de gestion.....	66

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ACH34	Association climatique de l'Hérault
AGIR	Aider, Gérer, Informer, Renforcer la recherche en faveur de la biodiversité
AP	Aire protégée
APB	Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDB	Convention sur la diversité biologique
CEFE	Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive
CEN-LR	Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon
CG34	Conseil général du département de l'Hérault
CO ₂	Dioxyde de carbone
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ENS	Espace Naturel Sensible
ET	Évapotranspiration
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IGP	Indication Géographique Protégée
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
LACCAVE	<i>Long term impacts and Adaptation to Climate ChAnge in Viticulture and Enology</i>
Ma	Millions d'années
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
MNHN	Muséum national d'Histoire naturelle
N2000	Zone Natura 2000

ONCFS	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
ONF	Office National des Forêts
Opie	Office pour les insectes et leur environnement
PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PAD	Prime à l'abandon définitif des vignes
PAEN	Périmètre de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains
PCET	Plan Climat-Énergie Territorial
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PNR	Parc Naturel Régional
ppm	Partie par million
RBI ou RBD	Réserve Biologique Intégrale ou Dirigée
RNN	Réserve Naturelle Nationale
RNR	Réserve Naturelle Régionale
SAU	Surface Agricole Utile
SRCAE	Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique
TVB	Trame verte et bleue
UICN	Union Internationale de Conservation de la Nature

LEXIQUE

Biodiversité	Contraction des termes diversité et biologique, elle désigne toutes formes de vie sur Terre et les caractéristiques naturelles qu'elle représente (Convention sur la diversité biologique, 2014).
Causse	Plateau calcaire des régions tempérées, entaillé de vallées profondes et portant des formes de relief karstiques superficielles (Larousse dictionnaire, 2014a).
Cépage	Variété de vigne (et de raisin) considérée sous le rapport de ses caractéristiques (Larousse dictionnaire, 2014 b).
Changement climatique	Variation de l'état du climat qui peut être identifiée (par exemple à l'aide de tests statistiques) par des changements affectant la moyenne et/ou la variabilité de ses propriétés, persistant pendant de longues périodes, généralement des décennies ou plus. Le changement climatique peut être la conséquence de processus naturels internes ou de forçages externes tels que les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques et les changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'utilisation des terres. On notera que la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son Article 1, définit le changement climatique comme étant : « des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. » La CCNUCC établit ainsi une distinction entre le changement climatique qui peut être attribué aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la variabilité climatique due à des causes naturelles. (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2014)
Connectivité écologique	Degré de facilité ou de ralentissement des mouvements des espèces parmi les habitats (Taylor et autres, 1993).
Continuité écologique	Comprend des corridors écologiques qui connectent des réservoirs de biodiversité, elle permet aux espèces animales et végétales de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation (Journal officiel de la République française, 2012).
Corridors écologiques	Liaisons fonctionnelles, linéaires discontinues ou paysagères, entre deux espaces naturels permettant la dispersion des individus d'un site à l'autre (Journal officiel de la République française, 2012; Letourneau et autres, 2014).

Empreinte humaine	Indicateur qui vise à estimer les risques et l'ampleur de l'intensité des activités humaines sur les espaces importants pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques (Letourneau et autres, 2014).
Endémique	Espèces ayant une aire de répartition géographique très restreinte et que l'on ne trouve nulle part ailleurs dans le monde (Le Collectif des Garrigues, 2013).
Facteur externe	Dans cet essai, les facteurs externes sont représentés par les activités anthropiques et par toute autre activité ayant un impact sur la biodiversité sans être attribuée aux changements climatiques (inspirée de : Cross et autres, 2012).
Faune auxiliaire	Issus des équilibres biologiques, il s'agit soit d'animaux prédateurs se nourrissant des organismes nuisibles et régulant ainsi les attaques parasitaires des cultures, soit de pollinisateurs assurant la fécondation des plantes en transportant le pollen soit encore de détritivores décomposant la matière organique en éléments assimilables par la plante (Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature, s.d.).
Fragmentation	Processus double de réduction de la superficie et de morcellement des habitats dans le paysage (Thompson et Ronce, 2010).
Garrigue	Formation végétale méditerranéenne des sols calcaires, constituée de chênes kermès, d'arbustes aux feuilles persistantes et coriaces (ciste, arbousier, lentisque, myrte, lavande, thym) et de quelques herbes annuelles (Larousse dictionnaire, 2014c).
<i>Hotspots</i>	Milieus qui contiennent au moins 0,5 % des espèces de plantes endémiques de la planète et dont 70 % ou plus de leur végétation primaire a disparu (Myers et autres, 2000).
Lavogne	Mares des causses et des garrigues qui collectent les eaux de ruissèlement superficiel. Elles sont destinées à l'abreuvement des troupeaux et fournissent un habitat favorable aux amphibiens. Pouvant retenir des volumes d'eau conséquents durant l'été. (Le Collectif des Garrigues, 2013; Geniez et Cheylan, 2012).
Matrice	Partie étendue du paysage qui lui donne sa physionomie et joue le rôle de dominant, car d'un seul tenant (Dajoz, 2009).
Métapopulation	Ensemble de populations locales dont les dynamiques sont asynchrones et qui sont connectées lors des événements de colonisation. Le fonctionnement et la stabilité à long terme de la métapopulation dépendent d'un équilibre entre le taux de colonisations et le taux d'extinctions des populations locales (Letourneau et autres, 2014).

Milieus sclérophylles	Milieus où la végétation est adaptée à la sécheresse. Les feuilles de ces végétaux sont souvent épaisses et coriaces pour résister à ces conditions climatiques (Le Collectif des Garrigues, 2013).
Phénologie	Ensemble des particularités du cycle de développement d'un être vivant, avec mention des époques de l'année correspondantes (Lebourgeois, s.d.).
Population	Ensemble des individus d'une même espèce vivant en un même lieu et se reproduisant ensemble (Arnaud et Emig, 1986).
Rhopalocères	Papillons diurnes c'est-à-dire ayant une activité de jour (Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon (CEN-LR) et autres, 2014).
Réseau écologique	Assemblage cohérent d'éléments naturels et semi-naturels du paysage qu'il est nécessaire de conserver et/ou de gérer afin d'assurer un état de conservation favorable des écosystèmes, des habitats, des espèces et des paysages (Raevel, 2013).
Réservoir de biodiversité	Espace dans lequel la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou une partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abrite des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces (Journal officiel de la République française, 2012).
Ripisylve	Du latin <i>ripes</i> : rive et <i>silva</i> : forêt. Formation végétale forestière située sur les rives d'un cours d'eau ou d'une étendue d'eau stagnante (lac et marais) (Le Collectif des Garrigues, 2013).
Sous-trames	Ensemble d'espaces constitués par une même entité paysagère, un même type de milieu (par exemple : forêt, zone humide, pelouse naturelle, zone agricole) ou un même type de mosaïque paysagère (en relation avec les pratiques agricoles par exemple) (Letourneau et autres, 2014).
Taxon	Unité quelconque (genre, famille, espèce, sous-espèce, etc.) des classifications hiérarchiques des êtres vivants (Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), s.d.).

Trame verte et bleue	Mesure phare du Grenelle Environnement qui porte l'ambition d'enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des continuités écologiques. Cet outil d'aménagement du territoire vise à (re) constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, qui permette aux espèces animales et végétales de circuler, de s'alimenter, de se reproduire, de se reposer, etc. En d'autres termes, d'assurer leur survie, et permettre aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services. (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)-Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), s.d.)
Trait de côte	Ligne de rivage, endroit où s'arrêtent les plus hautes eaux hors conditions exceptionnelles. Il s'agit d'une limite flexible et dynamique entre la mer et la terre en constante évolution (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de la Mer, 2009).
Xérophytique	Végétation adaptée à la sécheresse (Le Collectif des Garrigues, 2013).

INTRODUCTION

Dès le 19^e siècle alors que l'aire industrielle bat son plein, certains scientifiques mettent en garde les gouvernements des conséquences des émissions de CO₂ dans l'atmosphère (Bolin et Erikson, 1958). Ce n'est réellement que dans les années 1980 que la communauté internationale prend les premières dispositions devant l'ampleur annoncée des changements climatiques (Blandin, 2009). Sujet de débats et de controverse, la recherche, la politique et les médias s'emparent des changements climatiques. Ces derniers ne cessent alors de provoquer un engouement particulier entre fascination et inquiétudes (Turpin, 2012).

Parallèlement, au cours du 20^e siècle les relations homme-nature évoluent (Blandin, 2009). Autrefois prise dans le carcan de l'éthique traditionnelle, la nature était purement considérée comme une ressource, offrant un bénéfice dont l'être humain pouvait sembler-il jouir indéfiniment (Bégin, 2001). La découverte de la non-durabilité de certaines ressources fait alors prendre conscience aux autorités gouvernementales qu'une reconsidération de la nature est nécessaire (Blandin, 2009; Bergandi, 2001).

Ainsi, à travers les changements climatiques d'une part et la perte de biodiversité d'autre part, le 20^e siècle est celui de la prise de conscience de la crise environnementale (Bergandi, 2001). En ce début du 21^e siècle, il apparaît alors sans équivoque que les changements climatiques subis aujourd'hui sont la conséquence des activités anthropiques du siècle dernier (GIEC, 2007). Parmi les nombreuses conséquences de ces changements climatiques, il en est une qui subit également les pressions anthropiques, c'est la perte de biodiversité. Le 21^e siècle a donc de nombreux défis à relever, dont le maintien de cette dernière. (GIEC, 2014).

Face aux conséquences des changements climatiques, plusieurs choix s'offrent aux espèces afin d'éviter l'extinction : l'adaptation ou la migration afin de retrouver des conditions pouvant satisfaire leurs besoins (Aitken et autres, 2008). Or, parmi les pressions anthropiques, il en existe une qui est particulièrement néfaste à la conservation de la biodiversité surtout dans le contexte des changements climatiques : la fragmentation des habitats naturels (réduction de la superficie et morcellement des habitats) (Thompson et Ronce, 2010). Cette fragmentation réduirait la continuité écologique d'un territoire, impactant ainsi la capacité des espèces à répondre aux changements climatiques. De plus, la qualité de la matrice paysagère, des habitats et même des continuités écologiques est aussi essentielle pour assurer un déplacement des espèces (Bennett et autres, 2006; Burel et autres, 2004; Thomas et autres, 2001; Hodgson et autres, 2009). Parallèlement à la

problématique des changements climatiques, la politique nationale française de Trame verte et bleue (TVB) propose justement la mise en place de continuités écologiques pour faciliter le déplacement des espèces. L'application régionale de cette politique permet de réfléchir à des actions concrètes pour le maintien de la biodiversité locale (TVB, s. d)

Un point crucial pour cet essai se dessine alors : pour maintenir les déplacements des espèces, l'identification des continuités écologiques et la conservation de la qualité des habitats sont requises dans le contexte des changements climatiques. Dans cet essai-intervention, l'échelle locale sera étudiée, avec pour cas d'étude le département français de l'Hérault.

L'intégration des changements climatiques dans les politiques d'aménagement du territoire apparaît comme une évidence. C'est pourquoi cette étude présente une méthode d'intégration des changements climatiques dans les processus décisionnels de hiérarchisation des actions visant le maintien de la biodiversité et des continuités écologiques dans le département de l'Hérault. Pour répondre à cette attente, l'objectif principal de cet essai est de proposer des actions destinées à des plans de gestion pour le maintien ou la restauration des continuités écologiques, identifiées comme éléments clés dans la réponse des espèces aux changements climatiques. Pour atteindre cet objectif, un bilan de connaissances des modifications observables ou attendues de la biodiversité en fonction des changements climatiques en région méditerranéenne française sera réalisé. Après quoi, les espaces de transitions écologiques dans le département de l'Hérault seront identifiés. Parallèlement, la contribution potentielle des propriétés départementales dans les projets sera étudiée. Finalement, les actions identifiées, dans le contexte des changements climatiques seront classées selon les possibilités d'intégration aux plans de gestion.

Comme notifié précédemment, les changements climatiques sont la source d'un fort engouement. Ainsi, les informations à ce sujet sont innombrables et c'est pourquoi une prudence doit être portée sur la qualité des informations, particulièrement celles provenant d'internet. De plus, les thématiques de la biodiversité et des changements climatiques sont les sujets de beaucoup d'articles scientifiques. Pour cet essai, les articles possédant les mots clés changements climatiques, biodiversité, connectivité écologique, gestion environnementale ont donc été privilégiés. La date de publication des articles n'a évidemment pas été le critère de sélection, pour expliquer les grandes découvertes écologiques et climatiques du 20^e siècle. Au regard de l'évolution extrêmement rapide de la recherche, ce critère a néanmoins été utilisé pour tout autre article. Ainsi ont été prioritairement considérés : les articles scientifiques avec comité de lecture, les sources primaires

(entretiens), les ouvrages traitant du sujet, les documents internes au Conseil général de l'Hérault (CG34) et au Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE), les publications intergouvernementales et du gouvernement français.

Pour répondre à la problématique des changements climatiques dans le département de l'Hérault, cet essai est divisé en neuf chapitres. Le premier est une mise en contexte des changements climatiques et de la conservation de la biodiversité aux échelles de gouvernance mondiale, nationale et locale. Le second chapitre présente les concepts éthiques, scientifiques et politiques de la problématique afin de saisir le sens des enjeux soulevés dans cet essai. Le troisième chapitre présente la méthodologie développée, puis utilisée pour répondre à la problématique. Le chapitre quatre est une revue de littérature complète sur les changements observables et prédits de la biodiversité dans le contexte des changements climatiques en région méditerranéenne française. Ce chapitre est primordial afin d'identifier les prévisions climatiques de la région, les espèces sensibles aux changements climatiques, les particularités du territoire et les solutions qui peuvent se profiler. En effet, ces informations contribueront pleinement à l'élaboration d'actions concrètes. Le regard des acteurs locaux est également fondamental dans la mise en place d'actions durables. C'est pourquoi le cinquième chapitre sera l'occasion de mesurer leurs perceptions et les solutions qu'ils envisagent pour s'adapter et anticiper les futurs changements. Ensuite, dans le chapitre six seront clairement identifiées les transitions écologiques du département de l'Hérault qui sont prioritaires en termes de changements climatiques et d'enjeux de biodiversité. Le chapitre sept s'appuiera sur l'expertise locale relevée dans les chapitres quatre et cinq pour élaborer des actions de gestion concrètes et durables. Ces actions feront l'objet dans le chapitre huit de recommandations de gestion au CG34. Enfin, en chapitre 9, une discussion viendra clore l'essai sur les qualités et les limites de l'intégration des changements climatiques dans les processus décisionnels.

1 MISE EN CONTEXTE

Les changements climatiques sont à l'origine de la mise en place d'une gouvernance spéciale aux échelles mondiale, nationale et locale. Devant le danger des conséquences qu'ils pourraient engendrer, un premier mouvement international s'est mis en route. À l'échelle nationale, cette considération s'exprime par des stratégies applicables aux échelles régionales. Ce premier chapitre a pour objectif de présenter l'inclusion des changements climatiques dans les différents processus décisionnels de protection de la biodiversité qui existent.

1.1 Les changements climatiques et la biodiversité dans le contexte mondial

En 1998, la création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) illustre une certaine inquiétude des autorités mondiales. Il faut néanmoins mentionner que dès le 19^e siècle les scientifiques avaient mis en garde des conséquences probables de l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère. (GIEC, 2007; Bolin et Erikson, 1958)

Aujourd'hui après la publication de cinq rapports, les conclusions du GIEC sont de plus en plus claires : les changements climatiques sont en cours, ils sont d'origine anthropique et ils ne tendront pas à s'atténuer dans la logique actuelle des émissions des Gaz à effet de serre (GES) (Le Treut, 2010; GIEC, 2014). Or, la complexité des changements climatiques et de leurs conséquences amplifient largement la difficulté pour trouver des solutions planétaires (Turpin, 2012).

Le deuxième volume du cinquième rapport du GIEC (2014) évoque les conséquences et leur nature : la réduction mondiale de la ressource en eau douce, l'augmentation du taux d'extinction des espèces terrestres et d'eau douce, l'augmentation du risque « très élevé » de submersion, d'inondation et d'érosion des systèmes côtiers et des zones de basse altitude, l'impact croissant sur la biodiversité marine dont l'exemple le plus parlant est celui de la perte des récifs coralliens due à l'acidification des océans, l'affaiblissement de la sécurité alimentaire mondiale (accès à la nourriture, la pratique et la stabilité des prix), l'accroissement de nombreux risques humanitaires dans les zones urbaines et surtout rurales et l'augmentation des injustices sociales. (GIEC, 2014) La vocation du GIEC est de diagnostiquer l'état actuel du climat, de prévoir les conséquences sur le vivant et d'établir des scénarii (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), 2013a).

Devant les risques importants aujourd'hui connus, les autorités mondiales s'impliquent dans la lutte. En effet, 166 États ratifient en 1992 la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements

Climatiques (CCNUCC). La CCNUCC, entrée en vigueur en 1994, prône les efforts intergouvernementaux dans la lutte contre les changements climatiques.

Après de nombreuses négociations entre les États membres, le *Protocole de Kyoto* renforce désormais le respect des engagements de la CCNUCC. Ainsi, des objectifs individuels sont fixés et des mesures légales véritablement contraignantes sont dictées aux 84 pays ayant signé le protocole. (Organisation des Nations Unies, 2014)

Parallèlement, la Convention sur la diversité biologique (CDB) était ouverte au Sommet de la Terre de Rio de Janeiro et entré en vigueur en 1993. La notion de biodiversité (voire définition dans le lexique) y fait sa grande apparition. Considérée comme le principal instrument international en la matière, la CDB compte à ce jour 193 parties prenantes. Elle a pour objectifs le partage juste et équitable des avantages issus des ressources génétiques, ainsi que la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2014). L'intégration des changements climatiques dans la CDB se réalise par la publication de documents associés aux délibérations de la CCNUCC ou par la présentation de rapports du Groupe d'experts de la CDB, comme ce fut le cas à la Conférence des parties de la CCNUCC de Copenhague en 2009. Cette étroite collaboration illustre la prise en compte des changements climatiques dans les engagements de protection de la biodiversité et des services éco-systémiques. (Convention sur la diversité biologique, 2014)

Ces trois structures gouvernementales (GIEC, CCNUCC et CDB) sont issues de l'Organisation des Nations Unies. Parallèlement, de nombreuses organisations non gouvernementales appuient également la lutte contre les changements climatiques : organisations humanitaires, protectrices de l'environnement ou des droits de l'homme (Encyclopaedia Universalis, s.d.). La cause touche donc de nombreuses organisations.

1.2 Les changements climatiques et la biodiversité dans le contexte français

Impliqué à différents niveaux dans le GIEC, l'État français suit avec beaucoup d'attention les rapports du groupe. Suite à la publication du troisième volume du cinquième rapport, la ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Ségolène Royale, met en avant la nécessité d'agir rapidement afin de ne pas dépasser les deux degrés Celsius supplémentaires de l'ère préindustrielle. Ségolène Royale place aussi le consensus et la coopération au cœur des solutions. (MEDDE, 2014a)

En outre, dès l'année 2001 la lutte contre les changements climatiques était élevée au rang des priorités nationales en matière d'écologie. En 2004, la France adoptait son premier *Plan Climat* issu du *protocole de Kyoto*. Son objectif était de stabiliser l'émission des GES par rapport à la période de 1990. En 2011, l'État français lance le Plan National d'Adaptation aux changements climatiques pour la période 2011-2015. (MEDDE, 2013b)

Un volet consacré à la biodiversité y fait le lien avec la *Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2015* qui est l'application française de la CDB. Ainsi, les grandes actions en faveur de la biodiversité sont au nombre de quatre : renforcer la recherche sur les impacts des changements climatiques sur la biodiversité, renforcer les outils existants en y intégrant les changements climatiques et leurs conséquences sur la biodiversité, intégrer les changements climatiques dans les stratégies de préservation de la biodiversité et pratiquer une gestion intégrée des territoires en prenant en compte les changements climatiques (MEDDE, 2011).

Parmi les réponses des espèces aux changements climatiques, il en est une qui pose de nombreuses questions : les déplacements. En effet, pour conserver des conditions environnementales adaptées à leurs besoins les changements climatiques imposent aux espèces de se déplacer. Or, depuis les années 1970, la recherche scientifique en écologie avertit sur les conséquences de la fragmentation des habitats naturels. Celle-ci est majoritairement provoquée par l'urbanisation, la construction de routes, la déforestation et l'agriculture. Les conséquences sur la biodiversité sont multiples et complexes : la diminution du nombre d'habitats, la réduction de leur surface et l'augmentation des distances entre eux. En compromettant les déplacements, c'est la diversité génétique des populations qui s'affaiblit les rendant vulnérables à des causes fortuites telles qu'un événement climatique extrême. C'est sans compter l'effet délétère de la consanguinité. Ainsi, la conservation des espaces entre les fragments d'habitats (matrice paysagère) et des fragments eux-mêmes est nécessaire pour permettre aux espèces de répondre aux changements climatiques. (Thompson et Ronce, 2010)

Une réflexion s'est alors progressivement imposée à l'échelle des politiques de conservation européennes. Certains pays, comme l'Estonie ou les Pays-Bas, ont réfléchi à une stratégie de lutte contre la fragmentation dès les années 1970 (TVB, s.d.). En 1995, 54 États européens adhèrent à la stratégie paneuropéenne mettant en avant un dispositif de réseaux écologiques transfrontaliers. Cette initiative non contraignante a pour objectif de conserver les déplacements des espèces, les habitats, les écosystèmes et les paysages. (Conseil de l'Europe, 2013)

Sur le plan français, la prise en compte du phénomène de fragmentation ne s'est réalisée qu'à partir de 2007. Ce qui se concrétise par la création du comité opérationnel de la politique de TVB. Il s'agit alors de définir les voies, les moyens et les conditions d'un réseau de continuités écologiques en France. Encadré par la *Stratégie nationale pour la biodiversité* et impulsé par le Grenelle de l'environnement, le cadre législatif de la TVB est finalement fixé en 2009 (TVB, s.d.) à travers la *Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement*. Elle met en avant la volonté de répondre aux changements climatiques en s'y adaptant et en préservant la biodiversité (Journal officiel de la République française, 2009). En 2010, la *Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement* vient définir l'application de la politique nationale TVB à l'échelle régionale et locale. Désormais, la TVB est intégrée au code de l'environnement et de l'urbanisme. (Journal officiel de la République française, 2010) Finalement, la politique TVB rentre en vigueur en décembre 2012 avec la *Décret n° 2012-1492 du 27 décembre relatif à la trame verte et bleue* (Journal officiel de la République française, 2012).

Depuis, la politique nationale s'est progressivement améliorée. En 2014, des ajustements concernant la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques sont venus clarifier l'application de la politique à l'échelle locale (TVB, s.d.).

Même si trop peu de liens explicites sont réalisés entre les changements climatiques et la TVB, comme cela est développé plus loin dans ce travail, il s'agit d'une mesure indispensable au maintien de la biodiversité et des réponses aux changements climatiques.

1.3 Le contexte régional et départemental du Languedoc-Roussillon et de l'Hérault

En 2004, l'État français se munit du *Plan Climat national* pour répondre aux attentes des sommets internationaux. Le 12 juillet 2010, l'application du plan national devient obligatoire pour les collectivités de plus de 50 000 habitants. Elles ont le devoir de se munir d'un *Plan Climat-Energie Territorial* (PCET), approuvé au niveau national (MEDDE, 2014b). L'implication de la région Languedoc-Roussillon dans la prise en compte des changements climatiques s'exprime à travers l'application du *Plan climat régional*. Il se décline alors en 60 actions ayant pour objectif de maîtriser la consommation d'énergie. Il ne s'agit donc pas d'actions directement liées au maintien de la biodiversité (Région Languedoc-Roussillon, 2013). De plus, la région Languedoc-Roussillon dispose depuis 2013 d'un *Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie* (SRCAE). Ce document-cadre s'inscrit dans la politique nationale de transition énergétique. En effet, celle-ci met

en avant la nécessité d'évoluer vers un modèle de croissance verte, durable et solidaire. (MEDDE, 2013 b)

Dans le département de l'Hérault, intégré à la région du Languedoc-Roussillon, le développement du PCET fixe une stratégie pour 2013-2018. La première phase permet de diagnostiquer les secteurs prioritaires du département. Par la suite, un bilan énergétique a été réalisé. Des actions ont ensuite été proposées selon quatre axes stratégiques : aménagements et urbanisme « post carbone », lutte contre la précarité énergétique, adaptation aux changements climatiques des transports et des bâtiments. L'objectif étant de réduire la consommation énergétique et de diminuer les émissions de GES, la prise en compte de la biodiversité ne s'exprime pas dans ce PCET. (CG34 et autres, 2010)

Dans le contexte des changements climatiques, le premier outil pertinent pour le maintien de la biodiversité est le *Schéma régional de cohérence écologique* (SRCE). En effet, le SRCE est l'application de la TVB à l'échelle régionale. Pour la région Languedoc-Roussillon, il devrait être finalisé en 2015. L'intégration de la politique TVB s'effectuera ensuite à l'échelle de l'Hérault, par une intégration dans chaque *Plan Local d'Urbanisme* (PLU) et dans les *Schémas de cohésion territoriale*. Bien que le Département n'ait pas un rôle majeur dans l'élaboration du SRCE, il y contribue en s'impliquant dans la concertation. (MEDDE, 2013c).

L'application locale de la TVB n'est pas le seul moyen que le Département de l'Hérault ait développé pour conserver sa biodiversité. Depuis 2003, le Département est doté d'un Agenda 21 impulsant véritablement des actions en faveur de la biodiversité. La politique d'acquisition foncière menée par le CG34, depuis maintenant 30 ans, a permis de construire un réseau d'Espaces Naturels Sensibles (ENS). Ainsi, le droit de préemption et la taxe départementale sur les ENS ont permis ces acquisitions par le Département. En tout, ce sont 6 500 hectares de milieux naturels qui sont préservés des pressions anthropiques croissantes. Une gestion adaptée à la protection de l'environnement y est menée, de même qu'un accueil au public pour une vingtaine de propriétés départementales. (Le CG34 et le CEN-LR, 2011)

Une autre mesure pertinente est le Périmètre de protection et de mise en valeur des espaces agricoles et naturels périurbains (PAEN). Dans le département, cette mesure nationale vise essentiellement à protéger les terres arables de la pression foncière qui y sévit. Toutefois, dans les clauses de la charte élaborée pour chaque parcelle, des mesures agroenvironnementales plus strictes pourraient être incluses. (Chabert, 2014) Ainsi, il serait envisageable que les PAEN soient mieux

adaptés à la conservation de la biodiversité. Le CG34 est d'une aide financière et technique incontestable pour l'application de ces mesures (Sainglas, 2014; Baudouin et Morvan, 2014).

Ce soutien est réitéré dans les travaux littoraux d'adaptation aux changements climatiques (Richard, 2014). Plus spécifiquement, le CG34, le Conservatoire du littoral et les municipalités ont adopté depuis 1984 une stratégie d'acquisition foncière en milieux littoraux. L'objectif de ce *Schéma d'intervention foncière* est de préserver les milieux côtiers des pressions foncières et du développement périurbain lié entre autres au tourisme de masse. (CG34, 2014; Muin, 2014).

Mis à part ces collaborations, le CG34 tient un certain nombre d'engagements répertoriés dans ses propres plans d'action. Le plus complet est le plan, *Aider, Gérer, Informer, Renforcer la recherche en faveur de la biodiversité* (AGIR). Les actions au nombre de 14 peuvent lier l'agriculture à la biodiversité, promouvoir l'aménagement de la TVB ou encore préserver la flore et la faune. (CG34 et CEN-LR, 2011)

2 PRÉSENTATION DES CONCEPTS UTILISÉS DANS L'ESSAI

Il s'agit ici de définir la base éthique utilisée dans l'essai permettant de différencier protection, gestion et conservation de l'environnement. Par ailleurs, les protections de la biodiversité françaises et européennes peuvent différer du système québécois. Ceci nécessite alors une présentation des principales mesures qui s'appliquent en France.

2.1 Les principes éthiques et scientifiques

Cet essai s'inscrit dans une éthique environnementale dite écocentrique marquant la rupture nette entre l'éthique traditionnelle et l'éthique environnementale. L'anthropocentrisme qui est une forme de l'éthique environnementale, au même titre que l'écocentrisme, se présente comme le prolongement des éthiques traditionnelles. En effet, avec l'anthropocentrisme, la nature possède une valeur uniquement lorsqu'elle apporte un bénéfice à l'être l'humain. Avec l'écocentrisme, un tournant incontestable est alors marqué :

« L'éthique environnementale ne peut être une simple adaptation et application aux problèmes environnementaux des théories morales existantes. Il doit plutôt s'agir d'une éthique normative particulière ayant une approche totalement différente. »
(Bégin, 2001, p.402)

Ce changement de paradigme place désormais les êtres humains dans la communauté écologique au même titre que les autres entités. Ils ne sont donc plus l'unique référentiel dominant (Bégin, 2001) et des questions émergent : quoi protéger? Pourquoi protéger? (Maris, 2013) Dans la progression de ce travail, ces questions auront toutes leur importance et seront omniprésentes.

La réflexion commence alors avec la distinction entre les notions de protection et de conservation de la biodiversité. La protection de la nature s'est matérialisée au 20^e siècle par la création des parcs nationaux et des réserves naturelles. Au cours du temps, la notion de protection a dérivé vers celle de gestion. Il faudra attendre 1972, lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement de Stockholm, pour que le terme « conservation » soit pleinement assumé en tant que gestion des ressources naturelles. En revanche, en France la notion évolue pour devenir en 1979 : la gestion du patrimoine naturel. (Blandin, 2009) Parallèlement, le terme « nature » fut progressivement délaissé au profit de « biodiversité ». C'est en 1986, à l'occasion du Forum National sur la BioDiversité tenu à Washington, que le terme est proposé par Walter G.Rosen (biologiste américain) (Bergandi, 2001).

En résumé, protéger la nature c'est mettre à l'abri d'un danger une espèce ou un écosystème, à l'aide des aires protégées (Mathevet, 2013). En revanche, la notion de gestion du patrimoine naturel illustre les prémices de la conservation de la biodiversité : transmettre aux générations futures sans forcément exploiter les ressources naturelles. Ainsi, conserver la biodiversité signifie la maintenir fonctionnelle sur le long terme, la préserver, la restaurer et en améliorer les éléments constitutifs. (Blandin, 2009)

2.2 Les mesures de protection de la biodiversité

La biodiversité fait l'objet de diverses mesures de protection européennes et françaises avec trois grands types de protection de l'espace et des espèces. L'approche réglementaire consiste à limiter ou à interdire les activités anthropiques néfastes à la biodiversité remarquable. Ces mesures sont appliquées à travers les décrets ou les arrêtés de l'État, mais cette compétence peut également revenir aux collectivités territoriales. Il s'agit donc d'une protection forte avec ou sans intervention de gestion sur l'aire protégée, qu'elle soit privée ou publique.

L'approche contractuelle consiste en l'élaboration d'engagements pris avec les acteurs locaux. Il s'agit d'instaurer une gestion durable conciliant la protection du patrimoine naturel et celle du développement économique, social et culturel. C'est le cas des zones Natura 2000. (Muséum national d'Histoire naturelles (MNHN), 2014; Lefebvre et Moncorps, 2010; Natura 2000, 2007) Enfin, l'approche par maîtrise foncière consiste en l'acquisition d'une zone fortement affectée par les pressions de consommation du territoire ou à contrario par la déprise rurale. Cette acquisition est inaliénable et est réalisée par des associations ou des collectivités territoriales, à qui la gestion est donnée. Le domaine devient public et est destiné à l'accueil des citoyens. Deux exemples phares dans le département de l'Hérault illustrent cette approche. Le premier concerne l'action du Conservatoire du littoral qui est l'acquéreur de terrains menacés par l'élévation de la mer ou par l'urbanisation du littoral. La gestion des terrains est généralement donnée aux municipalités. (Muin, 2014). Le second est l'exemple de l'acquisition par le Département de l'Hérault des ENS lui donnant les moyens juridiques et financiers de conserver la biodiversité méditerranéenne. Par l'ouverture au public, le Département tient à mettre en avant le caractère double de la politique : conservation du patrimoine naturel et promotion du patrimoine culturel auprès des Héraultais (Baudouin et Morvan, 2014).

En parallèle, les continuités écologiques, ensemble des réservoirs de biodiversité connectés par des corridors, sont à l'heure actuelle une mesure phare en France pour la protection et la conservation de la biodiversité.

Les réservoirs de biodiversité se définissent brièvement comme étant des espaces où la biodiversité est riche ou abondante. Ils intègrent les aires protégées de manière réglementaire, donc par cet aspect ils représentent la protection. De plus, le maintien des déplacements des espèces permis par les corridors écologiques contribue à la conservation de la biodiversité. (Journal officiel de la République française, 2012) Ces corridors se définissent comme étant des liaisons fonctionnelles, linéaires discontinues ou paysagères, entre les réservoirs de biodiversité (Journal officiel de la République française, 2012; Letourneau et Thompson, 2014).

Ainsi, les continuités écologiques pourraient jouer un rôle primordial dans le maintien de la biodiversité surtout dans le contexte des changements climatiques. Dans une matrice paysagère fortement altérée par l'empreinte humaine, les notions de corridors et de réservoirs de biodiversité permettent de lutter contre la fragmentation des habitats (Burel et Baudry, 1999). Cependant, la différence entre conservation et protection n'est pas aussi catégorique pour des paysages moins impactés par les activités humaines. C'est le cas dans l'arrière-pays méditerranéen où la matrice paysagère est de suffisamment bonne qualité pour que les définitions de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques ne soient pas applicables.

Ainsi, il apparaît évident que le lien entre les changements climatiques et la biodiversité doit être tissé en considérant la fragmentation des habitats et les continuités écologiques. Stratégiquement, il s'agit d'appliquer la TVB et donc le SRCE mesure incontestable pour le maintien de la biodiversité héraultaise dans le contexte des changements climatiques. En effet, cet outil d'aménagement du territoire limite la fragmentation des habitats afin d'anticiper les conséquences des changements climatiques sur la biodiversité locale. De surcroît, pour anticiper les changements climatiques, la définition de gradients climatiques, espaces importants de transitions écologiques, apparaît comme un élément clé dans la démarche du CG34.

3 MÉTHODOLOGIE DE L'ESSAI

Pour comprendre la logique de l'essai, il faut avant tout comprendre de quelle manière les changements climatiques peuvent influencer le maintien de la biodiversité. À l'aide d'un schéma conceptuel, les points d'interventions en vue de limiter les impacts des changements climatiques sur la biodiversité sont clairement mis en évidence (figure 3.1).

- La première influence des changements climatiques est directe et agit sur la biodiversité;
- La seconde influence des changements climatiques est également directe et s'exerce sur la fragmentation des habitats (pertes de superficie et morcellement);
- La troisième influence des changements climatiques est aussi directe et s'exerce sur l'occupation du sol et les pratiques (agriculture, forêt, viticulture);
- La quatrième influence des changements climatiques est indirecte. Elle s'exerce alors sur les facteurs externes (activités anthropiques, soit le système socioéconomique) influençant eux-mêmes, par le biais de l'occupation du sol, la biodiversité.

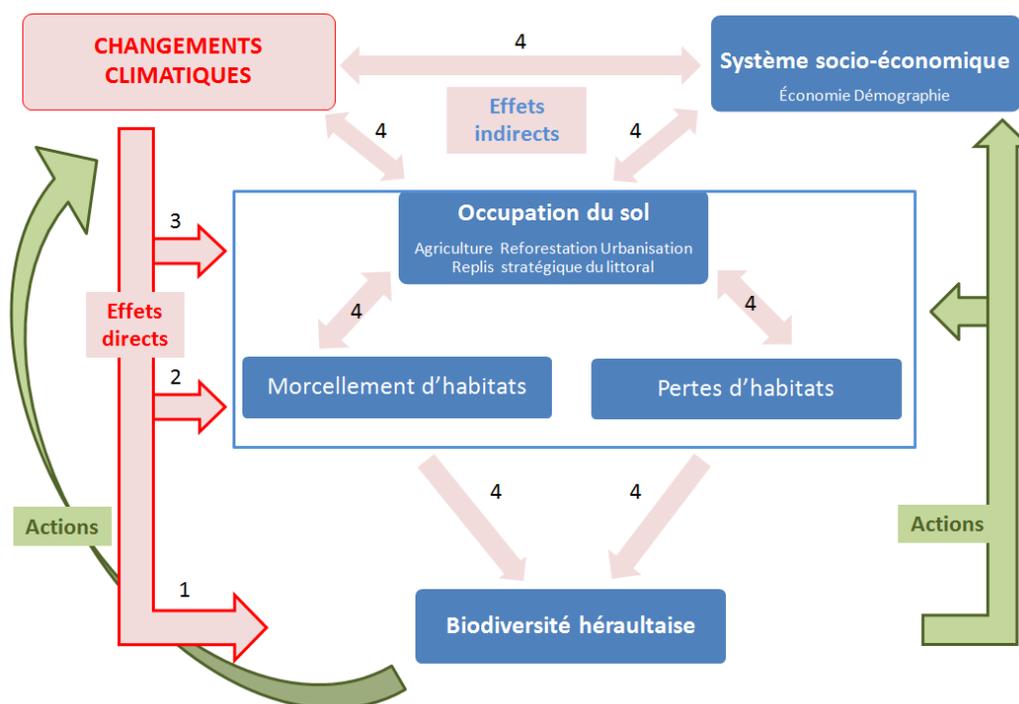


Figure 3.1 Le cadre méthodologique de l'essai – Schéma conceptuel (inspirée de : Kram et Stehfest, 2006)

Ainsi, pour répondre à l'objectif principal, l'essai est composé de quatre grandes étapes, basées sur l'agencement du schéma conceptuel :

1. Dans le cadre de l'essai, le bilan de connaissances a pour objectif de répertorier les modifications observables et attendues de la biodiversité face aux changements climatiques en région méditerranéenne française. Le but sera alors d'identifier les espèces les plus sensibles aux changements climatiques.

2. À l'aide de la *Méthodologie pour l'identification des espaces importants pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques en région Languedoc-Roussillon* (Letourneau et autres, 2014), les transitions écologiques de l'Hérault seront mises en évidence. Le but est de contrecarrer les effets néfastes de la fragmentation (barrière aux déplacements) amplifiant ceux des changements climatiques.

3. Les zones prioritaires en termes d'importance écologique, d'empreinte humaine et de climat seront ciblées au sein des transitions écologiques précédemment identifiées.

4. Les actions sont identifiées en prenant en compte la synergie changements climatiques/facteurs anthropiques qui s'exerce sur la biodiversité. Pour ce faire, les espèces qui sont d'une part sensibles aux changements climatiques et d'autre part présentes dans les transitions écologiques seront déterminantes pour l'élaboration de ces actions. Le but est donc de proposer des actions précises. Cette étape s'inspire de la méthode de Cross et autres (2012). Finalement, il s'agira de confronter ces actions aux stratégies environnementales du département, en vue d'une éventuelle adaptation des actions existantes.

Ainsi, il s'agit de proposer aux acteurs locaux un modèle méthodologique leur permettant d'intégrer précisément les changements climatiques à leurs stratégies de conservation de la biodiversité.

4 REVUE DE LITTÉRATURE

La région méditerranéenne se caractérise par des traits uniques au monde : son climat, sa géologie, sa cohabitation avec de nombreuses civilisations humaines, sa diversité et son endémisme en espèces. Le climat particulier se compose essentiellement de deux saisons. La première correspond à un été sec et chaud qui soumet la végétation à un stress hydrique. La seconde correspond à une saison variable, très irrégulière d'une année à l'autre qui s'étend de l'automne au printemps. Elle peut parfois être froide en hiver ou humide, comme à la fin de la saison chaude au cours de laquelle des pluies diluviennes peuvent se déclencher. (Thompson, 2005)

C'est dans ce contexte de forte saisonnalité que les changements climatiques vont agir sur la biodiversité en région méditerranéenne. Ils vont également interagir avec des facteurs qui ont d'ores et déjà un fort impact sur le maintien de la biodiversité (voir Cross et autres, 2012; Thompson et Gauthier, 2011). Il est alors question de pertes, de fragmentations et d'artificialisations des habitats causées par diverses activités anthropiques (Benoit et Comeau 2005; Commission de la sauvegarde des espèces, 2008).

La situation est amplifiée par l'évolution rapide de la démographie humaine, avec une attraction très marquée dans les zones urbaines, périurbaines et littorales. Cet étalement urbain très peu contrôlé nuit gravement au maintien des écosystèmes. En Languedoc-Roussillon, l'augmentation de la population humaine a eu depuis les années 1960 des impacts importants sur le milieu (Audric, 2009).

C'est dans ce contexte multifacette que s'inscrit cette revue de littérature; étape initiale de la logique de l'essai. Son but est de répertorier les premières modifications de la biodiversité et celles à entrevoir, en fonction des changements climatiques qui sont en cours et ceux qui sont à prévoir en région méditerranéenne française. La première partie présente les caractéristiques du climat méditerranéen, après quoi la région méditerranéenne française sera diagnostiquée selon l'occupation du territoire, son évolution et l'observation des espèces méditerranéennes. Ensuite, les variations observables et probables de la biodiversité face aux changements climatiques seront mises en lumière. Finalement, l'importance de la connectivité écologique dans un tel contexte sera démontrée.

4.1 Le climat méditerranéen

Il s'agit ici de présenter le climat qui caractérise la région. Puis, l'analyse de son évolution rendra compte des variations qui ont déjà pu être observées au cours de ces dernières décennies.

Finalement, les résultats des différents scénarii élaborés par la communauté scientifique seront succinctement présentés.

4.1.1 La formation du climat méditerranéen et l'influence sur la végétation

D'une manière générale, les scientifiques s'accordent tous à dire que le climat méditerranéen se caractérise par un été chaud et sec et par une période plus froide et humide de l'automne au printemps (Bertoldi et autres, 1989; Thompson, 2005). Pour comprendre les particularités du climat méditerranéen, il faut remonter au Plio-Pleistocène (Pliocène puis Pléistocène) et à l'apparition de la saisonnalité méditerranéenne entre 3,5 millions d'années (Ma) et 2,4 Ma. La sécheresse estivale s'est ensuite stabilisée et s'est régularisée vers 2,3 Ma. (Suc, 1984) L'apparition de cette saisonnalité est donc récente et a donné lieu à des extinctions d'espèces végétales (Thompson, 2005). Elles ont d'abord été causées par l'apparition de la sécheresse estivale, puis par l'effondrement des températures lié aux périodes glaciaires du nord de l'Europe. Néanmoins, l'hétérogénéité paysagère et le climat du pourtour méditerranéen ont fourni d'importantes zones de refuges. (Médail et autres, 2012) Plus tard, les périodes interglaciaires et glaciaires ont provoqué des phases d'humidités et de refroidissements donnant lieu à la formation de forêts caducifoliées (Suc, 1984). Aujourd'hui, la simple présence de certaines espèces végétales témoigne de l'existence en région méditerranéenne d'une végétation autrefois tropicale (Médail et autres, 2012).

Actuellement, les disparités climatiques dans la région méditerranéenne sont marquées. Ainsi, les précipitations annuelles peuvent varier de 100 mm dans les zones les plus arides à environ 3 000 mm en zones montagneuses. Des écarts importants de températures sont également reconnus, avec toutefois un fait récurrent : la sécheresse estivale. (Thompson, 2005)

Les variations climatiques méditerranéennes actuelles impliquent de nombreux phénomènes météorologiques tels que l'anticyclone des Açores assurant par exemple la sécheresse estivale. À contrario, ce sont des anticyclones froids venant d'Asie et de l'Atlantique qui sont à l'origine des périodes de fraîcheur et de précipitations. Les orages sont quant à eux provoqués par les oscillations du nord de l'Atlantique. Touchant en premier lieu les côtes ouest de l'Europe, ils atteignent parfois les régions méditerranéennes. Les courants océaniques jouent également un rôle important dans les variations de températures et de précipitations. Les circulations de l'Atlantique Nord appelées oscillation multidécadale de l'Atlantique régulent ainsi le climat de l'hémisphère nord dont fait partie la région méditerranéenne. (GIEC, 2013a)

En plus de ces phénomènes météorologiques globaux, il existe des phénomènes plus locaux qui ont une influence sur le climat méditerranéen. La présence des Alpes occasionne, par exemple, d'importantes variations climatiques et la mer Méditerranée elle-même (du golfe du Lion au golfe de Gênes) est un réservoir colossal d'humidité et d'énergie pour la formation locale des orages. (Giorgi et Lionello, 2008)

La complexité des phénomènes météorologiques en région méditerranéenne permet d'émettre de nombreuses incertitudes et craintes quant à l'impact des changements climatiques. Déjà, le quatrième rapport du GIEC révèle que depuis les années 1970 une hausse de l'intensité des activités cycloniques dans l'Atlantique Nord est enregistrée (GIEC, 2007). Quelles conséquences les changements climatiques peuvent-ils induire sur la dynamique complexe des flux, des oscillations et des anticyclones orchestrant le climat méditerranéen?

4.1.2 L'évolution de ces dernières décennies

Dès 1870, des relevés instrumentaux de la température à la surface de la Terre ont été réalisés (GIEC, 2007). En 1896, Svante Arrhenius, célèbre chimiste, mit en évidence qu'un doublement du CO₂ dans l'atmosphère induirait une augmentation moyenne de 4 à 5 °C. Cette théorie est reprise par Bert Bolin en 1959 dans une présentation au *National Academy of Sciences*. Il prévoit alors une augmentation de 25 % de la teneur atmosphérique en CO₂ avant la fin du 20^e siècle. Ce météorologiste estimait qu'à partir de 450 ppm la dangerosité serait fortement accrue. Or, une concentration de 550 ppm est attendue en 2100. (Bolin et Erikson, 1958)

Face à cette problématique grandissante et planétaire, une expertise dédiée à la cause s'est mise en place en 1988, dont Bert Bolin était le 1^{er} président : le GIEC (Le Treut, 2010). Depuis, plusieurs rapports basés sur l'objectivisme scientifique ont été publiés. Ainsi, dans son quatrième rapport, le GIEC annonçait que :

« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque. On note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. »
(GIEC, 2007, p. 2)

En effet, il est constaté que la période comprise entre 1995 et 2006 est la plus chaude enregistrée depuis 1870, date de début des relevés. De même, la tendance linéaire de réchauffement est évaluée à + 0,74 °C entre 1906 et 2005. Cette augmentation est surtout ressentie dans les hautes latitudes. (GIEC, 2007)

En se concentrant sur l'évolution du climat méditerranéen, les résultats démontrent que la région méditerranéenne dispose d'une augmentation moyenne de la température annuelle de +0,34 °C par décennie. Or, ce résultat est supérieur à la variation de la moyenne mondiale, qui est de +0,27 °C par décennie. (GIEC, 2013a) Ainsi, indépendamment des changements climatiques, il existerait en région méditerranéenne une variation temporelle des températures.

L'élévation du niveau des océans est l'autre grand constat révélé par le GIEC. Depuis 1993, l'augmentation est en moyenne de 3,1mm/an pour l'ensemble des océans de la planète. Les causes sont : la fonte des glaciers, des calottes glaciaires et des nappes glaciaires polaires. Pour se donner un ordre d'idée, depuis 1978 l'étendue annuelle moyenne des glaces a diminué de 2,7 % par décennies dans l'océan Arctique. L'accélération de l'élévation des océans entre 1961 et 1993 a également été détectée. Néanmoins, aucune conclusion ne peut encore être tirée, à savoir si l'origine est une variation décennale ou un renforcement de la tendance à long terme. (GIEC, 2013b) Pour la mer Méditerranée, sa hauteur a augmenté de 2,5 à 10 millimètres, depuis les années 1990 (Carreno et autres, 2008).

Le GIEC a également dressé le constat d'une augmentation générale des sécheresses depuis les années 1970. Ceci se traduit par une diminution des précipitations au Sahel, en Afrique australe, dans une partie de l'Asie du Sud ainsi qu'en Méditerranée. Au contraire, dans les pays du nord de l'Europe les précipitations ont augmenté. (GIEC, 2007) Autre fait intéressant, depuis les quatre dernières décennies, l'intensité et la fréquence des précipitations extrêmes se seraient accrues. Toutefois, cette augmentation reste aléatoire selon les saisons et les localités. (GIEC, 2013a) Spécifiquement en région méditerranéenne française, l'analyse des relevés départementaux de l'Aude et des Pyrénées orientales, réalisés entre 1970 et 2006, montre que la température moyenne annuelle a augmenté. Au printemps, il a été constaté une augmentation de l'évapotranspiration (ET). Ce phénomène est double : transpiration des végétaux par les feuilles et évaporation d'eau contenue dans le sol et dans les végétaux (Borrell Estupina, 2011). De même, il a été observé une augmentation des températures, surtout en juin s'accompagnant d'une diminution des précipitations. Ces dernières ont néanmoins augmenté à l'automne en particulier pour le mois de novembre ce qui permet de garder une pluviométrie stable entre les années. (Chaouche et autres, 2010)

Dans le département de l'Hérault, les hivers et les printemps (avril et mai) sont beaucoup plus doux depuis 1950, avec une tendance moins marquée à l'hiver. De même, les températures estivales sont de plus en plus élevées. L'analyse spatiale des trois étés les plus chauds en Hérault (2003, 2006 et

2009) révèle des localités (annexe 1) plus concernées par ces températures extrêmes comme le centre de l'Hérault d'est en ouest (figure 4.1). Concernant les précipitations, il existe en Hérault d'importantes variations annuelles. Des disparités géographiques sont aussi remarquées (figure 4.2). À la différence de l'est, le sud-ouest et le nord sont les plus touchés par la diminution des précipitations. Néanmoins, pour tout le département la période s'étalant de fin mars à fin août (période végétative) s'avère être de plus en plus sèche depuis 1950. (Association climatologique de l'Hérault (ACH34), 2011a). Ce qui pose de plus en plus de contraintes à la filière agricole.

Gradient des canicules de l'Hérault représenté à partir des fortes chaleurs des années 2000

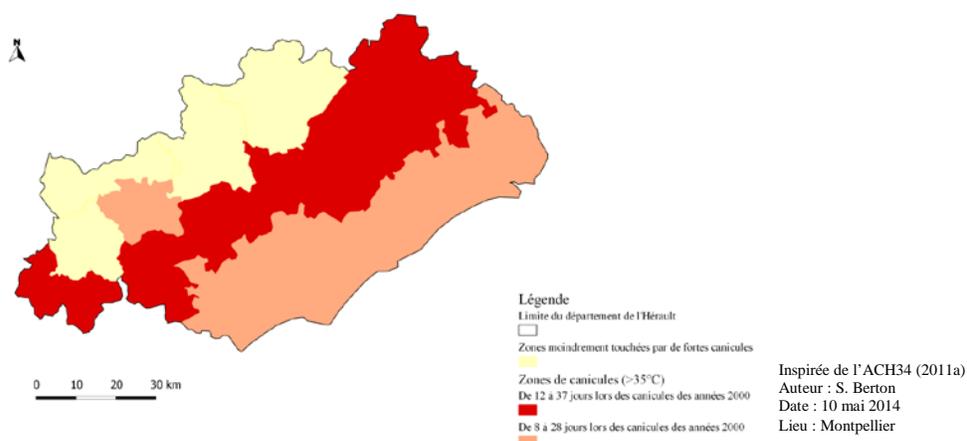


Figure 4.1 Carte de répartition des canicules des années 2000 en Hérault

Zones les plus impactées par la diminution des cumuls de précipitation comprise entre 1980 et 2010

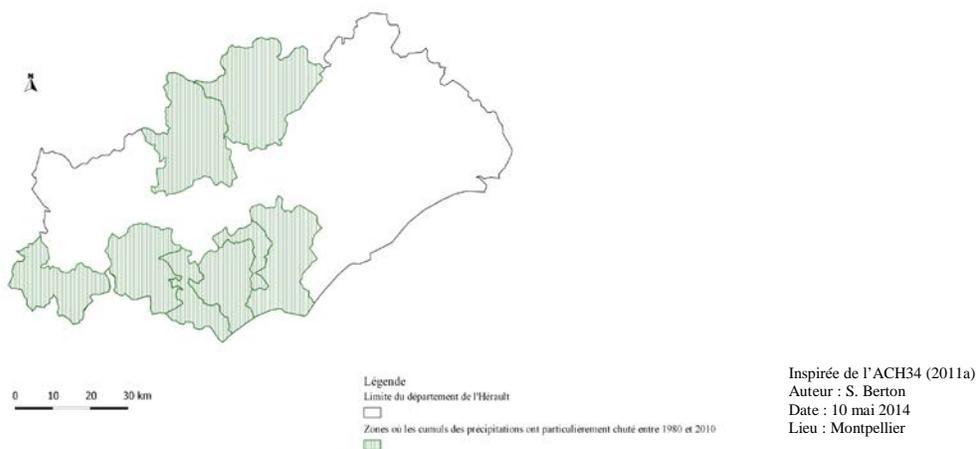


Figure 4.2 Carte des diminutions des précipitations entre 1980 et 2010 en Hérault

Plus précisément, de 1950 à 2000 la diminution des précipitations est significative pour le mois de mars à l'ouest du Rhône (région Languedoc-Roussillon) (Norrant et Douguédroit, 2004). Dans le département de l'Hérault (sous-bassins du fleuve Hérault et de l'Orb), les précipitations hivernales ont diminué pour les mois de janvier et de février (Lespinas, 2008). La région subirait également un déficit pluviométrique durant les mois de janvier à mars.

À Saint-Martin-de-Londres (municipalité au nord-ouest de Montpellier), les relevés météorologiques entre 1970 et 2013 révèlent deux tendances : la diminution des précipitations au mois de mai ainsi que la hausse des températures maximales pour les mois d'avril et de mai (Météo France, 2014). Plus largement, ces tendances sont confirmées par la hausse spectaculaire des températures minimales de l'hiver entre 1955 et 2000 (Amiot et autres, 2005). Ces observations très localisées confirment les tendances régionales (annexe 2).

De manière générale, des tendances s'affichent en Languedoc-Roussillon (1965-2004) : l'augmentation moyenne de la température est de 1,5 °C, la stabilité annuelle des précipitations, mais la sévère baisse de la ressource en eau de 14 % à 20 % due à l'augmentation de l'ET. (Lespinas, 2008)

Concernant les phénomènes météorologiques extrêmes, depuis un siècle, l'ouest de la région méditerranéenne serait plus fréquemment exposé aux inondations (GIEC, 2013b). Or, la région Languedoc-Roussillon n'aurait pas subi d'augmentation des fréquences en termes d'inondations entre 1958 et 2002. Pour cette période, il s'agirait plutôt d'une augmentation des dommages faits à la société. À titre indicatif, plus de 80 % du département du Gard a été inondé suite aux pluies diluviennes de septembre 2002 causant ainsi de nombreux dégâts matériels et humains. Un changement dans l'occupation des terres et une augmentation de l'urbanisation en serait la cause. Toutefois, la probabilité qu'il y ait deux événements extrêmes en 80 ans reste élevée à 11 %. (Neppel et autres, 2003) En Camargue par exemple, le littoral recule naturellement entre deux et dix mètres par an vers les terres. L'intensité est telle que les mesures de protection de la côte ont été arrêtées. (Fouchier et autres, 2014) Toutefois, cette prise de décision n'est pas représentative de la côte méditerranéenne (Pieyre, 2014).

Ces multiples constats, impliquant les températures, les précipitations et les événements extrêmes, font de la région méditerranéenne française une zone particulièrement vulnérable aux changements climatiques (Giorgi et Lionello, 2008).

4.1.3 Les prévisions selon différents scénarii

Le GIEC a élaboré des scénarii d'évolution climatique sur le court terme (2016-2035), le moyen terme (2046-2065) et le long terme (2081-2100). Les résultats les plus récents proviennent du 1^{er} volume du 5^e rapport du GIEC publié en septembre 2013.

À l'échelle mondiale, les scénarii élaborés donnent une augmentation de la température moyenne de la surface de l'air de +0,3 à + 0,7 °C par rapport à la période de référence 1986-2005. Ceci revient à envisager une hausse de la température moyenne de la surface de l'air de +1 °C et plus par rapport à la moyenne de la période 1850-1900, mais ce résultat ne devrait pas dépasser 1,5 °C. Ces prévisions ont néanmoins un intervalle de confiance moyen. En effet, des paramètres importants ne peuvent être pris en compte comme l'évolution des émissions anthropiques de GES et l'impact des éruptions volcaniques (taux de dioxyde de soufre dans l'atmosphère) diminuant les radiations solaires. D'une manière plus générale, il est envisagé selon les modèles utilisés, une hausse de la température planétaire de 0,2 à 0,4 °C pour 2030 et de 0,6 à 0,8 °C pour 2050. (GIEC, 2013c)

Concernant les précipitations, elles devraient augmenter dans les hautes latitudes et dans certaines régions de moyennes latitudes. En revanche, une augmentation de l'ET serait à envisager dans plusieurs régions du monde. En ce qui a trait aux événements extrêmes, le nombre de jours et de nuits de fortes températures devrait augmenter dans les prochaines décennies. De même, la fréquence des pluies violentes devrait globalement augmenter à court et moyen terme. (GIEC, 2013c)

En résumé, le réchauffement climatique à l'échelle planétaire pour les années à venir va s'accroître. D'autant plus que selon le quatrième rapport du GIEC :

« La poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé devrait accentuer le réchauffement et modifier profondément le système climatique au XXI^e siècle. Il est très probable que ces changements seront plus importants que ceux observés pendant le XX^e siècle. » (GIEC, 2007, p. 7)

Selon les projections du GIEC en région méditerranéenne européenne et en ne considérant que les résultats annuels, l'ensemble des prévisions pour les températures est positif allant de 0,3 °C à 4 °C (GIEC, 2013a). Ces valeurs correspondent respectivement à l'augmentation minimale en 2035 et maximale en 2100 (tableau 4.1). L'augmentation des températures serait particulièrement visible lors des mois de juin, juillet et août, avec pour la région méditerranéenne française une augmentation moyenne des températures de 4 à 5 °C pour la période 2071-2100 par rapport aux données de 1961-1990 (Giorgi et Lionello, 2008). En revanche d'après le tableau 4.1, les précipitations seront en baisse avec une nette différence entre décembre, janvier, février et juin,

juillet, août qui seraient alors les trois mois les plus secs de l'année. Entre les années, une augmentation des périodes extrêmement chaudes et sèches à l'été est attendue. (GIEC, 2013a)

Pour la saison chaude, il est en effet attendu des baisses exceptionnelles des précipitations orageuses de -25 à -40 % par rapport à la période 1961-1990 (Giorgi et Lionello, 2008). Pour les intempéries liées à de très fortes précipitations, rien ne prouve qu'elles s'accroîtront au cours du temps.

Tableau 4.1 Températures et précipitations projetées pour la région méditerranéenne (tiré de : GIEC, 2013a, p. 102)

RCP4.5			Temperature (°C)					Precipitation (%)				
REGION	MONTH ^a	Year	min	25%	50%	75%	max	min	25%	50%	75%	max
Southern Europe/ Mediterranean	DJF	2035	-0.1	0.6	0.8	1.0	1.5	-11	-4	-2	2	8
		2065	0.1	1.2	1.5	1.8	2.3	-15	-6	-3	0	7
		2100	-0.2	1.5	2.0	2.4	3.0	-19	-7	-4	-1	9
	JJA	2035	0.6	0.9	1.2	1.4	2.9	-16	-7	-4	-1	5
		2065	1.0	1.9	2.2	2.6	4.3	-24	-12	-9	-4	5
		2100	1.2	2.3	2.8	3.3	5.5	-28	-17	-11	-6	2
	Annual	2035	0.3	0.8	1.0	1.2	2.0	-12	-4	-2	0	3
		2065	0.7	1.5	1.7	2.1	3.1	-14	-8	-5	-2	3
		2100	0.6	2.0	2.3	2.7	4.0	-19	-10	-6	-3	4

Pour la région méditerranéenne française et plus particulièrement pour le département de l'Hérault, trois prévisions climatiques peuvent d'ores et déjà se dessiner :

- Forte augmentation des températures d'avril à août et plus faiblement à l'automne et à l'hiver;
- Diminution des précipitations de janvier à fin août;
- Hausse des fréquences des canicules (fortes chaleurs supérieures à 35 °C de juin à août).

4.2 La biodiversité en région méditerranéenne

La région méditerranéenne faisant figure de « hotspots » ou « points chauds » de biodiversité possède une biodiversité reconnue à l'échelle mondiale (Médail et Quézel, 1997; Myers et autres, 2000). En parallèle, l'empreinte humaine dans la région est ancienne et affecte de plus en plus la biodiversité méditerranéenne. Ainsi, il s'agit ici de décrire l'occupation des sols à travers l'agriculture et l'urbanisation. De même, un bref descriptif des espèces de la région sera réalisé.

4.2.1 L'agriculture, son évolution et l'impact sur la biodiversité

Le paysage méditerranéen se caractérise par une hétérogénéité de milieux et une mosaïque de paysages résultant de l'interaction entre l'histoire géologique, le climat et les activités humaines (Thompson, 2005; Thompson et Gauthier 2011; Salasse, 2014). Plus spécifiquement en France, la mosaïque méditerranéenne comprend des écosystèmes littoraux et leurs zones humides, des plaines, des garrigues, le piémont et des causses, avec quelques zones de montagne à l'est et à l'ouest (Salasse, 2014). Bien que la structure du paysage méditerranéen français résulte du pliocène, la part de responsabilité des activités humaines reste importante (Pons et Quézel, 1998).

Avant le Néolithique, le couvert forestier du bassin méditerranéen était estimé à 82 %, tandis qu'aujourd'hui il ne représente plus que 15 à 20 % du territoire (M'Hirit, s. d.). Les espaces ouverts (garrigues et causses), créés par le pastoralisme extensif du 19^e siècle, ont favorisé le développement d'espèces caractéristiques des pelouses sèches (Boulant et Lepart, 2011; Marty et autres, 2011).

Néanmoins, depuis le début du 20^e siècle, l'exode rural et la diminution de l'exploitation du bois de chauffage ont significativement modifié la dynamique des milieux sclérophylles et forestiers méditerranéens (Pons et Quézel, 1998). De plus, depuis les années 1960, l'abandon du pastoralisme et la déprise agricole facilitent la reconquête des ligneux comme le pin (Marty et autres, 2011). Ainsi : « Le paysage culturel est, en quelque sorte, dépassé par sa dynamique naturelle » (Marty et autres, 2011, p. 44). Or, ces milieux ouverts possèdent une biodiversité particulièrement riche, qui est désormais menacée (Bariteau, 2003; Pons et Quézel, 1998). En termes de gestion, le nord du bassin méditerranéen (Europe) bénéficie d'aides financières conséquentes pour maintenir les pratiques pastorales dans le but de conserver de grands espaces ouverts. Inversement, ces pratiques sont limitées en Afrique du Nord occasionnant une hausse des feux. (Khater et autres, 2012)

Concernant plus généralement l'agriculture, entre 1990 et 2000, la région méditerranéenne était la seule à climat méditerranéen où l'agriculture était significativement en hausse, avec 29 % de son territoire en agriculture. Or, contre toutes attentes, les espèces méditerranéennes seraient moins menacées lorsque les surfaces agricoles augmentent (Underwood et autres, 2009). Ce constat est paradoxal puisque le système de production actuel majoritairement productiviste implique une forte mécanisation et l'utilisation intensive de produits phytosanitaires (Benoit et autres, 2006). Un des arguments expliquant alors ce résultat étonnant serait de dire que les surfaces agricoles permettent de maintenir une matrice paysagère semi-naturelle, en esquivant ainsi l'artificialisation anthropique (Underwood et autres, 2009); d'où l'intérêt de conserver la matrice paysagère.

En région méditerranéenne française, l'agriculture joue également un rôle indéniable dans le maintien de la biodiversité. Or, depuis les années 1980, la matrice agricole héraultaise a subi de profondes modifications suite à l'application de la Prime à l'abandon définitif des vignes (PAD). Cette mesure européenne a été mise en place pour faire face à une surproduction liée au déséquilibre entre l'offre et la demande européenne. Pendant 30 ans, des vignes ont été arrachées convertissant les parcelles en friches ou en grandes cultures. Parallèlement, une forte pression foncière s'exerce sur ces friches périurbaines qui, par ailleurs, font l'objet d'entretiens obligatoires jusqu'à fin 2014. (Arnal et autres, 2013) L'avenir de ces espaces pourrait donc être fortement compromis.

Dans les années 2000, l'agriculture dans la région représentait 38 % de la superficie régionale avec 34 % de la Surface Agricole Utile (SAU) dédiée aux grandes cultures et 61 % à la viticulture, le reste correspondant à l'arboriculture et au maraîchage (Chambre d'Agriculture du Languedoc-Roussillon, 2008; Commissariat général au développement durable - Service de l'observation et des statistiques, 2013). En 2011, 10 % de la SAU était en agriculture biologique (Trambouze, 2014). Ainsi, le maillage agricole est riche avec une forte présence de vignobles.

Les pressions foncières, corrélées à l'augmentation de la population humaine de la région, impliquent une artificialisation des zones rurales et donc une perte des superficies agricoles (Chambre d'Agriculture du Languedoc-Roussillon, 2008). Entre 2006 et 2010, la perte de superficie en cultures permanentes (viticulture et arboriculture) est de 400 km². En cause : la construction des routes, des stationnements (environ +100 km² entre 2006 et 2010) et l'artificialisation des sols (environ +25 km² entre 2006 et 2010). (Commissariat général au développement durable - Service de l'observation et des statistiques, 2013)

Pour faire face aux pertes de terres agricoles, des PAEN sont mis en application comme à la municipalité d'Agde en Hérault (Pieyre, 2014). Cette mesure prend en compte l'élaboration d'un cahier des charges pour chaque parcelle du PAEN. Toutefois, le pouvoir des PAEN est assez restreint puisque les contrôles sont quasi absents. De même, aucun inventaire écologique n'est préalablement réalisé. L'intérêt principal des PAEN est donc de contrecarrer l'étalement de la périurbanisation. Au printemps 2014, une soixantaine de municipalités en Hérault ont déposé un projet de PAEN au CG34. (Chabert, 2014)

En région méditerranéenne française, lorsqu'elle tend à être respectueuse de l'environnement, l'agriculture apparaît comme un support nécessaire au maintien de la biodiversité. En effet, la filière

possède un double rôle dans la région : entretien du territoire et maintien des enjeux socioéconomiques du monde rural. Nécessaire aux espèces et menacée par les pressions socio-économiques, l'agriculture doit être intégrée aux mesures de protection et de maintien de la biodiversité. De fait, les deux lois qui instaurent la politique de TVB en France intègrent l'agriculture à cet outil. Dans les faits, il peut s'agir d'évaluer la qualité et la fonctionnalité des continuités agricoles. Les résultats peuvent ensuite guider les mesures environnementales et les outils contractuels à mettre en œuvre (restauration et conservation du milieu). (Thompson et autres, 2013a)

4.2.2 L'urbanisation, son évolution et l'impact sur la biodiversité

Entre 1990 et 2000, la surface urbanisée et la population ont fortement augmenté dans le bassin méditerranéen avec respectivement une hausse de 17 % et de 12 %. Ainsi, le pourtour méditerranéen subit une très forte pression anthropique, avec une densité moyenne de 123 habitants par kilomètre carré. (Underwood et autres, 2009) Plus spécifiquement en région méditerranéenne française, l'abandon de l'arrière-pays contraste énormément avec l'urbanisation des plaines et du littoral. Les ressources en eau et la gestion des milieux humides sont alors affectées par ces développements (Thompson et Gauthier, 2011). La région PACA, voisine du Languedoc-Roussillon, possède une densité de 158hab/km², ce qui la hisse au quatrième rang national (Besson et Biau, 2012). Le Languedoc-Roussillon a une densité de 93 hab/km² qui est actuellement en pleine évolution (Audric, 2009; Insee, 2013).

Selon certaines prédictions le Languedoc-Roussillon devrait gagner 34 % d'habitants en plus entre les années 2000 et 2030, contre 21 % pour la région PACA et 10 % pour la Corse. À titre comparatif, la moyenne nationale est seulement de 9 %. (Brutel et Omalek, s.d.) Or, l'augmentation de la densité de population humaine est significativement corrélée à l'augmentation des menaces sur la richesse en espèces méditerranéennes (Underwood et autres, 2009). Cette situation et son évolution laissent donc présager de graves conséquences sur la biodiversité et sa capacité à répondre aux changements climatiques en région méditerranéenne.

L'artificialisation du littoral est une problématique particulièrement importante dans le contexte des changements climatiques. À l'échelle du bassin méditerranéen, il est prévu 20 millions d'urbains côtiers en plus d'ici 2025 et 137 millions de touristes dans l'ensemble des régions côtières soient 2,3 % de plus par an. C'est 50 % des côtes qui pourraient alors être « bétonnées » d'ici 2025. Ces

prévisions sont synonymes de saturation des espaces côtiers, d'augmentation du trafic routier et de développements d'infrastructures. (Benoit et Comeau, 2006)

Pour illustrer cette pression touristique en Languedoc-Roussillon, le cas de la municipalité de Vias est un excellent exemple. En été, 50 000 personnes investissent la municipalité, contre 5 200 habitants en hiver (Ville de Vias, 2010). Dans la perspective de montée de la mer, les campings et autres cabanons installés à même la plage seront amenés à être déplacés vers l'intérieur des terres. Or, sur le littoral biterrois, la dynamique paysagère comporte une succession de milieux naturels entre les stations balnéaires et les villages rétro-littoraux. Ainsi, entre Vias plage et Vias-ville, des milieux naturels protégés se succèdent selon le schéma : plage, dunes, étangs et village. La problématique est donc de savoir comment déplacer l'enjeu touristique sans que les milieux naturels soient fragmentés plus qu'ils ne le sont déjà. (Couderc et Loiseaux, 2012) En outre, les travaux de retrait du cordon dunaire sont pour le moment arrêtés (action en justice). Différents enjeux bloquent cette avancée : attachement familial et sentimental aux cabanes, altération de la biodiversité si les activités anthropiques sont amenées à se déplacer sur des espaces naturels, impact sur l'économie touristique en particulier pour les campings et problématique pour agir sur des propriétés privées. Néanmoins, une charte des valeurs patrimoniales se dessine afin de trouver des compromis entre les différents acteurs impliqués. (Millet, 2014)

4.2.3 Le diagnostic des espèces méditerranéennes

Dans le bassin méditerranéen, 19 % des espèces animales sont menacées d'extinction sur les 1 912 qui ont été évaluées jusqu'à maintenant (Commission de la sauvegarde des espèces, 2008).

Concernant la diversité mammalienne de la région méditerranéenne française, entre deux et quatre espèces sont menacées (Temple et Cuttelod, 2009).

En ce qui a trait à l'herpétofaune, sept espèces de reptiles sur 37 et sept espèces d'amphibiens sur 34 sont menacées de disparaître en France. La situation est préoccupante au regard des nombreuses menaces : assèchement des zones humides, pollutions des milieux aquatiques, fragmentation des habitats, collecte d'animaux et introduction d'espèces plus compétitives. (Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN) France et autres, 2009)

Concernant l'entomofaune (insectes), les enjeux sont surtout liés à la ressource en eau et à la fragmentation des habitats (Jaulin, 2014). En Languedoc-Roussillon, les 59 espèces de libellules présentes affectionnent particulièrement les cours d'eau situés dans les garrigues (Le Collectif des Garrigues, 2013). Pour ces libellules, c'est très certainement la combinaison des changements

climatiques avec l'altération des habitats, comme la pollution qui est la principale cause de disparition (Jaulin, 2014). En effet, la demande en eau dans les secteurs agricole et touristique ne cesse d'augmenter tandis que les précipitations tendent à diminuer (UICN, 2009).

En résumé, le bassin méditerranéen français subit de fortes pressions anthropiques auxquelles il faut ajouter les modifications climatiques. Les espèces déjà impactées par la fragmentation semblent plus sensibles aux modifications climatiques. Toutefois, il reste difficile d'évaluer cette sensibilité, car la synergie des effets (changements climatiques, urbanisation, agriculture, espèces invasives, feux de forêt) est encore mal connue (Underwood et autres, 2009). De plus, les situations diffèrent à travers le bassin ce qui pousse à la révision des gouvernances (Kather et autres, 2012). Cette dernière passe inévitablement par des mesures comme les zones Natura2000 et par une intégration des espèces sensibles (ordinaires et remarquables) à la politique de TVB.

4.3 Les changements observables de la biodiversité

Cette partie traite des changements observables ou prévisibles. Elle débutera par une description des incidences des changements climatiques sur la forêt méditerranéenne, puis sur l'évolution de l'agriculture. Ensuite, certaines réponses des espèces aux changements climatiques seront présentées.

4.3.1 Les changements climatiques et la forêt méditerranéenne

En Languedoc-Roussillon, les forêts de feuillus représentent 18,2 % du territoire contre 9 % de forêts de conifères, 5,9 % de forêts mélangées et 21,8 % de milieux à végétation arbustive et/ou herbacée (milieux sclérophylles) (Commissariat général au développement durable - Service de l'observation et des statistiques, 2013).

L'altération des cycles saisonniers des végétaux (modifications phénologiques) est l'une des conséquences observées des changements climatiques. Par exemple, il a été constaté que depuis 1950 la floraison des essences forestières des milieux tempérés est avancée de 2,9 à 3,4 jours. De fait, les cycles des insectes et des arbres-hôtes seraient désynchronisés perturbant ainsi les interactions trophiques. Cependant, cela ne semble pas être l'unique réponse phénologique. En effet, les populations méditerranéennes situées à la limite sud de la répartition de leur espèce, subissent des hivers de plus en plus doux. Le différentiel de température n'étant plus assez fort entre l'hiver et le printemps, la levée de dormance permettant le débourrement des bourgeons est alors

retardée. Ce phénomène deviendrait létal à l'échelle de l'individu au bout d'un à deux ans et au bout de dix ans à l'échelle de la population. (Chuine, 2008)

Les modifications dues aux changements climatiques en milieux méditerranéens se traduisent également par une productivité accrue des arbres tels le chêne pubescent (*Quercus pubescens*), le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et le pin maritime (*Pinus pinaster*) (Legay et Ladier, 2008). Le pin d'Alep est en effet une essence qui possède une excellente capacité de colonisation et qui ne supporte pas les températures basses (Ourcival, 2014). Des modifications dans la biodiversité faunique peuvent donc être attendues. Par exemple les chenilles processionnaires des pins, en relation avec les plantations réalisées par l'homme, migrent déjà vers de plus hautes latitudes et altitude (Seguin, 2008).

Certaines espèces végétales auront du mal à migrer aussi vite que ce que les changements climatiques leur imposeront comme conditions (Legay et Ladier, 2008). Toutefois, des espèces comme les chênes sessiles (*Quercus petrae*) et les chênes pédonculés (*Quercus robur*) ont déjà, par le passé, montré une forte tendance à migrer vers le nord. Après la dernière période glaciaire, ils se sont propagés depuis leur refuge, au sud de l'Europe, vers le nord. Ce phénomène donne la distribution actuelle de ces essences, c'est-à-dire de la Méditerranée jusqu'en Scandinavie. Il est donc fort probable que les changements climatiques de nos jours puissent encore faire progresser le chêne vers le nord. (Kremer et Petit, 2001) De plus, il faut garder un certain recul vis-à-vis des prévisions parfois alarmistes. En effet, dans les départements du Gard et de l'Hérault, il n'a pas encore été constaté ni de régression du hêtre ni de progression de la chênaie verte ou pubescente (Cambon, 2014).

Quant à la santé des arbres, il a été constaté depuis les années 1990 un fort dépérissement des chênes-lièges (*Quercus suber*) au sud du Portugal et de l'Espagne. Tout laisse à penser que les changements climatiques en sont responsables. Or, ces espèces ont une phase juvénile importante leur laissant donc normalement un temps relativement long pour s'adapter. Ainsi, les changements actuels seraient assez rapides et forts pour diluer les bénéfices de cette stratégie naturelle. (Varela, 2008) La contrainte hydrique et les phénomènes météorologiques extrêmes seraient les facteurs néfastes à la santé des arbres.

Les autres risques majeurs en région méditerranéenne seraient l'érosion avec l'intensification des événements extrêmes, des incendies et des dépérissements du couvert végétal (Legay et Ladier, 2008). Pour le département de l'Hérault, il a seulement été constaté une augmentation des mortalités

d'arbres exotiques tels que le sapin de Vancouver (*Abies grandis*) (Cambon, 2014). Ce qui ne constitue pas une perte en soi puisque ces espèces ne présentent pas ou peu d'intérêt pour la biodiversité de la région méditerranéenne (Fleury, 2014). Ce phénomène de mortalité ne toucherait pas les peuplements d'essences locales (Cambon, 2014). Toutefois, sur le long terme (années 2100), la germination des chênes sur un sol rendu trop sec serait bloquée. De même, les événements extrêmes (baisse de 30 % des précipitations et des périodes de six mois sans eau) provoqueraient la mort d'une grande proportion d'arbres sans qu'aucune résilience soit assurée (Ourcival, 2014).

En milieu méditerranéen, il existe une interaction complexe entre le stress hydrique des végétaux, les modes d'inflammabilité et l'influence du feu sur la composition en espèces. Les incendies ont la particularité de modifier considérablement la composition des espèces, d'autant plus qu'ils augmentent l'aridité du milieu. Dans quelles mesures les feux seront-ils influencés par les changements climatiques et comment cela peut-il impacter la biodiversité?

Dans la garrigue, l'augmentation des températures provoquerait une diminution de « la canopée » des chênes verts. Ainsi, les surfaces ouvertes seraient augmentées permettant la colonisation par des herbacées. Or, la formation de cette strate est une continuité verticale idéale pour transmettre le feu vers la strate arborescente. Dans un tel contexte, les incendies seraient plus dévastateurs et fréquents. (Ourcival, 2014) En effet, pour la garrigue l'intervalle entre deux feux consécutifs passerait de 20 à 16 ans et de 72 à 62 ans pour les bois. L'augmentation du stress hydrique chez les végétaux en résulterait. Par exemple, les arbrisseaux seraient obligés de pousser leur consommation d'eau plus en profondeur. De plus, le processus de succession serait bouleversé ce qui porterait incidence sur l'allocation en eau. Même si sur le long terme un nouvel équilibre apparaît entre la végétation et les sécheresses, une plus forte sensibilité aux événements rares se dessine. (Mouillot et autres, 2002)

Le rejet atmosphérique du CO₂, naturellement stocké par les forêts, est un des effets collatéraux des incendies forestiers (Falconnet et Roman-Amat, 2009). Or, il a justement été mis en évidence en 2006 (année de canicule) que le bilan carbone était passé de 282 g à 150 g pour un système forestier méditerranéen (Ourcival, 2014). Ainsi, le stockage efficace du carbone serait fortement compromis dans un contexte d'étés très chauds et secs. Ceci est d'autant plus navrant que les rejets de CO₂ anthropiques sont majoritairement responsables de ce réchauffement climatique favorisant ces incendies forestiers.

4.3.2 Le rôle des changements climatiques sur l'agriculture et les conséquences pour les écosystèmes

Les premières conséquences des changements climatiques sur les agro-écosystèmes concernent la phénologie et la productivité. La modification des dates dans les calendriers culturels des agriculteurs traduit déjà l'impact du réchauffement climatique sur le développement des végétaux (Venture, 2014). L'avancée de tous les stades phénologiques notamment en viticulture est un phénomène qui s'amplifierait dans les années à venir : plus dix jours d'ici 2050 et plus un mois d'ici 2100 (Garcia de Cortazar-Atauri, 2014). Avec l'augmentation du CO₂ atmosphérique, il pourrait aussi être attendu une forte augmentation de la productivité agricole grâce à une photosynthèse fortement stimulée. Toutefois, le caractère des autres facteurs limitants, comme le besoin en eau, serait exacerbé par les changements climatiques. Par exemple, en région méditerranéenne, la diminution des précipitations et l'augmentation des températures induiraient une hausse du stress hydrique chez tous les végétaux et donc une baisse de la productivité. (Seguin, 2008) Néanmoins, les variabilités spatiales et temporelles de l'intensité du stress hydrique doivent être considérées, car certaines années et localités seront probablement plus sèches que d'autres (Schultz, 2014).

En revanche, l'impact sur les adventices (mauvaises herbes) et sur les insectes pollinisateurs reste encore mal compris. Le suivi de leur évolution sera essentiel pour connaître plus spécifiquement les réactions de la biodiversité ordinaire aux changements climatiques (Seguin, 2008). Par exemple, pour les insectes ravageurs des études prouvent que la hausse des températures induirait l'augmentation du nombre de générations par an (Altermatt, 2010). D'où l'intérêt de suivre l'évolution de la faune auxiliaire. De même, il a été constaté une augmentation de la diversité des pucerons causée par l'avancé du cycle saisonnier des végétaux (Seguin, 2008).

Concernant plus spécifiquement la viticulture; les baies fragilisées par les modifications climatiques seraient plus vulnérables aux champignons (pourriture grise des grappes) (Van Leeuwen, 2014). Il peut donc aisément être imaginé que les changements climatiques auraient des effets négatifs sur la productivité. Outre l'impact sur les cycles phénologiques et les maladies, les changements climatiques peuvent induire un déplacement spatial des vignobles, sur des territoires naturels.

En Hérault, c'est la ressource en eau qui dicte la descente des vignobles de coteaux (plus en altitude) vers les plaines irriguées (Salasse, 2014). De manière plus générale, d'ici 2050, en moyenne 85 % des aires actuellement adaptées aux vignes seraient perdues et les précipitations diminueraient de 8.4 %. Ainsi, d'ici 2050 le pourcentage moyen de changement des aires de la viticulture serait de 68 % avec une empreinte écologique (intersection vignobles et milieux naturels)

dépassant très largement les 100 %. De surcroît, le déplacement des vignes se ferait plus vite que celui des espèces sauvages. Or, leurs déplacements sont aussi dépendants de la continuité des habitats et de la matrice paysagère pouvant être altérées par de nombreuses activités anthropiques. (Hannah et autres, 2013) Cependant, certains chercheurs issus de divers horizons ne se soucient guère de ces prédictions. En effet, ils ont pu constater que la haute qualité de la récolte est encore maintenue en dépit de l'augmentation des températures et des sécheresses (Schultz, 2014).

Cette confrontation scientifique oppose deux visions diamétralement opposées. La première met en évidence des enjeux de conservation (Hannah et autres, 2013). En revanche, dans la deuxième étude c'est le maintien de la qualité de production qui est concerné, l'enjeu est donc économique (Van Leeuwen et autres, 2013). Si l'impact des changements climatiques sur la viticulture est désormais acquis par les professionnels, il en est autrement des effets collatéraux de cette synergie sur la biodiversité. Ces derniers peinent à être étudiés et à être intégrés dans les recommandations de gestion (Trambouze, 2014). La réalisation d'un réseau de connaissances sera le levier nécessaire à la prise de décisions (Touzard et Hanin, 2014).

Les changements climatiques induiraient aussi l'altération des pâturages et donc nuiraient à l'élevage (Secondy, 2014). Appuyé par la crise économique que la filière surmonte, ce phénomène participerait aussi à son affaiblissement. Or, le pastoralisme est nécessaire au maintien des milieux ouverts. Se pose alors la question de la synergie entre la reforestation et les changements climatiques. Bien que l'augmentation de la durée des sécheresses limite le recrutement des jeunes pins, elle ne permet pas de ralentir la fermeture des milieux comme sur les causses. En effet, malgré les sécheresses de ces dernières décennies l'effet reste moindre par rapport à celui de l'abandon du pastoralisme. (Boulant et Lepar, 2011) D'autant plus que certaines essences d'arbres progressent en altitude à cause de la hausse des températures. Dans un tel contexte, le pastoralisme reste un allier inconditionnel dans la lutte contre la fermeture des milieux et les incendies. En effet, le pâturage réduit les surfaces parcourues par le feu et limite leur puissance par la formation de zones de ruptures c'est-à-dire de zones ouvertes avec moins de combustibles (Micola, 2014).

En résumé, la biodiversité ordinaire des agrosystèmes méditerranéens risque de subir de nombreux impacts collatéraux, camouflés par les forts enjeux économiques de la filière agricole. Malgré ce contexte, des réponses se dessinent : adaptation ou déplacements pour retrouver des conditions environnementales adaptées. En 2015, la PAC sera réformée (Lhuillier, 2014), en admettant que les changements climatiques y soient clairement intégrés : quelles seront les orientations choisies en faveur de la biodiversité?

4.3.3 Les réponses des espèces aux changements climatiques

Des précisions quant aux réponses des végétaux, face aux changements climatiques, méritent d'être abordées. Plusieurs réponses s'offrent à elles, autour de deux processus fondamentaux : l'adaptation ou la migration. Il a été constaté qu'une population ayant une diversité génétique forte et un taux de fécondation élevée aura la capacité de s'adapter ou de migrer. Ainsi, les espèces présentes sous forme de populations à gros effectifs et disposant d'un fort taux de fécondité persisteront et s'adapteront. Concernant les petites populations ayant une faible diversité génétique, la migration sera l'unique alternative pour échapper à l'extinction. Ce sont pour ces raisons que la taille des populations doit impérativement être étudiée pour comprendre quelles stratégies, entre adaptation et migration, l'espèce utilise face aux modifications du climat. (Aitken et autres, 2008)

Les changements climatiques induiraient un déplacement des espèces vers de plus hautes latitudes, mais également vers de plus hautes altitudes (Walther et autres, 2002). Ainsi, en Espagne, entre 1945 et 2001 les hêtres (*Fagus sylvatica*) se seraient déplacés vers des altitudes plus hautes de 70 m dans l'étage 1600-1700m. Tandis qu'à une altitude intermédiaire (800–1 400 m), la bruyère (*Calluna vulgaris*) et le hêtre auraient progressivement été remplacés par le chêne vert (*Quercus ilex*). Les changements climatiques seraient la principale raison de cette montée en altitude. Toutefois, l'arrêt du pastoralisme serait également un facteur favorisant ce phénomène. Cette situation peut être observée dans plusieurs régions montagneuses du bassin méditerranéen, de même que dans la garrigue (Peñuelas et Boada 2003). Par exemple, le nord du département de l'Hérault est bordé par le sud du Massif Central et c'est ici que des changements de biodiversités sont observés. Ainsi, pendant le 20^e siècle il a été constaté une diminution des espèces rares de cette zone qui représente la limite sud de leur répartition (espèces tempérées) (Lavergne et autres, 2006).

Les invertébrés seraient très impactés par les changements climatiques. Une étude basée sur les papillons européens non migratoires révèle que sur 22 espèces, seulement deux tendent à se déplacer vers le sud, onze sont stables et dix se déplacent vers le nord (Usher, 2005). Toutefois, ces stratégies de migrations ne les exempteraient pas totalement des effets indésirables. En effet, les papillons auraient accumulé un retard de 135 km par rapport à la vitesse des changements climatiques (Devictor et autres, 2012). Les odonates (libellules et demoiselles) sont également sujets à migrer vers des habitats plus favorables (Merlet et Houard, 2013a; Merlet et Houard, 2013b). D'un point de vue phénologique, il a été constaté que depuis 1980, les périodes de fortes chaleurs avaient pour effets d'avancer l'apparition de la première génération de papillons au

printemps et d'augmenter la fréquence d'apparition des générations et donc le nombre de générations. Ces réponses laissent à penser que l'abondance des papillons en sera augmentée. Cependant, se pose la question de la désynchronisation entre le cycle du papillon et la phénologie des plantes hôtes. (Altermatt, 2010)

Par exemple, un début de printemps plus tôt qu'à l'accoutumée provoque un débourrement précoce des chênes. Ce phénomène engendre alors une émergence des chenilles également plus tôt. Finalement, la ponte des mésanges bleues (*Cyanistes caeruleus*) et les naissances des petits ne coïncident plus avec l'abondance habituelle des chenilles ressources alimentaires essentielles en cette période de besoins. Il s'agit ici d'une illustration concrète de la désynchronisation phénologique entièrement liée aux changements climatiques. (Charmantier, 2013)

La diversité génétique est à la base de la réponse adaptative de la biodiversité face aux changements climatiques. Par exemple, les forêts européennes ont un mécanisme efficace de flux de gènes, à l'origine de leur forte diversité génétique. Ainsi, il ne semblerait pas qu'une homogénéisation des forêts tempérées soit à prévoir en contexte de changements climatiques. (Kremer, 2000) Autre exemple, en région méditerranéenne française il a été mis en évidence à travers l'étude du thym (*Thymus vulgaris*) que les espèces peuvent présenter une réponse évolutive rapide au réchauffement climatique. En effet, l'absence d'évènements extrêmes permet le relâchement de la pression de sélection associée aux forts gels. Ainsi, depuis 1970 cette espèce a subi une extension des formes génétiques ne tolérant pas les gels. (Thompson et autres, 2013b)

En plus des phénomènes décrits ci-dessus, les changements climatiques impactent de manière moins directe les espèces en agissant sur leur habitat qui parfois est déjà altéré par les activités anthropiques. Premier exemple, en Languedoc-Roussillon, la fermeture des milieux affecte de nombreuses espèces de papillons et leurs plantes hôtes (annexe 3). De plus, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des assèchs avec la pollution des milieux aquatiques (rivières et cours d'eau) et des milieux humides (mares temporaires) risque également de nuire gravement aux populations d'odonates et d'amphibiens (Salasse, 2014; Jaulin, 2014; Cheylan, 2014). De même, les stratégies de repli dunaire (transfert de vulnérabilité) affectent l'habitat d'espèces telles que celui du criquet des dunes (*Caléphorus compressicornis*) et celui du criquet des joncs (*Chorthippus jucundus*) (Jaulin, 2014). Ainsi, les changements climatiques amplifieraient la vulnérabilité des habitats. Il est donc certain que les taxons liés aux milieux ouverts, humides et littoraux seront indirectement impactés par les changements climatiques.

En résumé, les espèces ou taxons dont la présence en région méditerranéenne est la plus vulnérable aux changements climatiques sont :

- Les espèces des milieux littoraux;
- Les espèces endémiques ou pour lesquelles la limite sud de l'aire de distribution est dans la région (espèces tempérées);
- Les espèces dont les populations ont une faible diversité génétique;
- Les espèces à forte vulnérabilité face aux contraintes hydriques et aux fortes températures;
- Les espèces et les taxons très sensibles ou déjà impactés par les activités anthropiques et notamment la fragmentation des milieux;
- Les espèces et les taxons possédant une faible capacité de dissémination.

Ainsi, les réponses des espèces aux changements climatiques sont variées et les interactions rendent leur étude complexe. De même, la synergie des activités anthropiques avec les changements climatiques rajoute un degré de complexité encore très peu considéré, mais fondamental. L'unique chose qui reste certaine est l'accentuation des réponses actuelles puisque la diminution du réchauffement climatique n'est pas envisagée.

4.4 Les continuités écologiques : conservation de la biodiversité et changements climatiques

Cette section met en avant l'importance de prendre en compte le phénomène de fragmentation dans les problématiques traitant à la fois de la biodiversité et des changements climatiques. Ainsi, l'interaction entre les changements climatiques et la fragmentation des habitats sera expliquée. Le principe général des continuités écologiques sera aussi présenté. Après quoi, sera abordée l'influence des changements climatiques sur la biodiversité et sur la pertinence des stratégies de conservation (des aires protégées et réseaux écologiques tels la TVB). Il s'agit d'explications scientifiques et pratiques ne faisant pas uniquement part de la situation de la région méditerranéenne française.

4.4.1 Le processus de fragmentation et les changements climatiques

Les origines anthropiques de la fragmentation des habitats sont majoritairement liées aux modifications des activités humaines et à l'évolution de l'occupation du sol. Au 20^e siècle, la fragmentation a représenté la cause majeure de perte de biodiversité (Fahrig, 2003; Di Giulio et autres, 2009). Dans le domaine scientifique, le concept de fragmentation apparaît à la fin des années 1960 à travers la théorie des îles de MacArthur et Wilson (1967). Il montrait alors comment la

richesse en espèces d'une île était dépendante de sa superficie et de son isolement. L'application de cette théorie au milieu continental était trop tentante et s'est ainsi résumée à dire qu'un petit fragment d'habitat possédait une diversité en espèce inférieure à un habitat entier de plus grande superficie. Aussi, l'isolement du petit fragment au milieu d'habitats défavorables (faisant appel à l'image de l'île) jouait en défaveur du nombre d'espèces. (MacArthur et Wilson, 1967)

Dans les années 1970, le concept évolue. Il est alors démontré que les réserves de tailles aléatoires, proches les unes des autres possèdent autant d'espèces que les réserves de grandes tailles (Diamond, 1975). De plus, les espèces ont des besoins différents en termes de superficie des habitats (Diamond, 1976). Ainsi, la théorie des îles ne peut pas entièrement s'appliquer à la fragmentation des milieux terrestres.

La fragmentation est en effet un processus double qui donne lieu, d'une part, à une réduction de la superficie des habitats et d'autre part à leur morcellement dans le paysage. Ainsi, la diminution de la superficie et l'augmentation des distances entre les habitats peuvent amplifier leur isolement et peuvent conduire à l'extinction de populations et à des pertes d'espèces. (Thompson et Ronce, 2010) Les extinctions des populations du Léopard ocellé dans l'ouest de la France illustrent parfaitement bien cette précarité (annexe 4). Parler de fragmentation des habitats mène logiquement à réfléchir au fonctionnement des populations dans un paysage donné et donc à définir la notion de métapopulation :

« Une métapopulation est un ensemble de populations locales dont les dynamiques sont asynchrones et qui sont connectées lors des événements de colonisation. Le fonctionnement et la stabilité à long terme de la métapopulation dépendent d'un équilibre entre le taux de colonisations et le taux d'extinctions des populations locales. » (Letourneau et autres, 2014, p.14)

À l'heure actuelle, l'interaction entre le phénomène de fragmentation et les changements climatiques, de même que leur action conjointe sur la biodiversité posent des questions fondamentales. Pourtant, les recherches sur cette relation sont encore trop peu nombreuses. De même, les mécanismes régissant la fragmentation ou la réponse aux changements climatiques ne sont pas tous bien compris ni connus. En effet, pour en faire une estimation il faut s'appuyer sur des scénarii climatiques dont la crédibilité est elle-même sujette à débats. En outre, aucune recherche ne mentionne l'effet positif de la fragmentation, excepter de rares exemples comme la Tarentule de Mauritanie (*Tarantola mauritanica*) qui affectionne les aires urbanisées et colonise le nord de la France grâce aux transports de marchandises (Grillet et autres, 2006). Une réflexion sur la

propagation d'espèces exotiques dans des habitats fragmentés est alors nécessaire, sachant qu'elle pourrait être encouragée par le réchauffement climatique.

De manière générale, le problème est double puisque d'un côté les changements climatiques forcent les espèces à migrer et que de l'autre la fragmentation des paysages empêche les espèces de se déplacer. Ce constat représente le cœur de la problématique de ce travail. L'approfondissement des recherches sur la fragmentation et la coordination des experts seront deux éléments indispensables pour élaborer des stratégies de maintien durables (Cross et autres, 2012).

4.4.2 La connectivité écologique : bases et critiques scientifiques

La connectivité écologique se définit comme « le degré de facilité ou de ralentissement des mouvements des espèces parmi les habitats » (Taylor et autres, 1993, p. 571). Techniquement, elle comprend deux types de connectivités : spatiale et fonctionnelle. La connectivité spatiale décrit les liens physiques entre les habitats (corridors, distance entre habitats), mais n'intègre pas les comportements des individus. En revanche, la connectivité fonctionnelle s'illustre par le degré de mouvements et de dispersions des individus selon la structure du paysage. (Taylor et autres, 2006) Dans le contexte des changements climatiques, la connectivité devient indispensable puisque les déplacements des espèces pourraient être nécessaires à leur survie. Ainsi, à l'inverse de la fragmentation, la connectivité écologique via les continuités écologiques favoriserait les déplacements des espèces.

Toutefois, la continuité écologique (superficie des aires et distances entre elles) est souvent le seul critère pris en compte dans l'étude de la connectivité. Cela porte alors préjudice à l'étude du comportement des espèces (Chetkiewicz et autres, 2006; Taylor et autres, 2006) et de la qualité des habitats (Hodgson et autres, 2009). Or, pour certains, la sélection des habitats et les déplacements des animaux devraient avant tout être étudiés (Chetkiewicz et autres, 2006). En effet, la qualité de la matrice paysagère, des habitats et même des continuités écologiques est essentielle pour assurer un déplacement des espèces et le maintien des populations (Bennett et autres, 2006; Burel et autres, 2004; Thomas et autres, 2001; Hodgson et autres, 2009). Cependant, mettre en œuvre une action pour chaque espèce est totalement impossible au regard des faisabilités, de la variabilité des échelles des déplacements (spatiales et temporelles) (Taylor et autres, 2006) et de la nécessité d'identifier l'échelle biologique (individu, population, espèces) à laquelle les déplacements se font (Thompson et autres, 2011). Un compromis doit donc être trouvé entre la connectivité spatiale et fonctionnelle.

Dans beaucoup de recommandations scientifiques, la connectivité représente la réponse essentielle de maintien de la biodiversité dans le contexte des changements climatiques. (Hannah, 2011; Heller et Zavaleta, 2009). En effet, les acteurs locaux du territoire verraient en la gestion des aires protégées et en l'amélioration des connectivités écologiques la base complémentaire pour maintenir la biodiversité (Heller et Zavaleta, 2009). Toutefois, selon certains chercheurs, cette forte appropriation de la notion n'a pas toujours été faite à bon escient, les principes fondamentaux en ont parfois été oubliés (Taylor et autres, 2006). Cette situation se traduit par un usage mal adapté et par des définitions erronées dans la littérature (Hannah, 2011). De plus, la crédibilité de la connectivité écologique est parfois remise en question : efficacité non prouvée, manque d'études évaluatives et de suivis, balbutiements de l'outil (Heller et Zavelta, 2009). Malgré les critiques à l'égard de la connectivité écologique, il n'en demeure pas moins que son étude est essentielle, mais ambitieuse pour faciliter la réponse des organismes aux conséquences des changements globaux (fragmentation et changements climatiques).

Une nouvelle réflexion qui analyse de manière conjointe les changements climatiques et la fragmentation doit donc émerger (Kindlmann et Burel, 2008; Heller et Zavaleta, 2009), mais cette réflexion ne pourrait se faire sans questionner les modèles traditionnels où les réservoirs de biodiversité sont connectés par des corridors, le tout formant des continuités écologiques. Ce modèle est de plus en plus accepté et acquis par les acteurs du territoire (Heller et Zavaleta, 2009; Alphanbéry et autres, 2012; Vimal et autres, 2012). Toutefois, avec la réflexion scientifique qui avance et qui intègre les problèmes concrets de gestion, la matrice paysagère va devoir être prise en compte (Kindlman et Burel, 2008). Cela signifie une amélioration des espaces ordinaires comme les zones agricoles afin de maintenir ou de restaurer la connectivité fonctionnelle (Thompson et autres, 2011; Heller et Zavaleta, 2009; Hodgson et autres, 2009). De plus, il convient de se détacher de l'idée qu'à chaque territoire est associé un degré de connectivité. En effet, la connectivité peut varier selon le choix de la mesure, selon l'espèce ciblée et même selon les moments où les mesures sont réalisées (Kindlmann et Burel, 2009).

4.4.3 Les aires protégées et les changements climatiques

Avant d'aborder plus en profondeur la réflexion sur l'utilisation de la connectivité écologique, la pertinence des Aires protégées (AP) en contexte de changements climatiques mérite une attention particulière. Ces dernières ne sont en effet pas négligeables puisque 12,9 % de la superficie de la terre est contenue dans des AP (Jenkins et Joppa, 2009).

Les AP protègent la biodiversité déjà présente et accueillent certaines espèces affectées par les changements climatiques (Actu-Environnement, 2014).

Avant que la problématique des changements climatiques n'émerge, une recommandation forte était de maintenir une grande superficie des AP afin d'englober le plus d'espèces possible (Hannah et autres, 2007; Gibson et autres, 2009). Or, les enjeux des AP n'ont cessé d'évoluer, ce qui pose désormais de nouvelles questions. Avec la découverte des changements climatiques, il est acquis que les déplacements des espèces s'intensifient remettant en question le maintien des AP dû à leur fixisme. Les enjeux de conservation doivent donc dépasser les frontières des AP.

Ainsi, dans ce contexte élaborer les priorités de conservation reste un défi (Araújo et autres, 2004; Barber et autres, 2004; Hannah et autres, 2007).

La notion de corridor par la mise en connexion des AP prend tout son sens. Toutefois, cette solution connaît certaines limites :

- Trop peu de liens seraient réalisés entre la composante structurelle (organisation spatiale des réservoirs de biodiversité) et la composante fonctionnelle (réponses des espèces) (Thompson et autres, 2011).
- Les espaces périphériques aux AP contribuent à l'adaptation aux changements climatiques (Gibson et autres, 2009).
- La notion de corridor comme moyen de lutte contre la fragmentation ne s'applique pas à toutes les matrices paysagères (Thompson et autres, 2001).

Quoi qu'il en soit, les AP ne doivent pas être l'unique réponse aux changements climatiques. Comment les AP devraient-elles alors être repensées dans le contexte des changements climatiques? Doit-on multiplier le nombre des AP pour faciliter la répartition des espèces? (Hannah et autres, 2007) Plusieurs chercheurs tentent de répondre à ces questions.

Pour certains, la réponse passe avant tout par l'étude des déplacements des espèces selon des scénarii climatiques (Araújo et autres, 2004; Barber et autres, 2004). L'objectif est d'adapter les AP pour anticiper les conséquences liées aux changements (Barber et autres, 2004).

D'autres chercheurs mettent en avant la nécessité d'évaluer l'efficacité des AP dans différentes régions de la planète. Ainsi, c'est seulement après la mise en commun des résultats que la gestion des AP pourra être adaptée durablement aux changements climatiques (Hannah et autres, 2007). Malgré ces bonnes volontés scientifiques, les méthodes d'évaluation restent difficiles à élaborer. Une réflexion doit donc être approfondie sur le sujet. Finalement, les changements climatiques

seraient de puissants facteurs pour faire émerger des problèmes jusqu'alors passés sous silence. Par exemple, au Canada, l'interaction des changements corrélés aux enjeux sociopolitiques et écologiques a été un levier à la conservation de la biodiversité périphérique des AP (Gibson et autres, 2009).

Bien qu'essentielles, les AP ne seront pas suffisantes pour faire face d'un côté à la fragmentation et de l'autre aux changements climatiques. L'intégration des AP à d'autres stratégies de maintien de la biodiversité, telle que la TVB, est donc nécessaire.

4.4.4 Les réseaux écologiques et les changements climatiques

Inspirés de Vimal et autres (2012a), les réseaux écologiques se définissent pour ce travail comme suit : ensemble des continuités écologiques (réservoirs de biodiversité connectés par des corridors écologiques) d'un paysage donné. Cette mesure prend en compte, sans distinction, la nature ordinaire et remarquable. Les réseaux écologiques prennent tout leur sens dans des régions fortement anthropisées. Ils s'appliquent donc difficilement à des régions plus rurales où justement l'agriculture, bien qu'étant une activité anthropique, participe pleinement à l'hétérogénéité des paysages. D'autre part, la gestion des réseaux écologiques doit être concertée à l'aide d'une gouvernance-cadre.

Avec les politiques environnementales émergentes (dont la TVB en France), plusieurs modèles de réseaux écologiques plus ou moins complexes ont été développés (annexe 5 et 6). Pour ce travail, le modèle de réseau écologique choisi met en avant l'ensemble des corridors connectant les réservoirs de biodiversité dans une matrice paysagère donnée (figure 4.3).

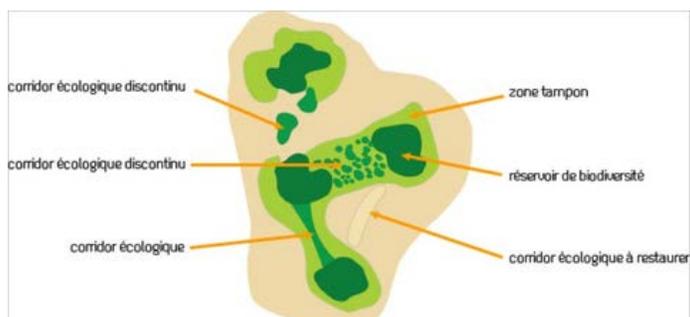


Figure 4.3 Représentation d'un réseau écologique (tirée de : DREAL-PACA, s.d.)

L'engouement pour les réseaux écologiques a très vite fait émerger de nombreuses originalités notamment dans la définition physique d'un corridor écologique. Ainsi, il existe une multitude de formes de corridors : création de parcs rectangulaires, protection de la ripisylve, mise en valeur des

voies de circulations et de terrains abandonnées, plantation de haies et création de zones refuges sur des exploitations agricoles (Heller et Zavaleta, 2009). D'autres spécificités se sont dessinées : corridors thermo-hygrométriques (température et humidité adaptées), corridors de « noir » (sans pollution lumineuse), corridors d'air propre (qualité de l'atmosphère sans pollution liée aux pesticides) et corridors de quiétude (Ravael, 2013).

Il n'en demeure pas moins que le concept même de corridor reste critiqué. En effet, ils sont avant tout issus de l'identification d'espaces linéaires entre les réservoirs de biodiversité. Ainsi, les corridors ne prendraient en compte ni les interactions entre les individus, ni l'hétérogénéité spatiale qui affectent les déplacements (Taylor et autres, 2006). De plus, les données empiriques seraient inexistantes et l'arrangement spatial des corridors inadaptés (Heller et Zavaleta, 2009).

En outre, cet outil peut soulever d'autres inquiétudes. Par exemple, certains chercheurs craignent que la transmission de maladies ou d'espèces invasives par les corridors soit facilitée (Heller et Zavaleta, 2009; Cheylan, 2014). Ce dernier point est d'autant plus considéré que les changements climatiques favoriseraient certaines espèces allogènes (étrangères). Des recommandations spécifiques doivent donc en découler pour éviter des erreurs de gestion. Il faut également souligner que si la notion de corridors s'applique bien aux paysages fortement anthropisés où ils sont primordiaux pour le déplacement des espèces, dans un paysage naturel et même semi-naturel l'identification de corridors écologiques n'est peut-être ni pertinente, ni possible. (Thompson, 2011) Dans un tel contexte, plusieurs questions-réponses peuvent éclairer la nécessité d'intégrer les effets des changements climatiques à la notion de réseau écologique. Comment concrètement prendre en compte les changements climatiques et orienter les corridors le long des gradients climatiques?

La réponse développée tout au long de cette revue de littérature est la suivante : les modifications climatiques provoqueront certainement une augmentation des migrations d'espèces. Or, les activités anthropiques peuvent altérer les corridors de migration, donc maintenir la connectivité est essentiel pour assurer les migrations.

Quelle méthode peut intégrer les changements climatiques aux réseaux écologiques? L'acquisition puis la protection des habitats, combinée à la mise en place de continuités écologiques, sont des stratégies qui seraient efficaces pour protéger durablement la biodiversité. Cependant, en parallèle il faut développer des incitatifs financiers notamment par rapport à l'agriculture dans l'objectif de faire augmenter le nombre de corridors et leur qualité.

Bien que de nombreuses espèces répondent positivement aux corridors écologiques, des courants alternatifs préfèrent cibler la superficie et la qualité de l'habitat. Pour ces scientifiques, la

conservation des habitats de haute qualité et celle des habitats hétérogènes, avec le contrôle des menaces anthropiques, devraient toujours être le premier effort pour maintenir la biodiversité. (Krosby et autres, 2010)

Concernant la restauration d'espaces naturels, là encore il est proposé de privilégier celle des plus grands (Hodgson et autres, 2009).

Ainsi, les deux approches développées (continuités écologiques et qualité de l'habitat) seraient toutes les deux nécessaires et de surcroît complémentaires dans le contexte des changements climatiques. La mise en place d'un réseau écologique nécessite tout d'abord la restitution dans le paysage des habitats, puis d'en évaluer la qualité en termes de réservoirs de biodiversité. C'est seulement après que la réflexion sur une mise en connexion de ces réservoirs de biodiversité pourra être initiée. (Thompson, 2011)

D'autres études vont plus loin dans le raisonnement. Avec l'appui de modèles bioclimatiques et de modèles de dispersions, des aires ont été identifiées comme inaptées à devenir les nouvelles aires climatiques d'accueil. Le résultat pour l'Europe du Nord entre 2020 et 2050 est préoccupant. (Vos et autres, 2008)

Pour d'autres encore, protéger la biodiversité passe par l'utilisation de trois descripteurs : les sites possédant des espèces remarquables, les grandes aires avec une haute valeur écologique et des paysages diversifiés à l'échelle régionale. La combinaison des descripteurs et d'indices de vulnérabilités permet ensuite de donner des priorités de conservation. (Vimal et autres, 2012b) Ces méthodes pourraient alors valider ou rejeter l'identification des réseaux écologiques et des aires protégées en contexte de changements climatiques.

Au-delà des critiques méthodologiques attribuées à la connectivité, une faiblesse d'un autre ordre est à déplorer : la coordination des acteurs et l'expertise collective doivent impérativement s'affirmer dans les stratégies de gestion. Une collaboration solide des parties prenantes est d'abord nécessaire pour l'identification des aires géographiques à enjeux. Une meilleure coordination rétablirait un degré de durabilité et l'efficacité des réseaux écologiques. (Heller et Zavaleta, 2009; Vimal et autres, 2012a) Ces collaborations s'illustrent actuellement au niveau national avec la mise en place de la politique de TVB et au niveau régional par la rédaction des SRCE. Cependant, l'intégration des changements climatiques y est indéniablement à approfondir (Berton et autres, 2014).

5 REGARDS CROISÉS DES EXPERTS

Dans ce chapitre, il s'agit de laisser la parole aux acteurs du territoire directement confrontés aux changements climatiques (tableau 5.1). Cette démarche vise à acquérir les connaissances locales et l'expertise du territoire liées à la problématique. Ces informations clés seront essentielles dans la proposition d'actions de gestion. Les différents secteurs abordés sont relatifs aux enjeux du département de l'Hérault, puis une dernière partie apporte un regard plus élargi sur la question.

Tableau 5.1 Répertoire des professionnels

Personne ressource	Fonction	Organisme
Carole Sainglas	Chargée de projet	CEN-LR
Benjamin Porte	Ingénieur	Institut Français de la Vigne et du Vin
William Trambouze	Chargé d'étude en viticulture	Chambre d'Agriculture de l'Hérault
Corentin Lhuillier	Chef de projet au service biodiversité en milieu agricole	Chambre d'Agriculture de l'Hérault
Karine Soulé	Directrice du département environnement, aménagement rural et agriculture	CG34
Jean Bassède	Direction de l'agriculture, de l'aménagement rural et foncier	CG34
Aline Baudouin	Chef du service biodiversité	CG34
Jean-Pierre Venture	Vigneron	AOP Languedoc
Kees Van Leeuwen	Chercheur	Bordeaux Sciences Agro
Gérard Barbeau	Chercheur	INRA d'Angers
Geneviève Teil	Chercheur	INRA de Versailles
Jean-Marc Ourcival	Ingénieur de recherche en écologie fonctionnelle	CEFE
Bertrand Fleury	Directeur de l'agence de l'Office National des Forêts Hérault-Gard	ONF
Daniel Cambon	Responsables techniques à l'ONF Hérault-Gard	ONF

Tableau 5.2 Répertoire des professionnels (suite)

Personne ressource	Fonction	Organisme
Daniel Secondy	Éleveur ovin	Domaine départemental de Roussières
Sylvain Micolas	Chargé de projet en élevage	Chambre d'Agriculture de l'Hérault
Marc Cheylan	Spécialiste de l'Herpétofaune	CEFE
Jean-Paul Salasse	Directeur des Écologistes de l'Euzière	Association des Écologistes de l'Euzière
Émilien Muin	Technicien en analyse cartographique	Conservatoire du littoral du Languedoc-Roussillon
Denis Millet	Directeur général des services	Communauté d'agglomération Euro Méditerranée
Alexandre Richard	Ingénieur à la Direction du développement littoral maritime	CG34

5.1 Le secteur viticole

Les viticulteurs perçoivent essentiellement l'impact des changements climatiques à travers la diminution de la qualité du vin, l'avancée des dates de récoltes et l'augmentation des maladies fongiques. En revanche, l'impact sur la biodiversité ordinaire des plaines viticoles ne semble pas être perçu. (Porte, 2014; Trambouze, 2014) Pourquoi est-il connu que les changements climatiques amplifient l'apparition de maladies fongiques, alors qu'aucun résultat sur les insectes ravageurs et la faune auxiliaire pouvant limiter les dégâts ne l'est? (Porte, 2014) La réponse est liée à l'aspect économique. En effet, les maladies fongiques sont financièrement plus lourdes à assumer en comparaison aux dommages causés par les ravageurs (Porte, 2014; Trambouze, 2014).

Autre fait : le déplacement des aires de répartition des vignobles sous l'influence des changements climatiques est souvent évoqué (Salase, 2014; Hannah et autres, 2013). Cependant, la plupart des professionnels ne perçoivent pas clairement cette évolution (Porte, 2014). De plus, certains scientifiques minimisent les conséquences de ces déplacements sur la biodiversité et sur la ressource en eau (Van Leeuwen et autres, 2013).

Lors du colloque de *Long term impacts and Adaptation to Climate Change in Viticulture and Enology* (LACCAVE), un chercheur de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) d'Angers affirme que les viticulteurs ont la capacité d'adapter leurs pratiques agricoles aux modifications environnementales (Barbeau, 2014). Pour certains, cette adaptation est entièrement liée à la qualité de la profession (Venture, 2014; Barbeau, 2014). Toutefois pour d'autres, elle est souvent guidée par les intérêts de la recherche agronomique (Porte, 2014). Ainsi, plutôt que

d'affecter les acquis socioculturels et économiques (notion de cépages français), les investissements sont surtout mis à disposition de la recherche sur les adaptations techniques et sur l'amélioration du matériel végétal (Porte, 2014; Van Leeuwen et autres, 2013; Teil, 2014; Barbeau, 2014). Les viticulteurs risquent alors de s'inscrire uniquement dans une démarche à court terme portant préjudice à la biodiversité.

Ainsi, en viticulture, les recommandations d'adaptation ou d'anticipation sont avant tout guidées par les intérêts économiques (Porte, 2014; Van Leeuwen et autres, 2013; Teil, 2014; Barbeau, 2014). En contrepartie, l'anticipation des effets sur la biodiversité n'est pas étudiée (Trambouze, 2014). Par exemple, les conséquences potentielles d'un déplacement des vignobles sur des milieux naturels sont très peu considérées.

Malgré ces constats, à l'échelle de l'Hérault, des actions sont mises en place par le CG34, le CEN Languedoc-Roussillon (CEN-LR) et en collaboration avec les viticulteurs des côtes de Thongue. La démarche d'autodiagnostic permet aux vigneron de suivre la qualité de l'eau et de la biodiversité sur leurs terres. Par la suite, le développement des mesures agro-environnementales (haies brise-vent, bandes enherbées et mares) tente de favoriser le maintien de la biodiversité ordinaire (Sainglas, 2014; Porte, 2014; Baudouin et Morvan, 2014). Au niveau de l'Étang de l'Or, la démarche initiée par la Chambre d'Agriculture est similaire. Un guide de la biodiversité en agriculture oriente les viticulteurs et plus largement les agriculteurs dans leurs pratiques (Lhuillier, 2014). Ce type d'opérations semble très bien se développer en Hérault (Baudouin et Morvan, 2014; Porte, 2014). Néanmoins, certains chargés de mission notent la persistance d'un fossé entre le monde agricole et celui des gestionnaires en environnement (Sainglas, 2014). Ainsi, l'intégration des changements climatiques dans les actions d'adaptation et d'anticipation sera difficile. En effet, cet ajout peut représenter une contrainte supplémentaire pour les viticulteurs (Bassède, 2014).

5.2 La forêt méditerranéenne

Selon les observations du directeur de l'agence de l'Office National des Forêts (ONF) Hérault-Gard, les impacts des changements climatiques sur la biodiversité n'ont pas été détectés à ce jour. Seulement les observations à long terme donneront un résultat exact. De plus en France, la majorité des forêts sont privées et ne font donc pas partie de la gestion ONF. Ainsi les suivis en termes de changements climatiques sont peu courants en foresterie. (Fleury, 2014)

Selon un des responsables techniques de l'ONF, les impacts des changements climatiques sur la gestion forestière ne représentent pas une priorité. D'après ce professionnel, des variations de la biodiversité sont observées sans être dues aux changements climatiques. Cette variation serait principalement liée à l'évolution des habitats et des pratiques. Selon lui, les espèces des milieux ouverts régressent, mais au bénéfice de nouvelles. (Cambon, 2014) Un ingénieur de recherche travaillant dans le domaine, affirme bel et bien que dans l'Hérault les changements climatiques n'ont pas encore provoqué de modifications importantes telle que la mortalité massive des ligneux. Néanmoins, impliqué dans les projets tenus à la station expérimentale de Puéchabon, cet interlocuteur attire l'attention sur les modifications qui sont d'ores et déjà en cours. Bien qu'il soit encore facile de contrebalancer la diminution des précipitations, la situation devrait s'inverser dans les années à venir. La résilience des ligneux risque d'être fortement diminuée après des événements climatiques extrêmes tels que des périodes de canicules et de sécheresses longues. Avec la fermeture des milieux, le risque et l'intensité des incendies augmenteraient. Cet ingénieur déplore alors un manque de coordination entre la science et l'ONF. (Ourcival, 2014) En effet, les travaux menés à Puéchabon fonctionnent sur le long terme, qui est justement une notion centrale en foresterie (Fleury, 2014).

Ces différents points de vue viennent confirmer que la perception et l'appropriation des impacts des changements climatiques sont relativement difficiles et différentes entre les acteurs. Cela tient en partie au fait que le forestier travaille sur un pas de temps long et que les facteurs externes (évolution des habitats et des pratiques) ajoutent un degré de complexité mal évalué. En revanche, des mesures d'anticipation sont prises comme dans les Hauts cantons héraultais. Les forestiers y privilégient désormais la plantation de sapins Nordmann (*Abies nordmanniana*) moins sensibles aux sécheresses par rapport au sapin pectiné (*Abies alba*). D'autres méthodes sont appliquées telles que le choix d'essences durables et l'approfondissement des connaissances sur de nouvelles essences. À ce jour les actions déjà mises en place pour protéger la biodiversité ne semblent pas avoir été perturbées par les effets des changements climatiques. (Fleury, 2014) Ainsi, la phase d'expérimentation à Puéchabon pourrait bien guider les modes de gestion forestière. Toutefois, il faudra attendre que les gestionnaires et les forestiers se soient appropriés la notion d'anticipation et pas seulement celle d'adaptation.

5.3 Le pastoralisme

L'éleveur ovin exerçant son activité au domaine de Roussières, a pu constater une baisse de la qualité des pâtures suite aux fortes canicules des années 2000. Pour lui, les changements climatiques sont réels, mais il existerait aussi d'autres facteurs agissant sur le maintien de la biodiversité : la diminution des milieux ouverts, le manque d'entretien des mares qui se combent, l'abondance des sangliers qui ravagent les mares par piétinements et se nourrissent occasionnellement d'amphibiens et de reptiles. De plus, selon lui les traitements antiparasitaires appliqués au troupeau sont d'une grande dangerosité pour la biodiversité qui se trouve au sol. (Secondy, 2014) Ces pratiques pastorales seraient en effet responsables de la diminution des populations de reptiles par le biais des insectes (Cheylan, 2014). En réalité, peu d'études sont réalisées sur l'impact de ces produits sur la faune. Néanmoins, les constats actuels ne peuvent être niés plus longtemps, d'autant plus que les espèces concernées sont également sensibles aux changements climatiques.

Concernant la gestion et le suivi des mares, il existe un manque important de communication avec les naturalistes puisque cet éleveur n'est pas impliqué dans les inventaires réalisés sur le domaine (le souhaite-t-il vraiment?). De même, l'interlocuteur avoue entretenir lui-même les deux mares de Roussières. La fréquence de l'entretien serait de deux à trois ans et jugé selon lui « non impactant pour la biodiversité ». (Secondy, 2014) Il est évident qu'une gestion appropriée et encadrée doit être conduite afin de maintenir un volume et une qualité d'eau acceptable.

Pour la Chambre d'Agriculture, le manque d'entretien des mares est solidement lié à la déprise agricole. En effet, autrefois les mares étaient régulièrement entretenues puisqu'elles correspondaient aux seuls points d'abreuvement pour le troupeau. Le nettoyage était un travail collectif selon des techniques et des pratiques non mécaniques. Aujourd'hui, le réseau hydrique permet d'installer des abreuvoirs. D'après cet interlocuteur, les gestionnaires limiteraient considérablement l'accès aux mares par le troupeau. Cela ne serait pas la seule contrainte imposée aux éleveurs, par exemple certains cahiers des charges pour les éleveurs en zones Natura 2000 ne seraient pas financièrement applicables. Le même discours est utilisé en ce qui concerne la diminution de l'utilisation des produits antiparasitaires. Selon lui, l'enjeu économique est plus important pour assurer la santé des animaux que l'enjeu de protection de la biodiversité. De plus, d'après la Chambre d'Agriculture, l'impact des produits phytosanitaires ne serait que ponctuel parce qu'ils sont appliqués ponctuellement. (Micola, 2014)

Les changements climatiques semblent être perçus par certains professionnels de la filière agropastorale notamment à travers la perte de qualité des pâtures. Malgré quelques divergences entre les éleveurs et la Chambre d'Agriculture, tous s'accordent à dire qu'il existe des enjeux de biodiversité à préserver même si le lien avec les changements climatiques est difficile à percevoir.

5.4 Les systèmes littoraux

Selon tous les acteurs interrogés, le littoral reste indéniablement la priorité dans un contexte de changements climatiques. De plus, les caractéristiques du littoral languedocien (basse altitude et plages sableuses) le rendent particulièrement vulnérable aux submersions marines (Richard, 2014). Progressivement, cela tend à faire disparaître le cordon dunaire derrière lequel des aménagements sont installés. Avec l'élévation du niveau de la mer, les étangs littoraux augmenteraient en volume et en superficie. Ainsi, pour certaines zones héraultaises la reconstruction du cordon dunaire ne serait même pas envisageable. Ces transferts de vulnérabilité provoquent progressivement une « perte sèche de biodiversité ». (Salasse, 2014)

Malgré l'action du Conservatoire du littoral du Languedoc-Roussillon, le repli stratégique est envisagé pour plusieurs municipalités (Muin, 2014). Ainsi, ce sont de nombreux enjeux qui sont touchés, dont ceux liés à la biodiversité.

Bien que les intérêts touristiques semblent être privilégiés, il s'agit d'un problème d'intérêt général où la compréhension entre les parties prenantes est fastidieuse. (Millet, 2014) Le maintien de la biodiversité a-t-il alors encore une chance de s'inscrire dans la problématique? Le regard d'un ingénieur à la Direction du développement littoral maritime au CG34 permet d'apporter des éléments de réponses. Il constate en effet une prise de conscience et l'implication des élus. Ces acteurs sont soutenus financièrement et techniquement par le CG34. En parallèle, l'utilisation de nouvelles technologies permet d'adapter les travaux aux caractéristiques du littoral. Les stratégies actuellement menées sont de deux types. La première implique le recul des activités socioéconomiques (campings de Vias) ou des voies de communication (lido de Carnon ou de Sète). La seconde est une stratégie de transition dont l'efficacité dure entre dix et vingt ans. Du sable est importé afin de recharger la plage érodée. La DREAL réalise des études sur le site d'extraction. Si un impact à la biodiversité est avéré, alors des compensations écologiques sont mises en place. (Richard, 2014)

5.5 Pour aller plus loin

Cette section vient alimenter la réflexion autour des notions de perception, d'appropriation, d'adaptation et d'anticipation des changements climatiques. Il s'agit de savoir comment les gestionnaires, les acteurs locaux, les institutions, les scientifiques et plus simplement la population ressentent les changements climatiques et leurs conséquences sur la biodiversité.

5.5.1 La perception et l'appropriation des changements climatiques

De manière générale, un fossé s'est creusé et ne cesse de perdurer entre la complexité scientifique des changements climatiques et la simplicité de son ressenti.

La question de la diffusion des informations est donc centrale. Comment communiquer les résultats, issus de technologies complexes, globalement incomprises de la population? Par exemple, la compréhension des rapports volumineux du GIEC n'est évidemment pas accessible à tous. De plus, les résultats et parfois les incertitudes du GIEC sont utilisés pour alimenter des idées trop alarmistes ou à contrario pour appuyer des discours climato-septiques. (Turpin, 2012) En effet, les rapports du GIEC ne sont pas à destination du public. Qui est chargé d'informer le public de ces rapports et de quelle manière cela est-il fait? Le manque de réponse à ces questions traduit un abîme entre l'identification des enjeux et le grand public.

Ceci peut donc expliquer la difficulté de la population à comprendre clairement les changements climatiques et ce qu'ils impliquent. En outre, la complexité des changements climatiques s'exprime également dans le monde scientifique. En effet, bien que ce soit la communauté scientifique qui ait donné l'alerte (Bert et Erikson, 1958), certains chercheurs n'hésitent pas à remettre en question la nature anthropique de la source du problème : « le climat change comme il l'a toujours fait » (Turpin, 2012). D'autre part, les scientifiques reconnaissent majoritairement des changements dans la biodiversité : modifications phénologiques, modification de la dynamique des insectes, des feux, de l'hydrologie et de la distribution spatiale des espèces (Hagerman et Satterfield, 2014). Toutefois, les facteurs anthropiques et le temps de latence entre le forçage climatique et la conséquence compliquent la perception des changements par les scientifiques (Seguin, 2007). Pour traiter le problème, ils utiliseraient alors prioritairement les modèles de prédictions climatiques. Or, ce type de méthodes admet de nombreuses incertitudes liées aux scénarii utilisés. (Kindlmann et Burel, 2008 ; Heller et Zavaleta, 2009)

Les gestionnaires sont les interlocuteurs directs des acteurs locaux (élus, agriculteurs, chasseurs et propriétaires). Leurs observations fournissent donc une perception originale des changements

climatiques. Toutefois, de manière générale les études démontrent que les gestionnaires ont de réelles difficultés à s'approprier la problématique (Heller et Zavaleta). De nouvelles méthodes tentent alors d'y remédier, notamment en valorisant l'expertise qu'ils ont du territoire (Cross et autres, 2012).

Les institutions, ici représentées par le CG34, savent que les élus n'ont pas tous le même regard en matière d'environnement. Par conséquent, il est difficile de fédérer toutes les parties prenantes autour d'un même objectif, d'autant plus que les changements climatiques apportent de nouvelles complexités. Néanmoins, le CG34 tente d'intégrer chaque protagoniste à la gestion concertée. Ainsi, les scientifiques sont sollicités, tandis que les élus sont informés et que les gestionnaires sont soutenus financièrement dans les actions menées (Baudouin et Morvan, 2014).

5.5.2 Les solutions d'adaptation et d'anticipation aux changements climatiques

Les scientifiques proposent de nombreuses recommandations d'adaptation ou d'anticipation pour faire face aux impacts des changements climatiques sur la biodiversité. Or, elles s'appuient essentiellement sur des principes généraux où seules les données écologiques sont utilisées. Ainsi, 30 % seulement des recommandations scientifiques préconiseraient des actions concrètes et rapidement opérationnelles. Ce qui amène inévitablement les gestionnaires à occulter les changements climatiques des plans de gestion. (Heller et Zavaletta, 2009)

D'autre part, certains gestionnaires auraient tendance à croire que tous les efforts pour maintenir la biodiversité face aux changements climatiques sont réalisés. Il s'agit du maintien des fonctions écosystémiques, de l'amélioration du suivi des programmes, du contrôle des espèces envahissantes et de celui des pollutions. Ces mesures sont essentielles, mais sont-elles adaptées aux changements climatiques? D'autres gestionnaires proposent des mesures innovantes telles que le déplacement assisté d'espèces : « *translocation* ». Or, cette question est régulièrement sujette à débat dans le monde scientifique (McLachlan et autres, 2007; Minter et Collins, 2010).

Dans un même ordre d'idée, d'autres misent sur l'amélioration de la diversité génétique pour augmenter la capacité adaptative des espèces. Néanmoins, les réglementations, les demandes institutionnelles et les directives actuelles limitent fortement ces mesures novatrices d'anticipation. (Heller et Zavaletta, 2019)

Pour trouver un juste milieu entre des mesures essentielles, mais peu novatrices et des mesures plus innovantes, mais non conformes aux attentes des politiques actuelles, l'appui de l'expertise locale

apparaît aujourd'hui comme une évidence (Berton et autres, 2014). Ainsi, plutôt que de continuer à sophistiquer la science, une des solutions serait de s'appuyer sur les connaissances du territoire délaissées ces dernières années (Cross et autres, 2012). C'est en partie pour cette raison que l'analyse qui va suivre prend non seulement en compte les résultats de la revue de littérature, mais aussi les avis des experts ci-dessus mentionnés. De même, l'expertise collective doit être mise en avant. En effet, si l'ensemble des acteurs a une vision commune de la problématique et un même objectif, alors celui-ci sera d'autant plus vite atteint.

6 ESPACES PRIORITAIRES DE TRANSITION ÉCOLOGIQUE

D'après la revue de littérature et les experts, dans le contexte des changements climatiques les espèces seront confrontées à la modification de leur environnement. Elles doivent alors s'adapter localement en répondant par des déplacements. Anticiper les conséquences des changements climatiques nécessite donc d'identifier les espaces d'un territoire qui faciliteraient le déplacement des individus et les flux de gènes entre les populations. Cette anticipation passe également par l'identification des espaces où la fragmentation des habitats pourrait justement faire obstacle à ces déplacements.

Dans ce contexte, il convient d'identifier les gradients climatiques, ou zones de transition climatique, qui permettraient aux espèces de se déplacer et de se maintenir dans leur niche climatique. L'analyse des menaces climatiques fournie donc aux décideurs la localisation des espaces de transitions, pertinente dans ce contexte. De même, les continuités écologiques définies dans le cadre de la TVB offrent un cadre rigoureux pour cette analyse.

6.1 L'identification de la matrice paysagère agricole

La connaissance du territoire commence par celle de l'occupation de son sol. Cependant, l'expertise des gestionnaires pour les espaces naturels et pour les usages des terres reste un élément indispensable dans l'identification des espaces importants pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques. Ainsi, les entretiens réalisés seront d'une grande aide. De même, à l'aide des données spatiales issues des travaux du CEFÉ (en collaboration avec le CEN-LR, Meridionalis et l'Office pour la protection des insectes (Opie)), les unités agro-paysagères développées mettent en évidence deux territoires agricoles dominants : le paysage viticole et le paysage lié à l'agro-pastoralisme (Letourneau et autres, 2014). Ces deux productions, bien qu'essentielles aux déplacements des espèces, ont traversé différentes périodes de crise économique (Micola, 2014; Trambouze, 2014). Leur maintien et leur valorisation vont donc de pair avec celle de la biodiversité.

La viticulture représente plus de 60 % de la surface agricole du Languedoc-Roussillon, les enjeux socio-économiques y sont donc de taille (Chambre d'Agriculture, 2008). Néanmoins, la matrice viticole héraultaise n'est pas uniforme à travers le territoire (figure 6.1). L'ouest du département dispose d'un patrimoine viticole important notamment avec de nombreux domaines produisant un vin labellisé d'Indication Géographique Protégée (IGP) (annexe 7). Il s'agit alors d'un territoire

composé de plaines et de coteaux viticoles en mosaïque avec d'autres cultures. À l'est et au nord du département, la viticulture est plus souvent associée à d'autres cultures. Cette mosaïque est alors composée de vignes, de cultures céréalières, de vergers, de cultures maraichères d'oliveraies et de garrigues. Des vins labellisés IGP y sont également produits (Vicomté d'Aumelas et Saint-Guilhem-le-Désert) (Pays d'Hérault, 2014). Cette mosaïque de milieux confère au paysage viticole héraultais un intérêt important en termes de biodiversité. Par ailleurs, des actions en faveur de la biodiversité liées aux pratiques agricoles sont menées de concert entre le CEN-LR, le CG34 et la fédération héraultaise des IGP. Ainsi, dans le cadre du programme AgriBiodivEau les viticulteurs volontaires de l'IGP côtes de Thongue diagnostiquent, puis suivent la biodiversité dans leurs parcelles. L'objectif de la démarche est de valoriser la biodiversité de cette matrice agricole prédominante en Hérault. (Sainglas, 2014)

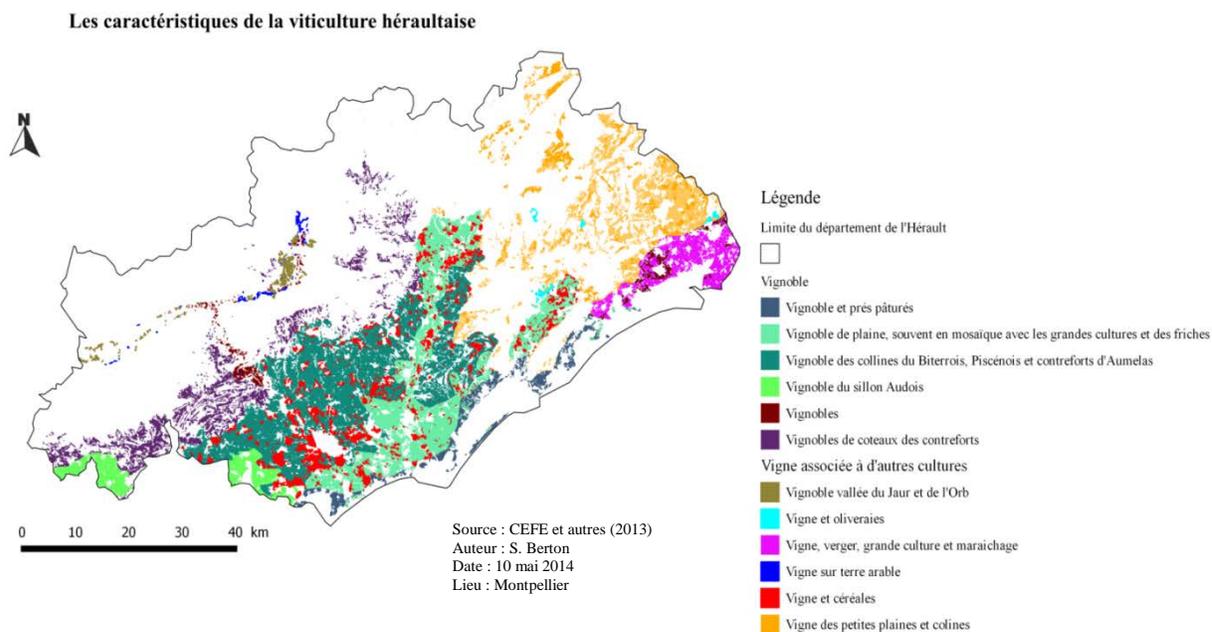


Figure 6.1 Carte du paysage viticole héraultais

La filière agro-pastorale joue elle un rôle clé dans la conservation du patrimoine culturel, la lutte contre les incendies et la fermeture des milieux de forte importance écologique (Le Collectif des Garrigues, 2013). L'élevage ovin a fait face à de nombreuses crises profitant à l'élevage bovin. Aujourd'hui, la filière ovine se maintient et la surface pâturée reste stable. Malgré le rôle atténuateur du pastoralisme, la reforestation des milieux ouverts suit son cours (Micola, 2014). Le pastoralisme s'établit entre la garrigue et le causse du Larzac situé à plus haute altitude (annexe 8).

Quatre types de couverts végétaux sont caractéristiques de cette forme de pastoralisme (figure 6.2) : les pelouses, les landes (herbacées, herbacées fermées ou ligneuses), les taillis et les bois (clairs, de broussailles, de tapis herbacés ou de sous-bois épais) (Le Collectif des Garrigues, 2013).

Ainsi, au regard de ces deux grandes matrices paysagères du département de l'Hérault, il s'agit dans cet essai d'identifier les continuités écologiques en termes de grands ensembles fonctionnels, de transitions écologiques.

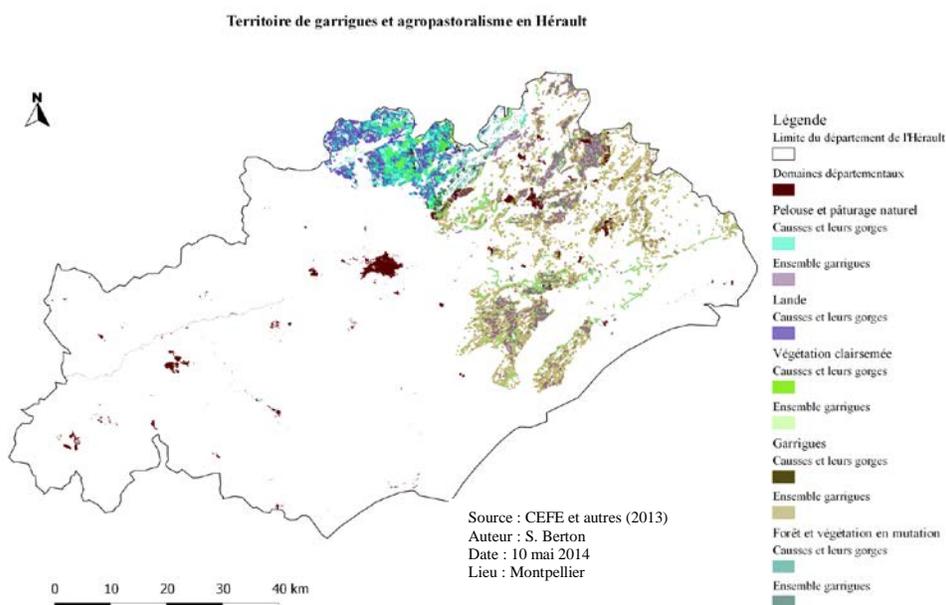


Figure 6.2 Carte du paysage agro-pastoral des garrigues, des causses et de leurs gorges

6.2 Les espèces inféodées aux paysages agricoles héraultais

La connaissance du territoire passe aussi par celle de la biodiversité associée qu'elle soit jugée ordinaire ou remarquable. Les espèces méditerranéennes françaises ont été confrontées à des critères de vulnérabilité aux changements climatiques (partie 4.3.3) (Chuine, 2014; Usher, 2005; Salasse, 2014; Cheylan, 2014). Suite aux entretiens, il a pu être constaté que ce sont les espèces de l'entomofaune (odonates, papillons, criquets) et de l'herpétofaune (reptiles et amphibiens) qui seraient les plus sensibles aux changements climatiques en région méditerranéenne française. En effet, ces deux groupes taxonomiques inféodés au paysage viticole et agro-pastoral subissent actuellement de nombreuses menaces comme l'assèchement des zones de reproduction, la perte de leurs milieux et la fragmentation de leurs habitats. À l'avenir, les menaces risquent très fortement

d'être amplifiées par la baisse des précipitations et les canicules. Ainsi, les changements climatiques apporteraient de nouvelles conditions environnementales représentant une contrainte d'adaptation supplémentaire pour ces espèces.

Dans la matrice viticole, l'emblématique Lézard ocellé (*Timon lepidus*) et le Crapaud calamite (*Bufo calamita*) sont des espèces relativement bien représentées (annexe 9). Le Lézard ocellé étant également inféodé aux milieux ouverts, il est aussi très présent dans le paysage pastoral au nord-est de l'Hérault. Cette zone constitue sa limite nord de répartition, tout comme pour le Seps strié qui est un petit reptile également inféodé aux milieux ouverts et agricoles (annexe 10). Dans le paysage pastoral, un large panel d'amphibiens prend également place, dont les plus sensibles aux changements climatiques sont : l'Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*), le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripipes*) et le Triton marbré (*Triturus marmoratus*) (annexe 11).

Cette analyse a bénéficié de l'appui de données spatiales issues d'observations faunistiques enregistrées depuis l'année 2000. Les localisations ont été fournies par des spécialistes de l'herpétofaune du CEFE. À la suite d'un contre temps, les informations liées à l'entomofaune n'ont pas pu être incluses à l'essai. L'herpétofaune y sera donc uniquement traitée.

6.3 Les politiques environnementales et les mesures de protection

Pour mettre en place des actions de gestion pertinentes, le processus décisionnel ne peut s'affranchir ni des politiques environnementales, ni des mesures de protection déjà mises en application sur le territoire. Afin d'avoir une connaissance complète du territoire, la localisation des mesures de protection est donc également considérée (annexe 12). Or, l'intervention du CG34 est limitée aux propriétés départementales (ENS) gérées par lui-même (annexe 13) (Baudouin et Morvan, 2014). À ce titre, le paysage agro-pastoral caractéristique du nord-est de l'Hérault comprend six domaines départementaux : Castellet-Portail-Prunarede, la Vernède, les Lavagnes, la Font du Griffé, Cazarils-Roussières et Travers de l'Hérault. En revanche, dans le vaste paysage viticole aucune mesure de protection ne peut être localisée de cette manière.

Dans l'Hérault, la politique nationale de TVB ne s'applique pas encore, mais le plan de gestion AGIR anticipait déjà en 2011 son application locale (CG34 et le CEN-LR, 2011). Pour déterminer les continuités écologiques du SRCE, la méthodologie développée par le CEFE s'appuie sur des indicateurs dont la combinaison fournit un indice d'importance écologique et un indice d'empreinte humaine (Letourneau et autres, 2014). La confrontation de cette méthodologie avec les sept sous-

trames structurant la TVB à l'échelle nationale (*Décret n° 2012-1492 relatif à la TVB*) (annexe 14) permet de spatialiser les enjeux associés aux continuités écologiques en Languedoc-Roussillon.

Dans le cadre de l'essai, les sous-trames liées à l'herpétofaune ont été ajoutées à la cartographie (tableau 6.1). Cela participe à l'identification des transitions écologiques prioritaires. Cette méthode s'applique aisément au paysage agro-pastoral composé des ENS. Toutefois, concernant le paysage viticole, une approche utilisant la matrice sera préférée pour l'identification des transitions écologiques. En effet, l'étalement de ce paysage ne permet pas, avec la méthode des sous-trames, d'analyser sa totalité.

Tableau 6.1 Espèces vulnérables aux changements climatiques et leurs milieux (données tirées de : Cheylan, 2014)

Taxon	Espèce	Paysage	Sous-trame
Reptiles	Lézard ocellé	Viticole et agro-pastoral de garrigue	Cultures pérennes
	Seps strié	Viticole et agro-pastoral de garrigue	Milieus ouverts
Amphibiens	Crapaud calamite	Viticole	Milieus ouverts
	Alyte accoucheur	Agro-pastoral de garrigue	Milieus semi-ouverts
	Pélobate cultripède	Agro-pastoral de garrigue	Milieus semi-ouverts
	Triton marbré	Agro-pastoral de garrigue	Non définie

6.4 Le gradient climatique de l'Hérault et son évolution

L'identification des transitions écologiques se réalise selon : les caractéristiques du paysage, les espèces inféodées et les sous-trames pertinentes à l'essai. Dans cette section, les prévisions climatiques sont également utilisées pour connaître la priorité, en termes d'actions, des transitions écologiques. Actuellement en Hérault, les plus gros cumuls de pluies (1200mm/an) sont localisés dans le nord du département (figure 6.3). En se déplaçant vers le sud, ils diminuent progressivement pour atteindre 400mm/an dans l'extrême sud-ouest du département. Les températures, sont fraîches à froides dans le nord, tout en augmentant vers le sud. Sur le littoral et dans l'extrême sud-ouest, elles sont douces à chaudes.

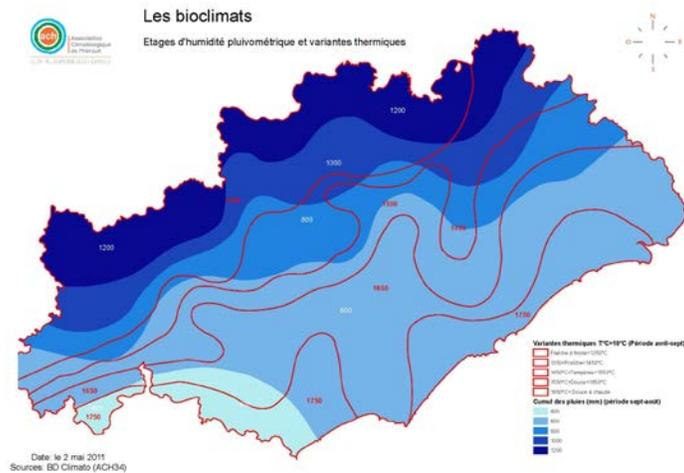


Figure 6.3 Carte des cumuls de pluies annuels et des variantes de températures de l'Hérault
(tirée de : l'Association climatologique de l'Hérault (ACH34), 2011b)

Depuis une décennie, il a été constaté que les très fortes canicules concernent surtout le centre de l'Hérault d'est en ouest. En revanche, ces dernières décennies la diminution des précipitations touche particulièrement le sud-ouest et le nord de l'Hérault, bien que ce dernier soit la zone la plus humide du département. (ACH34, 2011b) Ces constats reflètent deux grandes évolutions climatiques en Hérault : l'augmentation du nombre de jours de fortes chaleurs en période estivale (supérieurs à 35 °C) (figure 4.1) et la diminution des cumuls annuels de précipitations (figure 4.2). Or, selon la revue de littérature, ces phénomènes tendraient à s'accroître dans le temps. Il s'agit donc de privilégier le paysage viticole (figure 6.4) et pastoral (figure 6.5) situés dans les zones les plus touchées.

Paysage viticole et gradient climatique de l'Hérault

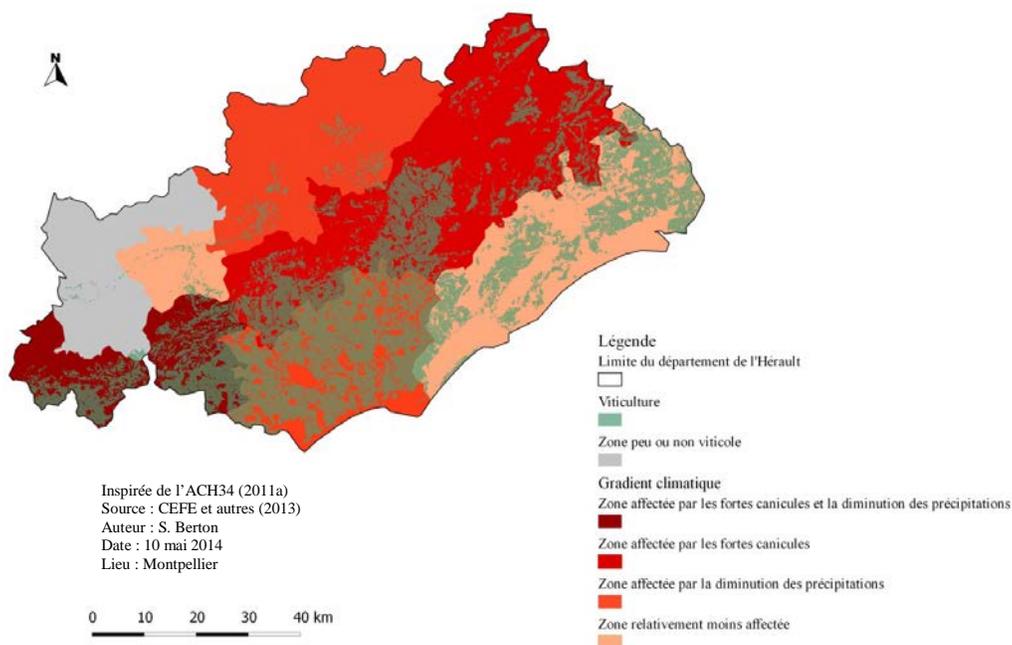


Figure 6.4 Carte des zones viticoles les plus impactées par les changements climatiques

Dans le paysage viticole du centre de l'Hérault et particulièrement au centre-ouest, les conditions environnementales risquent d'être modifiées (figure 6.4). Une des conséquences déjà observables est le déplacement des vignobles vers les plaines mieux irriguées (Hannah et autres, 2013; Salasse, 2014). Toutefois, la recherche agronomique permettrait de ralentir (un certain temps) le phénomène (Schultz, 2014). En revanche, les espèces déplaceraient probablement leur aire de répartition vers des milieux viticoles du littoral ou des plaines à l'est de l'Hérault (Salasse, 2014). Dans ce contexte, l'utilité des continuités écologiques fixées par le SRCE reste évidente.

Pour le paysage pastoral, les zones jugées de première importance se situent à l'est du département, où une interface climatique existe (figure 6.5). Au vu des ENS qui y sont présentes (figure 6.6), il a été jugé pertinent d'associer cette protection foncière à la problématique. Également situées à une interface d'altitude, le différentiel climatique serait d'autant plus évident dans les six ENS. Ainsi, cette transition écologique représente pour les espèces une réelle opportunité de déplacement vers de plus hautes altitudes moins impactées par les changements.

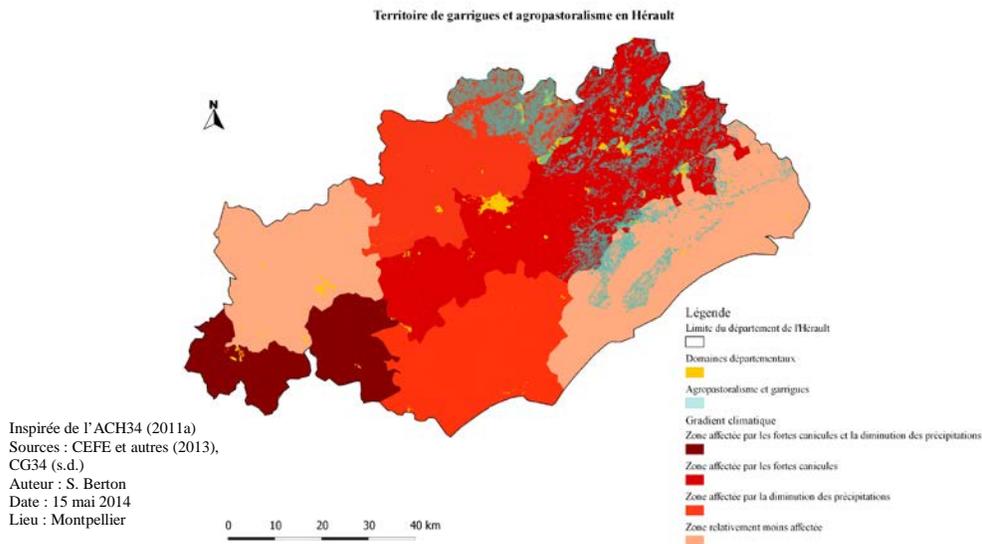


Figure 6.5 Carte des zones d'agro-pastoralisme en garrigues et en causses sur le gradient climatique

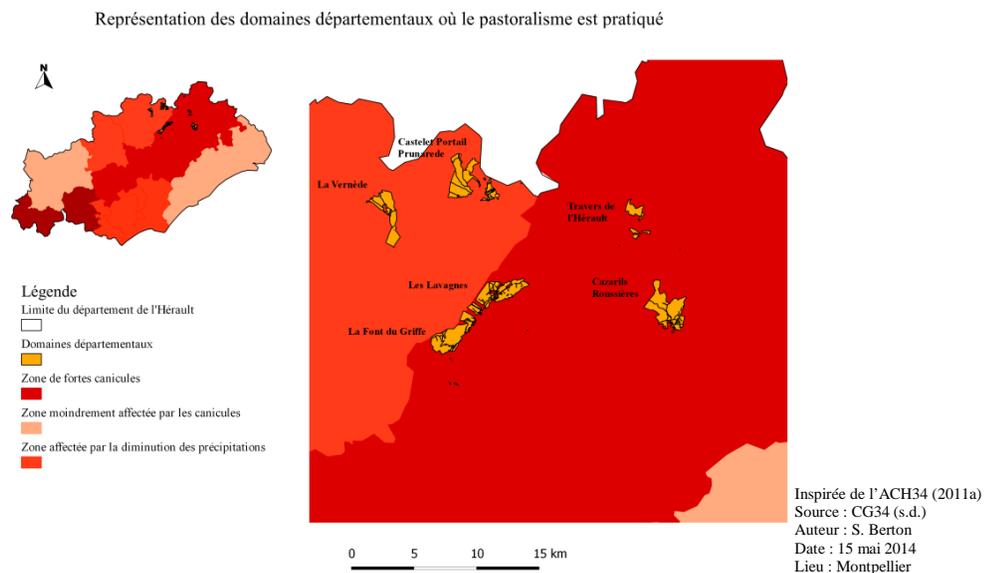


Figure 6.6 Carte des propriétés départementales de l'Hérault liées au pastoralisme selon le gradient climatique

Finalement, l'analyse croisée, des sous-trames de chaque paysage et du gradient climatique héraultais, permet de localiser plus précisément les menaces climatiques.

Pour le paysage agro-pastoral, il apparaît clairement que le domaine des Lavagnes et de la Font du Griffon sont précisément sur l'interface climatique (figures 6.7 et 6.8). En revanche, les domaines de Cazarils-Roussières et de Travers de l'Hérault seraient plutôt concernés par l'augmentation des

canicules. Plus au nord, les domaines de la Vernède et de Castelet-Portail-Prunarède seraient touchés par la diminution des précipitations de ces dernières décennies.

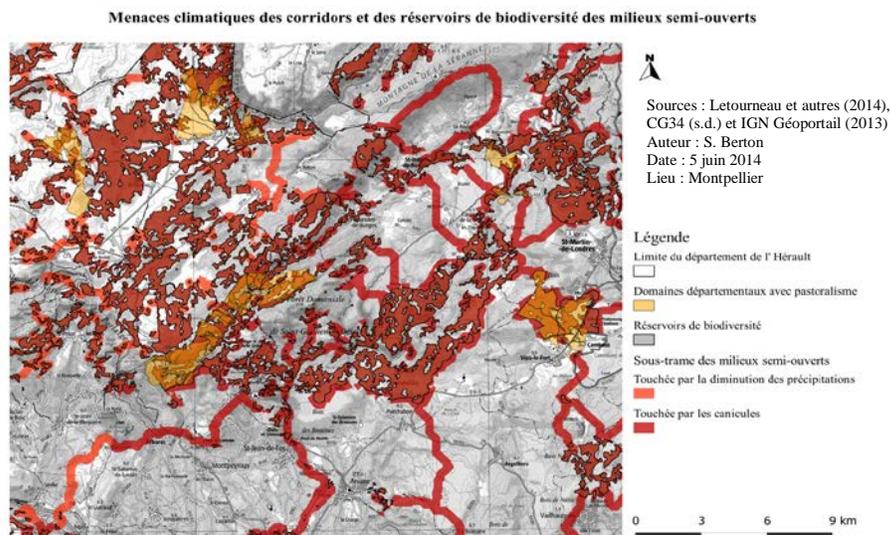


Figure 6.7 Carte des continuités écologiques des milieux semi-ouverts et leurs menaces climatiques

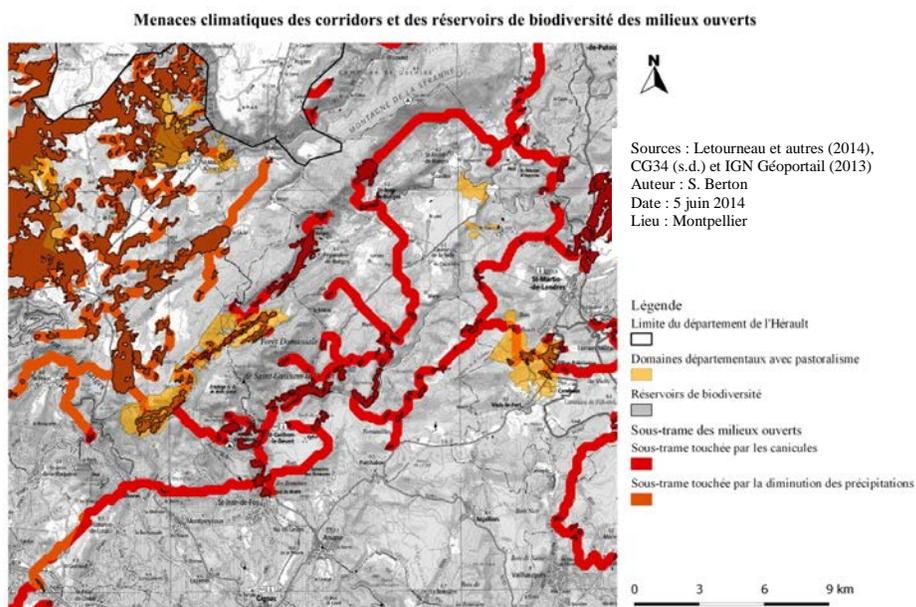


Figure 6.8 Carte des continuités écologiques des milieux ouverts et leurs menaces climatiques

Concernant le paysage viticole, l'analyse révèle que l'intensité des menaces climatiques dans les continuités écologiques est très variable (figure 6.9). Les plus menacées sont situées à l'extrême ouest du département dans le Minervois. Néanmoins, au regard de l'étalement viticole (figure 6.4),

les continuités écologiques attribuées ne doivent pas être le seul outil pour identifier les espaces de transition dans ce paysage. Ainsi, le croisement de la matrice viticole et du gradient climatique donne un résultat nettement plus complet (figure 6.10). Au regard de la figure 6.10, l'ouest viticole du département est la zone la plus critique en termes de sécheresse. Quel y sera l'avenir de la production et quel impact cela entrainera-t-il sur la biodiversité?

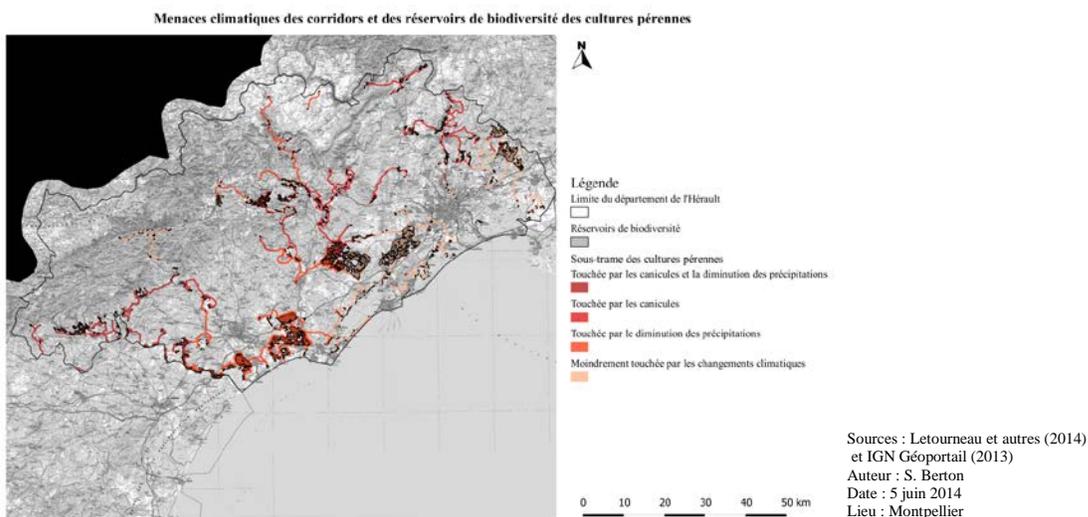


Figure 6.9 Carte des continuités écologiques de la sous-trame des cultures pérennes selon les menaces climatiques

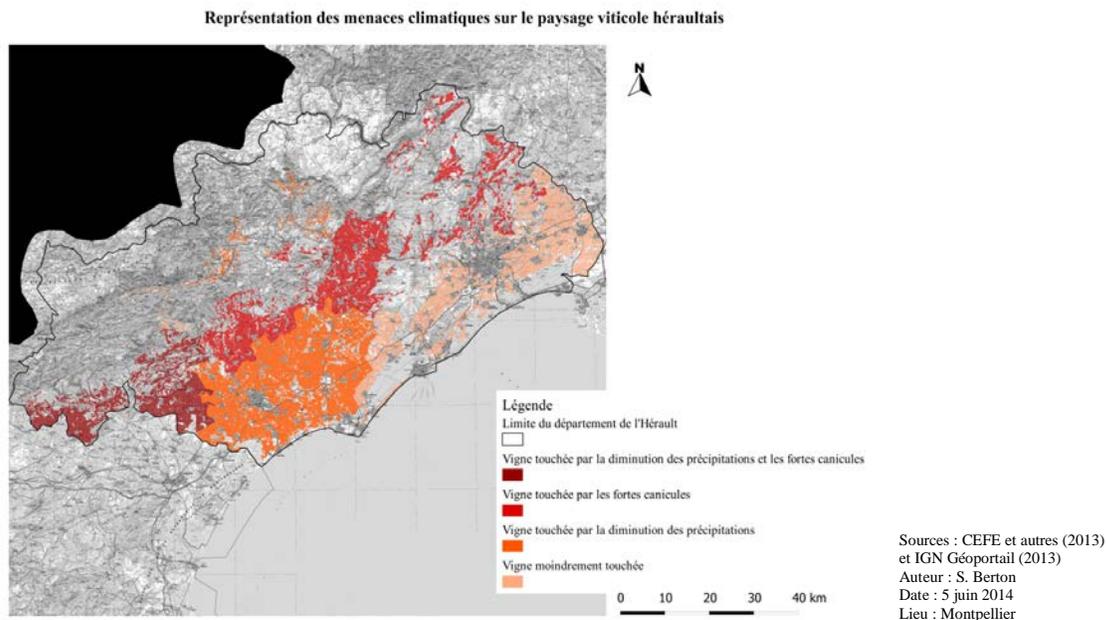


Figure 6.10 Carte des menaces climatiques dans le paysage viticole héraultais

En résumé, cette analyse cartographique met en évidence la possibilité de deux grands types de déplacements.

- Un déplacement des espèces inféodées aux vignobles sur des paysages viticoles moins impactés par les sècheresses, c'est-à-dire vers le littoral et vers l'est du département.
- Un déplacement bidirectionnel des espèces inféodées au paysage agro-pastoral dans la direction où les canicules seront à l'avenir moins fortes, donc d'une part vers le littoral et d'autre part en altitude.

Cependant, la colonisation des milieux de hautes altitudes par les ligneux (Pins d'Alep) (Ourcival, 2004) pourrait jouer un rôle défavorable dans les déplacements. En effet, les espèces concernées sont très majoritairement inféodées aux milieux ouverts et supportent mal leur fermeture. Ce phénomène aurait-il alors tendance à pousser les espèces à migrer préférentiellement vers le sud-est, également moins touché par les changements climatiques?

6.5 La qualité des transitions écologiques : un critère d'importance dans le contexte des changements climatiques

Il est désormais acquis que la qualité de la matrice est tout aussi primordiale, dans le maintien de la biodiversité et dans les déplacements des espèces, que la superficie des habitats et leur configuration spatiale (isolement et distance entre eux) (Thomas et autres, 2001; Bennett et autres, 2006; Burel et autres, 2004).

Dans cette section, l'objectif est donc de donner une indication de l'état de conservation des localités, précédemment identifiées comme étant vulnérables aux changements climatiques. Pour ce faire, la méthodologie développée par le CEFE s'appuie sur des indicateurs dont la combinaison fournit des indices d'importance écologique et d'empreinte humaine (Letourneau et autres, 2014).

Techniquement, l'analyse croisée de ces indices permet de déterminer les espaces à enjeux en termes de conservation de la biodiversité pour les différentes sous-trames qui forment la base de la TVB en région (Tableau 6.2).

Par exemple, lorsqu'un espace est dans les tons de couleur violette, cela signifie qu'il possède une forte importance écologique, mais aussi une forte empreinte humaine. Lorsque l'importance écologique baisse, alors la couleur violette devient jaune. En revanche, lorsque c'est l'empreinte humaine qui diminue, le ton devient marron foncé. Si à nouveau l'importance écologique baisse, alors la continuité écologique devient marron claire. Cette méthode autorise le croisement des

indices avec d'une part la sous-trame des milieux semi-ouverts (figure 6.11) et ouverts (figure 6.12) et d'autre part avec la matrice viticole (figure 6.13).

Bien que plutôt grossière, cela fournit une première indication de l'état de conservation des transitions écologiques dans le paysage agro-pastoral et viticole.

Tableau 6.2 Typologie d'enjeux pour l'identification des espaces importants de préservation de la biodiversité et des continuités écologiques (tiré de : Letourneau et autres, 2014)

Importance écologique	4	[Brown]		[Purple]	
	3	[Brown]		[Purple]	
	2	[Brown]		[Yellow]	
	1	[Brown]		[Yellow]	
		1	2	3	4
		Empreinte humaine			

Empreinte humaine et importance écologique des corridors et des réservoirs de biodiversité des milieux semi-ouverts

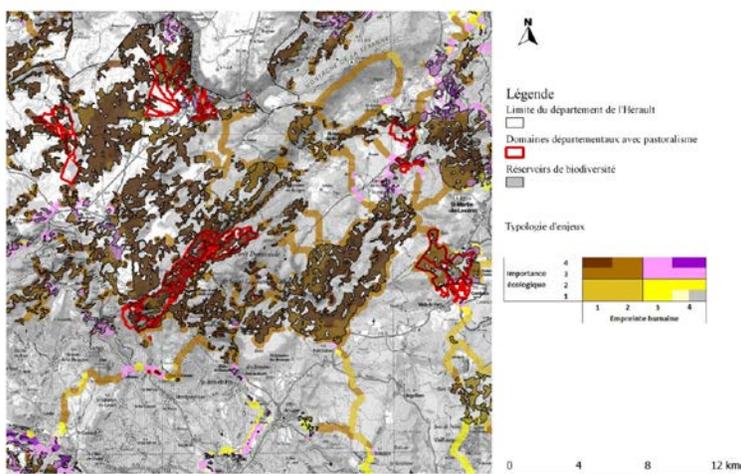


Figure 6.11 Carte des enjeux du paysage agro-pastoral en milieux semi-ouverts

Empreinte humaine et importance écologique des corridors et des réservoirs de biodiversité des milieux ouverts

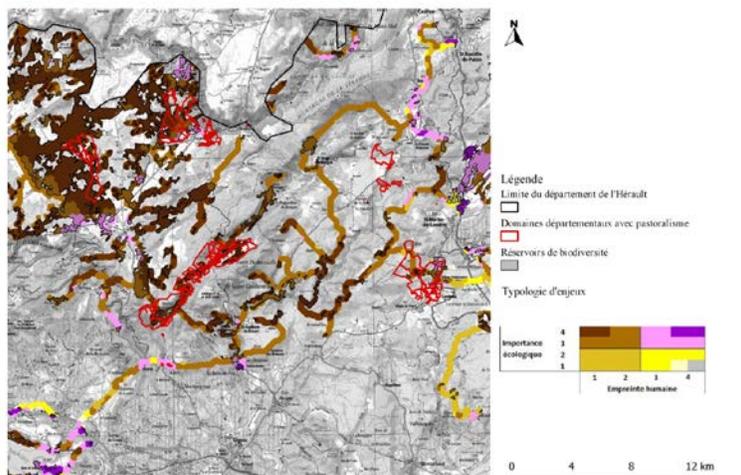


Figure 6.12 Carte des enjeux du paysage agro-pastoral en milieux ouverts

Le paysage viticole héraultais confronté à l'empreinte humaine et à l'importance écologique

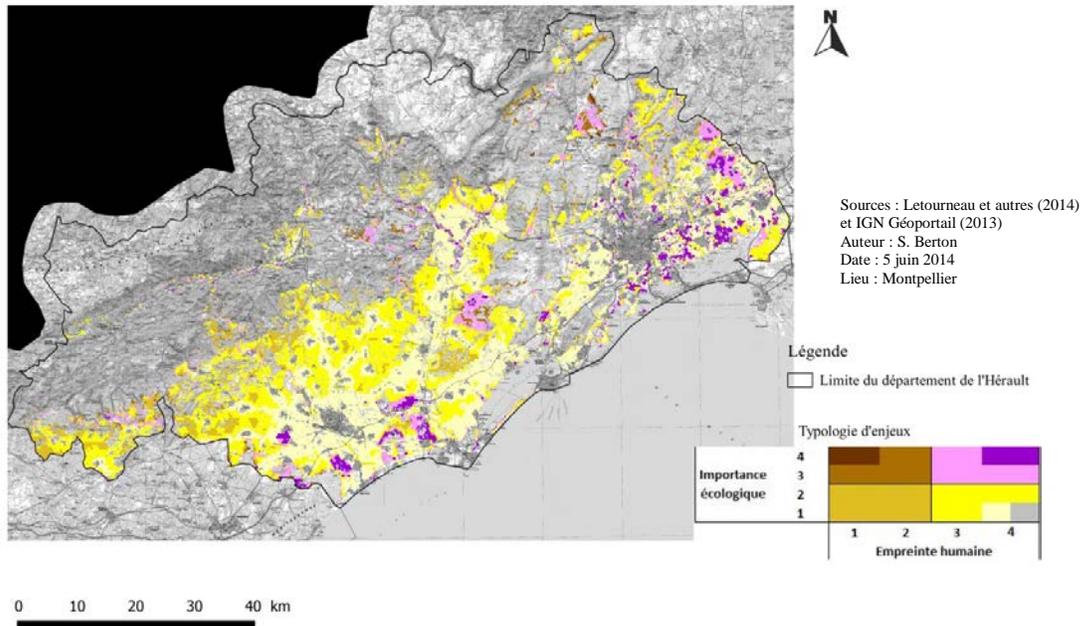


Figure 6.13 Carte des enjeux du paysage viticole

Localités vulnérables aux changements climatiques, à forte: empreinte humaine et importance écologique

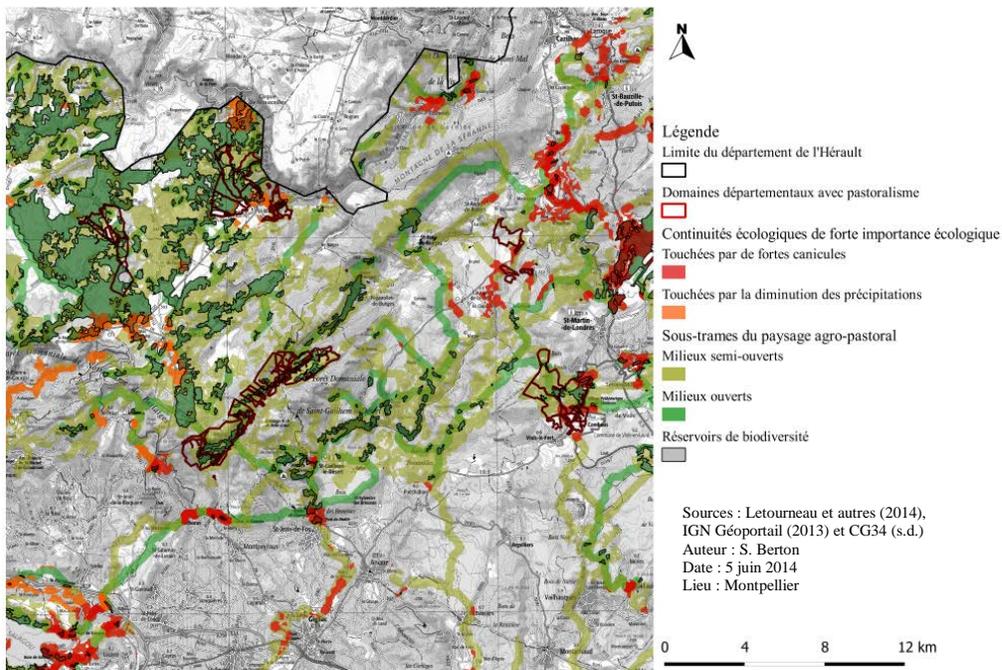


Figure 6.14 Carte des localités de forte importance écologique, mais menacées par les changements climatiques et l'empreinte humaine

Bien que la transition écologique agro-pastorale soit d'une importance écologique élevée, la matrice entre les ENS subit par endroits de fortes contraintes nuisant aux déplacements. Une attention particulière doit donc être portée sur la préservation de cette matrice. L'objectif peut être atteint en agissant prioritairement sur la conservation des ENS et sur les continuités écologiques touchées par les pressions humaines et par les changements climatiques (figure 6.14). Concrètement, l'action devrait prioritairement être portée sur la matrice paysagère :

- entre les propriétés départementales de la Font du Griffon et de la Vernède;
- autour de la propriété départementale de Castelet-Portail-Prunardère;
- autour de la propriété départementale de Cazarils-Roussières;
- autour de la propriété départementale du Travers de l'Hérault;
- entre ces deux dernières propriétés départementales.

Pour ce qui est du paysage viticole, la plupart de la matrice possède une empreinte humaine forte avec une importance écologique faible (jaune) (figure 6.13). C'est particulièrement le cas à l'ouest du département. Cependant, les espaces en violet démontrent qu'une importance écologique existe. Les zones de forte importance écologique et de faible empreinte humaine (marron) sont plus marginales à travers le paysage viticole. Toutefois, souvent proches des zones ayant une empreinte humaine forte, elles peuvent être aisément localisées. Ainsi, l'attention devrait être portée dans les zones où l'importance écologique est forte, mais où l'empreinte humaine l'est aussi. Au regard de cette analyse, l'action devrait donc prioritairement être portée sur :

- Les localités à forte empreinte humaine également identifiées comme très touchées par les changements climatiques, comme à l'ouest du département (Minervois) et sur le littoral est;
- Les localités du centre du département touchées par les fortes canicules et par une certaine empreinte humaine, comme à l'est du lac du Salagou;
- Les localités moins touchées par les changements climatiques, mais avec une forte empreinte humaine, comme à l'extrême est du département, au nord de l'étang de Mauguio et à l'est de la ville de Montpellier.

En résumé, une définition claire de la matrice paysagère doit avant tout être faite par les gestionnaires. Or, la voix de ces derniers semble malheureusement être masquée par des démarches scientifiques sophistiquées (Alphandery et autres, 2012; Heller et Zavaleta, 2009). Pour cette analyse, l'avis des experts a fortement été valorisé permettant ainsi de mettre en évidence l'importance de conserver les transitions écologiques.

Pour la transition écologique agro-pastorale, l'action devrait être prioritairement menée sur les localités à forte empreinte humaine et sur l'état de conservation des ENS. En revanche pour le paysage viticole, les localités proches du littoral, à l'est et surtout à l'extrême ouest de l'Hérault devraient particulièrement être prises en considération.

Enfin, il ne faut pas négliger que cette analyse est non exhaustive, puisque les données utilisées prennent en compte les relevés des canicules des années 2003, 2006 et 2009. De même, les données relatives à la diminution des cumuls des précipitations sont issues de la période 1980 à 2010. D'après la revue de littérature, il a ensuite été admis que ces phénomènes tendraient à s'accroître dans le temps. Un apport complémentaire d'informations améliorerait sans doute la précision de l'analyse. Les cartes ici développées gardent donc qualité de présenter les principales transitions écologiques du département de l'Hérault.

7 EXPERTISE LOCALE : UN ATOUT DANS L'IDENTIFICATION DES ACTIONS

Le chapitre précédent a permis d'identifier des espaces prioritaires pour l'anticipation des changements climatiques. Les besoins en termes de composition des habitats pouvant très largement varier d'une espèce à l'autre (Burel et autres, 2004; Bennett et autres, 1994; Haddad et Tewksbury, 2005), il a ici été choisi de concentrer les efforts de gestion sur quelques espèces de l'herpétofaune. Pour ce faire, la méthode utilisée s'inspire de l'étude de Cross et autres (2012) : « *The Adaptation for conservation Target [ACT] framework : A tool for incorporating climate change into natural resource management* ». Il s'agit d'un outil d'aide à la décision, participant à l'élaboration de stratégies d'actions de gestion pour les espèces ou les écosystèmes sur un territoire ou un site donné. L'outil privilégie la connaissance locale et l'avis des experts plutôt que l'élaboration de scénarii climatiques complexes souvent liés à de fortes incertitudes. Les entretiens réalisés représentent donc un élément clé dans l'élaboration de ce chapitre.

7.1 La connaissance approfondie de l'herpétofaune locale

Dans les chapitres précédents, des espèces de l'herpétofaune sensibles aux changements climatiques et inféodées aux transitions écologiques ont été identifiées. Dans cette étape il s'agit de détecter avec l'aide des experts leurs caractéristiques biologiques et écologiques potentiellement impactées par les changements climatiques. Après quoi, un objectif principal de gestion peut logiquement être défini (tableau 7.1).

Tableau 7. 1 Détermination des objectifs de gestion (inspiré de : Cross et autres, 2012; informations tirées de : Cheylan, 2014)

Paysage	Espèce	Sous-trame	Caractéristique vulnérable des espèces aux changements climatiques	Objectif de gestion
Viticole et agro-pastoral de garrigue	Lézard ocellé et Seps strié	Cultures pérennes Milieux ouverts	Qualité de l'habitat	Minimiser la fragmentation des habitats (pertes et morcellements)
Agro-pastoral de garrigue	Alyte accoucheur Pélobate cultripède Triton marbré	Milieux semi-ouverts	Développement larvaire des têtards à cycle de reproduction long	Permettre le maintien du développement larvaire

7.2 Les menaces qui pèsent sur l'herpétofaune locale

Comme il l'a précédemment été cité, les changements d'occupation du sol et les pressions anthropiques ont un impact actuel bien plus négatif que les changements climatiques (Dale, 1997; Sanderson et autres, 2002; Sala et autres, 2000).

La question est de savoir comment les facteurs externes comme la fragmentation et la perte de qualité du milieu affectent la capacité des espèces à répondre aux changements climatiques. Pour y répondre, les informations récoltées auprès des experts permettent de répertorier les réactions des espèces sensibles aux changements climatiques. Ensuite, la synergie des prévisions et des facteurs externes permet de comprendre comment les changements du climat peuvent indirectement influencer les espèces.

7.2.1 Les effets directs des changements climatiques sur l'herpétofaune

Les changements climatiques sont illustrés selon trois prévisions issues de la revue de littérature :

- Forte augmentation des températures d'avril à août et plus faiblement à l'automne et en hiver;
- Diminution des précipitations de janvier à fin août;
- Hausse des fréquences des canicules (fortes chaleurs supérieures à 35 °C de juin à août).

Selon les caractéristiques des espèces d'amphibiens à cycle long (annexe 15), ces trois prévisions climatiques seraient toutes néfastes au maintien du développement larvaire.

La situation est très différente pour les reptiles. En dehors d'évènements extrêmes et rares, ils ne seraient pas affectés par les tendances climatiques prévues en Hérault. En effet, malgré l'augmentation des températures rendant le nord de la France plus adapté aux reptiles, ces derniers auraient une répartition qui tendrait à se déplacer vers le sud de la France (annexe 4). Ce constat est contraire à ce qui a pu être perçu pour les autres espèces animales. Ainsi, les risques majeurs pour le Lézard ocellé et le Seps strié ne seraient pas les changements climatiques, mais la perte et le morcellement des habitats. Ces derniers provoquent dès aujourd'hui l'extinction des populations isolées du nord de la France. (Cheylan, 2014; Geniez et Cheylan, 2012; Cheylan et autres, 2011)

7.2.2 Les effets indirects des changements climatiques sur l'herpétofaune

Il s'agit ici de mettre en lumière le mécanisme, constitué des interactions entre les changements climatiques et les facteurs externes influençant les espèces et leurs caractéristiques.

À l'aide d'un schéma conceptuel, les points où l'intervention doit être menée en priorité pour le maintien des amphibiens à cycle long sont mis en évidence.

Plusieurs facteurs pouvant impacter le maintien du développement des têtards à cycle long apparaissent en orange foncée sur la figure 7.1 :

- Assèchement des zones de reproduction et de développement des têtards;
- Augmentation de la concentration des polluants;
- Détérioration physique des mares;
- Dégradation des végétaux aquatiques;
- Espèces nuisibles (poissons, tortues, écrevisses) – prédatrices ou compétitrices ou vectrices de maladies;
- Création de mares artificielles.

En revanche, pour les reptiles inféodés au paysage viticole et agro-pastoral de garrigues, les points d'intervention sont plutôt (figure 7.2) :

- Fragmentation des habitats dans le paysage viticole et agro-pastoral;
- Diminution de la ressource alimentaire (entomofaune);
- Pression de prédation des sangliers;
- Incendies et fortes pluies (événements extrêmes) pour le Seps strié.

Les deux problèmes éloquents qui ressortent de l'analyse sont : l'altération des lieux de reproduction des amphibiens de même que la perte et le morcellement des habitats des reptiles.

En conclusion, c'est surtout la connaissance des facteurs externes amplifiant l'impact des changements climatiques qui est la clé pour la mise en place d'actions concrètes de gestion. En effet, ce sont sur ces facteurs que les gestionnaires ont le pouvoir d'agir. C'est-à-dire le pouvoir d'agir précisément en termes d'objectifs de gestion et de localisation. Les points d'interventions ici identifiés vont ainsi permettre de matérialiser des actions.

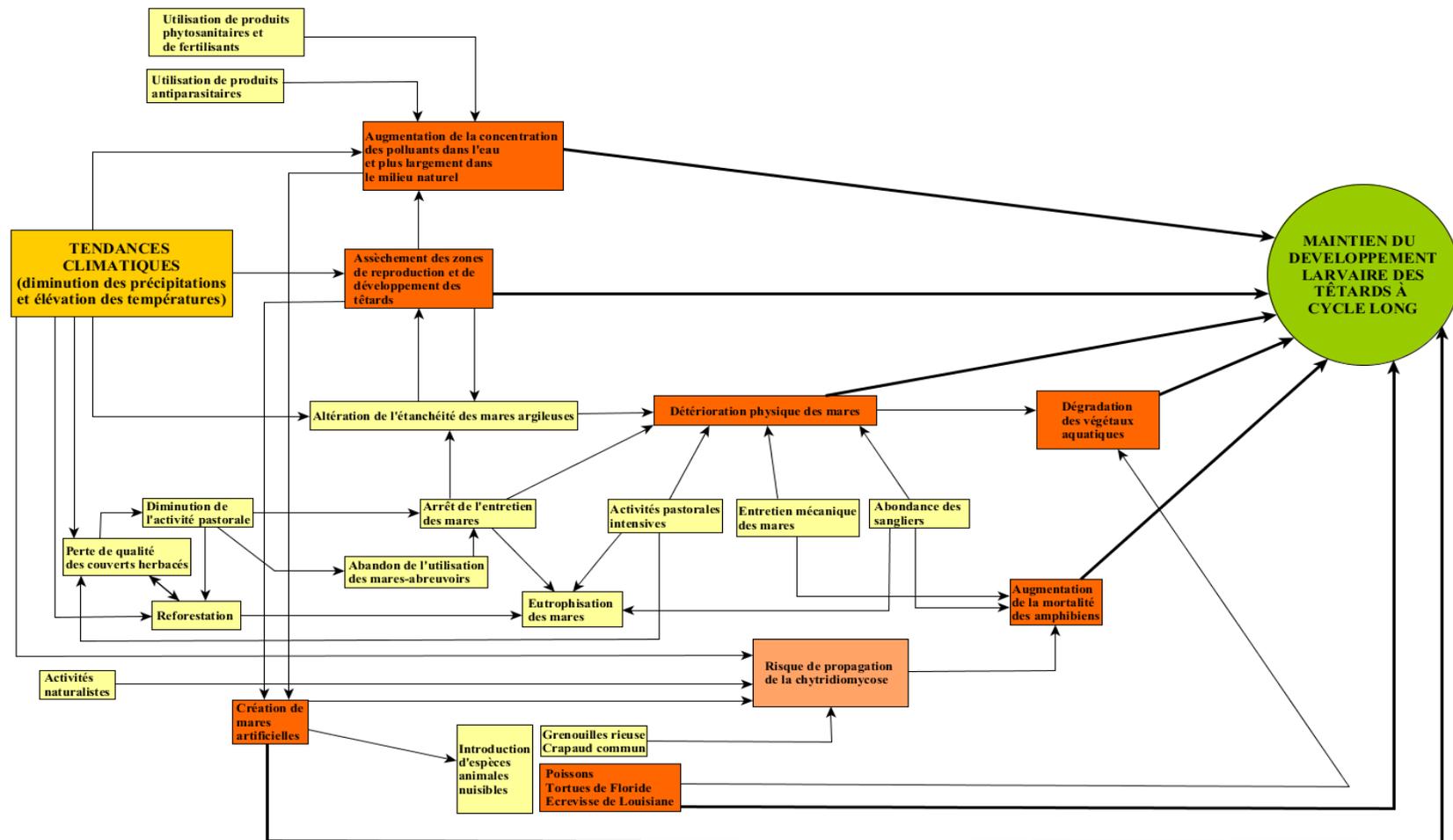


Figure 7.1 Modèle conceptuel représentant la synergie des changements climatiques et des facteurs externes exercée sur le maintien du développement larvaire des amphibiens à cycle long (données tirées de : Geniez et Cheylan, 2012; Cheylan, 2014 et méthode inspirée de : Cross et autres, 2012)

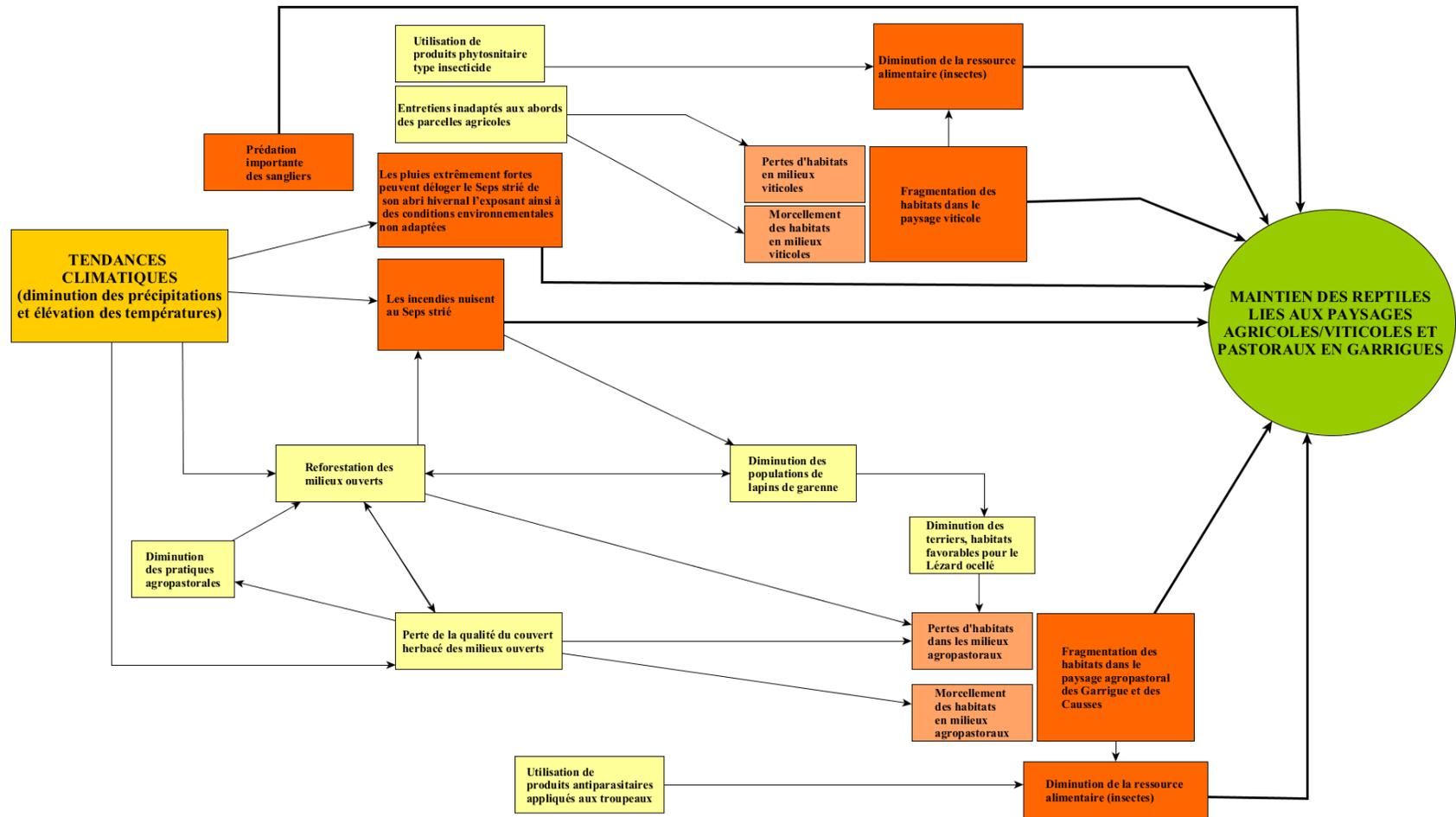


Figure 7.2 Modèle conceptuel représentant la synergie des changements climatiques et des facteurs externes exercée sur le maintien des espèces de reptiles liées au paysage viticole et agro-pastoral de garrigues (données tirées de : Geniez et Cheylan, 2012; Cheylan, 2014 et méthode inspirée de : Cross et autres, 2012)

8 RECOMMANDATIONS DE GESTION

L'objectif principal de ce chapitre est de fournir aux décideurs du CG34 des actions de conservation qui permettent aux espèces de répondre aux changements climatiques. Ces actions concernent alors les transitions écologiques liées au paysage agro-pastoral et viticole. Plusieurs objectifs spécifiques de gestion sont mis en avant. En sont le cœur : la lutte contre la fragmentation et le maintien ou la restauration d'une bonne qualité écologique de la matrice paysagère au sein des continuités écologiques.

8.1 Les plans de gestion et le programme AgriBiodivEau

Dans le contexte des changements climatiques, la qualité de la matrice paysagère est inconditionnelle aux déplacements des espèces (Kindlmann et Burel, 2008; Heller et Zavaleta, 2009; Bennett et autres, 2006; Burel et autres, 2004; Thomas et autres, 2001). Or, les gestionnaires des espaces naturels s'investissent déjà énormément dans le maintien de la biodiversité laissant peu de place à l'innovation (Berton et al, 2014). Il est donc recommandé aux décideurs du CG34 d'adapter certaines des actions de conservation qui peuvent en même temps servir à anticiper les changements climatiques.

Dans chaque domaine départemental du paysage agro-pastoral, les problèmes environnementaux sont diagnostiqués et des préconisations sont déjà faites. Ces plans de gestion sont principalement réalisés par le bureau d'étude Biotope. Or, les menaces précédemment soulevées sont d'ores et déjà prises en compte dans ces mêmes plans (Disca, 2012a; Disca, 2012 b; Disca, 2012c; Geoffray et autres 2014; Chambre d'Agriculture de l'Hérault, CEN-LR, ONF et Service d'utilité Agricole Montagne Méditerranée, 2013; Aussibal, 2010). Il en est de même dans le plan de gestion *AGIR en faveur de la biodiversité*, codirigé par le CEN-LR et le CG34 (2011).

Ainsi, l'ajustement des actions contenues dans ces plans de gestion est fortement recommandé pour y intégrer les changements climatiques.

Concernant le paysage viticole, le programme AgriBiodivEau impulse la mise en place d'actions agro-environnementales aux parcelles. Auparavant, trois phases sont nécessaires (Sainglas, 2014) :

- Diagnostic des parcelles et de leurs abords avec des experts;
- Localisation par les viticulteurs des spécificités écologiques grâce à l'outil cartographique;
- Évaluation de l'état de conservation des abords des parcelles.

Lorsque des lacunes sont répertoriées, des préconisations de gestion sont données aux viticulteurs pour améliorer l'intérêt écologique de leurs parcelles. Ce programme soutenu par le CG34 représente une entrée pertinente pour la mise en place d'actions considérant les changements climatiques dans la matrice viticole. De plus, le plan *AGIR en faveur de la biodiversité* appuie cette initiative et tout autre projet liant l'agriculture à la conservation de la biodiversité (CG34 et le CEN-LR, 2011). Toutefois, des ajustements en fonction des changements climatiques seront à prévoir.

8.2 Les actions

La confrontation des espaces prioritaires (chapitre 6) avec les points d'interventions (chapitre 7), fournit ici des actions pertinentes répondant à l'objectif principal. Pour ce faire, chacune des actions participe à l'atteinte d'un objectif spécifique : promouvoir la communication sur les changements climatiques, conserver la qualité écologique de la matrice comme moyen de lutte contre la fragmentation, renforcer les connaissances scientifiques, etc. Ces actions peuvent alors aisément s'inscrire dans les différents plans de gestion associés au paysage agro-pastoral ou viticole.

8.2.1 Dans le paysage agro-pastoral

Dans cette section, il s'agit de présenter les actions préconisées dans les localités prioritaires en termes d'enjeux écologiques et de changements climatiques (chapitre 6).

Un des objectifs spécifiques est de promouvoir la communication autour des changements climatiques en Hérault et de leurs conséquences sur la biodiversité.

La première action pour l'atteindre est relative à la mise en place d'un programme de sensibilisation s'inscrivant dans l'action 12 du plan AGIR: conduire un plan de communication biodiversité. La sensibilisation aura alors pour rôle de faire prendre conscience au public de l'existence des changements climatiques et de leurs conséquences sur la biodiversité ordinaire ou remarquable de l'Hérault. Or, comme il l'a été démontré précédemment, la transition écologique du paysage agro-pastoral est un élément démonstratif fort pour offrir cette sensibilisation. De surcroit, pour appuyer cette initiative, le paysage en question bénéficie d'un « réseau » de domaines départementaux où le CG34 peut intervenir. Un tel avantage peut donc faciliter la mise en place d'un programme éducatif. Il est vivement recommandé aux agents du CG34 de collaborer avec tous les acteurs œuvrant dans ses ENS (annexe 16-tableau 1). Le message à transmettre serait donc le suivant : situé sur une interface climatique décisive entre garrigues et causses, le paysage agro-pastoral du département de l'Hérault possède une longue histoire de cohabitation entre l'homme et la nature. Cette interaction a

permis au cours du temps le développement de milieux ouverts extrêmement riches en espèces animales et végétales. Qu'elles soient ordinaires ou remarquables, les espèces vivant dans ces milieux doivent pouvoir se déplacer pour contrer les effets des changements climatiques. Aujourd'hui, ce paysage est menacé par la reforestation. Dans le contexte qui est celui des changements climatiques, qu'advient-il alors des espèces inféodées à ces milieux? De quelle manière pourront-elles se déplacer, dans une matrice paysagère altérée, pour continuer de répondre aux modifications que le climat impose à leur environnement? Pourquoi les amphibiens et les insectes sont-ils particulièrement menacés par les changements climatiques? Pour une population, qu'est-ce que cela implique d'être à la limite d'aire de répartition de l'espèce? Par exemple, qu'est-ce que cela implique pour le Lézard ocellé et le Seps striés?

Un deuxième objectif spécifique est la conservation de la qualité de la matrice agro-pastorale en agissant sur les localités prioritaires.

Au regard des pressions humaines pouvant s'exercer proches des domaines départementaux (figures 6.11 et 6.12), l'état de conservation des ENS devrait être évalué plus précisément. Pour ce faire, l'application d'un guide technique à l'intention des agents du CG34 serait pertinente (Bernard, 2013). Afin d'avoir un diagnostic complet de la matrice, la méthode devrait également s'appliquer aux habitats contenus dans les localités précédemment identifiées comme prioritaires (figure 6.14). Toutefois, la formation des agents du CG34 est un pré-requis qui s'inscrit dans l'action 9 du plan AGIR : sensibiliser les agents du CG34 (annexe 16-tableau 2). Cette action devrait être renforcée avec une formation donnée par des naturalistes et des chercheurs en écologie afin de mener à bien ce genre d'examen dans les propriétés départementales identifiées ici comme prioritaires.

Les menaces liées à la diminution de l'activité pastorale (accélération de la fermeture des milieux, détérioration physique des mares et altération des habitats) sont déjà identifiées et font l'objet de recommandations. Cependant, les actions qui en découlent doivent également s'appliquer à la matrice, sans quoi la cohérence de la transition écologique sera nulle. L'ouverture des milieux doit être maintenue à travers le pastoralisme ou bien par des actions collectives de débroussaillage. Le soutien du CG34, de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), du CEN-LR et des éleveurs sera essentiel (annexe 16-tableau 2).

L'uniformisation des bonnes pratiques agro-pastorales entre les ENS est appuyée par les plans de gestion élaborés par Biotope. L'application puis le suivi de cette recommandation sont des éléments clés pour la conservation de la matrice. De surcroît, cette recommandation serait à initier à travers la

matrice agro-pastorale environnant les ENS. Pour ce faire, une étroite collaboration entre le CG34, le CEN-LR et la Chambre d'Agriculture crédibiliserait la démarche (annexe 16-tableau 2).

Souvent abordé dans les recommandations des plans de gestion des ENS, l'entretien des mares doit effectivement être réalisé sur les propriétés départementales. Cependant, cette action doit également être mise en œuvre à travers la matrice agro-pastorale qui comporte de nombreuses mares (annexe 17). Face à un réel déficit d'entretien occasionné par la déprise agricole, l'objectif sur le long terme est de maintenir les lavognes traditionnelles et les mares naturelles. Pour leur entretien, des travaux collectifs pourraient pallier le manque de main-d'œuvre. De même, un système de géo-référencement des mares et un suivi de leur intérêt écologique par les éleveurs donneraient un premier aperçu du réseau de mares et de son état de conservation. Il s'agit de gérer de manière réfléchie les zones de reproductions des amphibiens à cycle long. Pour guider les préconisations, des chercheurs du CEFÉ spécialistes de l'herpétofaune pourraient-être sollicités de même que certains naturalistes experts de ce groupe taxonomique (annexe 16-tableau 2).

Un troisième objectif spécifique est le renforcement des connaissances scientifiques et naturalistes des impacts du changement climatique. Ce qui s'inscrit dans le plan départemental AGIR à travers l'action 5 : poursuivre l'acquisition des connaissances scientifiques.

L'étude de la vulnérabilité des espèces aux changements climatiques et leur suivi seraient pertinents pour élaborer une gestion durable. Dans un premier temps, la vulnérabilité des espèces pourrait être évaluée selon les critères définis dans cet essai. L'apport de l'expertise locale et des connaissances scientifiques pourront affiner ces critères afin de préciser les sensibilités des espèces (annexe 16-tableau 3). Comme cela l'a été pour cet essai, des experts et des chercheurs experts d'un groupe taxonomique particulier pourront être sollicités.

Plus spécifiquement, l'intérêt écologique des mares doit-être suivi sur le long terme afin de déceler ou non une influence des changements climatiques sur la biodiversité associée. De même, un suivi des espèces nuisibles pouvant être favorisées par les changements climatiques devrait être amorcé. L'objectif serait donc de contrecarrer les pressions de prédation pouvant s'exercer sur les espèces indigènes. Afin d'uniformiser les actions, ces suivis pourraient s'inscrire dans l'application du guide technique développé pour l'évaluation des habitats (Bernard, 2013). Les éleveurs, pour l'apport de leurs connaissances locales, seront associés à ce suivi (annexe 16-tableau 3).

Ces deux actions sont préalables à la mise en place d'une gestion spécifique aux espèces.

Le dernier objectif spécifique pour le paysage agro-pastoral est la mise en application du principe de précaution contre certaines maladies.

En effet, bien que les continuités écologiques puissent faciliter les déplacements des espèces, une prudence est requise quant à la propagation de pathogènes, d'autant plus que certains seraient favorisés par le réchauffement du climat. Par exemple, le chytridiomycose (*Batrachochytrium dendrobatidis*) ne semble pas encore être présent en Hérault, mais une vigilance est de mise. En effet, le champignon infectant l'épiderme des amphibiens toucherait préférentiellement l'Alyte accoucheur. La mise en connexion des mares, l'équipement des naturalistes et l'apport d'espèces sont des vecteurs de propagation. L'émergence du problème est mal connue. De plus, la propagation du champignon serait facilitée par le réchauffement climatique. (Bd-Maps, 2014; Schmidt, 2007) Ainsi, la mise en place d'une veille sanitaire permettrait d'anticiper le problème. La sensibilisation des naturalistes aux bonnes pratiques serait également un point pertinent à aborder. Les acteurs à contacter sont principalement les associations naturalistes du département afin de les informer des risques de propagation du chytridiomycose (annexe 16-tableau 4).

8.2.2 Dans le paysage viticole

Les actions en faveur de la biodiversité dans le paysage viticole bénéficient d'un soutien fort de la part du CG34. Néanmoins, la considération des changements climatiques et leurs conséquences sur la biodiversité inféodée à la matrice restent absentes. Ainsi, le but de cette section est d'apporter les ajustements requis aux actions déjà en place (annexe 16). Pour ce faire des objectifs spécifiques sont mis en avant.

Comme pour la problématique agro-pastorale, le premier objectif concerne la communication. Il s'agirait de promouvoir la sensibilisation des viticulteurs aux changements climatiques et aux conséquences sur la biodiversité inféodée.

Le programme AgriBiodivEau a pour objectif d'évaluer l'intérêt écologique des vignobles. L'idée est d'intégrer aux autodiagnostic les changements climatiques. Cette démarche sensibiliserait indirectement les viticulteurs aux conséquences de ces changements. Concrètement, un suivi des impacts directs sur leur production amorcerait la réflexion. Suite à quoi, les effets indirects sur la biodiversité ordinaire et remarquable de l'Hérault pourraient être abordés. Pour ce faire, le suivi des espèces inféodées sur le long terme mis en relation avec les relevés de températures et de pluviométrie pourrait apporter les premières indications. Plus spécifiquement, ces données pourraient être utilisées par la recherche. Une telle prise en compte des changements climatiques

doit se réfléchir et s'organiser avec tous les partenaires du programme AgriBiodivEau (annexe 16-tableau 1).

Un autre objectif spécifique est d'assurer la conservation de la qualité de la matrice viticole en agissant sur les localités prioritaires.

La première action pour y répondre, s'inscrit dans l'action 3 du plan AGIR : favoriser l'action foncière en faveur de la biodiversité. Il s'agirait de promouvoir l'acquisition des friches anciennement viticoles par le CG34. En effet, le programme de valorisation de ces espaces prend fin cette année. Cette approche foncière permettrait alors de se prémunir de l'étalement urbain, facteur important participant à la fragmentation du paysage. Ensuite, selon les surfaces acquises et leur agencement, une intégration de ces espaces en tant que continuités écologiques devrait pouvoir être réfléchie. Dans cette dynamique, l'action 2 du plan AGIR, appuierait donc cette idée : aider à la réalisation d'aménagements en faveur de la TVB. La collaboration du CG34 avec les municipalités et les propriétaires est donc vivement encouragée. De plus, l'approche de protection foncière utilisée par le CEN-LR pourrait également participer à ces acquisitions (annexe 16-tableau 2).

Une deuxième action pertinente serait le maintien et l'application à l'ensemble des IGP du département de l'Hérault du programme AgriBiodivEau. Si les suivis révèlent un intérêt écologique des parcelles et de leurs abords, alors leur conversion en continuités écologiques serait envisageable. Toutefois, une telle décision devra être approuvée par une évaluation rigoureuse de l'état de conservation des parcelles, menée sur le long terme. Une attention particulière devra être portée sur l'entomofaune, groupe taxonomique très présent dans les paysages agricoles. Cette action doit donc se réfléchir avec l'ensemble des partenaires du programme AgriBiodivEau et des spécialistes de l'entomofaune. Cette action s'inscrirait également dans l'action 2 du plan de gestion AGIR : aider à la réalisation d'aménagement en faveur de la TVB (annexe 16-tableau 2).

Finalement, la conservation des localités possédant une forte empreinte humaine et étant touchées par les changements climatiques devrait répondre à l'objectif spécifique. Cette action doit être menée, prioritairement dans l'extrême ouest du département où les changements climatiques seraient les plus critiques et où l'enjeu en termes de biodiversité est grand (figure 6.10 et 6.13). Les coteaux d'Ensérune représentent l'IGP concernée par ces conditions environnementales. Concrètement, les mesures à mettre en place dans ces localités doivent prendre en considération l'évolution climatique potentielle du secteur. Ainsi, l'élaboration des haies et des bandes enherbées doit privilégier des essences indigènes adaptées au climat méditerranéen et des végétaux peu consommateurs d'eau. Il est également recommandé, lorsque cela est possible, de favoriser les

bandes enherbées naturelles sans acheter des semences. En effet, ces dernières s'avèrent être compétitives pour la ressource en eau. Afin de réunir le plus d'IGP possibles, une collaboration entre la fédération héraultaise des IGP, les syndicats des IGP, le CEN-LR et le soutien réitéré du CG34 seront indispensables (annexe 16-tableau 2).

Un troisième objectif spécifique est d'assurer la durabilité des investissements dans le contexte des changements climatiques (annexe 16-tableau 4).

Il s'agit alors d'ajuster les mesures agro-environnementales développées par le programme AgriBiodivEau. Il est premièrement recommandé de prendre en compte les changements climatiques dans les aménagements agro-environnementaux : fossés, bandes enherbées, création de mares, entretiens des mares, des friches et des ripisylves. Par exemple, la création des mares peut s'avérer être néfaste dans le contexte des changements climatiques. En effet, d'après certains spécialistes de l'herpétofaune, la multiplication des mares favoriserait grandement la propagation de maladies. De plus, si ces mares sont continuellement pleines alors les populations de poissons introduits peuvent perdurer et pleinement nuire au développement larvaire du Crapaud calamite. (Cheylan, 2014) Il est donc recommandé de réaliser un diagnostic du territoire en question afin de sonder les possibilités de construire une mare ou non dans le secteur. Autre problème soulevé par la création des mares; leur distance aux parcelles viticoles où les pratiques admettent l'utilisation de produits phytosanitaires. Il est alors secondairement recommandé au CEN-LR de favoriser la création de mares aux abords des parcelles viticoles pratiquant une agriculture biologique. Dans le cas contraire, une distance doit être maintenue entre la parcelle et la mare. Un suivi de l'ensemble des aménagements agro-environnementaux doit être réalisé afin d'en évaluer la durabilité dans le contexte des changements climatiques. De plus, la mise en commun des aménagements réalisés d'un côté par le CEN-LR et de l'autre par la Chambre d'Agriculture devrait permettre au CG34 d'avoir une vision complète des mesures agro-environnementales du paysage viticole.

Finalement le dernier objectif spécifique pour le paysage viticole, est le renforcement des connaissances scientifiques et naturalistes sur les impacts des changements climatiques.

L'action à réaliser serait d'inclure à l'action 13 du plan AGIR (renforcer les partenariats de recherche), un volet viticulture. En effet, il s'avère que les effets des changements climatiques sur la biodiversité viticole ne sont pas étudiés. Ceci est d'autant plus alarmant que la régulation des ravageurs pourrait en dépendre. Une collaboration avec des unités de recherches œuvrant en agro-

écologie pourrait être un élément clé pour la compréhension de la synergie viticulture/changements climatiques et ses conséquences sur la biodiversité (annexe16-tableau3).

Dans cette étude, c'est donc l'intégration progressive des changements qui a été privilégiée. Les objectifs spécifiques listés d'une part pour le paysage agro-pastoral et d'autre part pour le paysage viticole, font appel à la sensibilisation des acteurs, à la conservation de la qualité de la matrice paysagère et au renforcement des connaissances scientifiques. Ces objectifs participent alors pleinement à l'atteinte de l'objectif principal : fournir aux décideurs du CG34 des actions concrètes de maintien de la biodiversité qui intègrent les changements climatiques dans les transitions écologiques du paysage agro-pastoral et viticole.

Toutefois, ces recommandations non exhaustives s'appuient sur un seul groupe taxonomique : l'herpétofaune. De plus, un apport supplémentaire de connaissances sur les localités prioritaires sera par la suite une précision incontestable. Les recommandations ici présentées ont néanmoins la qualité d'introduire les changements climatiques en adaptant les actions déjà proposées. Ainsi, les collaborations, ancrées depuis plusieurs années doivent être réitérées et renforcées.

9 DISCUSSION

Dans cet essai, les efforts d'intégration des changements climatiques s'expriment par l'adaptation des plans de gestion déjà existants dans le département de l'Hérault.

Préalablement, la première approche qu'il est conseillé d'initier en Hérault est la sensibilisation aux changements climatiques. Une première sensibilisation à l'intention du grand public pourra être initiée dans la zone de transition écologique évidente du paysage agro-pastoral. Néanmoins, le soutien du CG34 sera essentiel, c'est pourquoi cette action se réalisera préférentiellement dans les domaines départementaux (Lavagnes et Font du Griffé). La sensibilisation des professionnels est également une recommandation d'action faite au CG34. Elle pourrait alors se matérialiser en adaptant les programmes existants tels que le programme AgriBiodivEau. La limite de cette initiative reste la réticence des viticulteurs. Ainsi, le soutien du CG34 et la coopération entre les différents acteurs du territoire seront inconditionnels.

La deuxième recommandation est de conserver une bonne qualité de la matrice, des habitats et des continuités écologiques. Les actions alors proposées n'ont nul mal à s'intégrer dans le plan AGIR : évaluation de l'état de conservation, acquisition de terrains et uniformisation des bonnes pratiques agricoles. Cependant, ces actions peuvent être confrontées à différents problèmes : déficit de connaissances pour évaluer correctement les habitats, contraintes socio-économiques fortes empêchant l'acquisition de friches périurbaines et filière agricole à convaincre. Il est alors vivement recommandé au CG34 de renforcer les collaborations avec les acteurs locaux (agriculteurs, gestionnaires), les élus (municipalités) et les chercheurs (CEFE).

Finalement, la troisième recommandation faite au CG34 est de renforcer l'élaboration des connaissances conjointes scientifiques et naturalistes sur la vulnérabilité des espèces et leurs réponses aux changements climatiques. En effet, la science représente un levier incontestable dans la mise en place d'actions concrètes, mais qui ne peut se faire en l'absence de la connaissance naturaliste du gestionnaire. Cette recommandation s'inscrit particulièrement bien dans le plan AGIR. Toutefois, les collaborations entre les experts ainsi que le soutien financier et technique du CG34 sont inconditionnels.

CONCLUSION

Les caractéristiques géologiques et climatiques de la région méditerranéenne française y ont permis le développement d'une richesse biologique exceptionnelle. Cependant, au regard des estimations démographiques de la région, les pressions anthropiques déjà très fortes ne feraient qu'accroître. De plus, les études révèlent que les changements climatiques (hausse des températures et diminution des précipitations) amplifieraient les conséquences négatives de la fragmentation, majoritairement causée par l'anthropisation. Pour contrecarrer cette fatalité, des modèles se développent. Il est alors question de continuités écologiques et d'amélioration de la qualité des habitats et de la matrice paysagère.

Dans ce contexte, l'objectif principal de cet essai était de proposer des actions, destinées à des plans de gestion, pour le maintien ou la restauration des continuités écologiques identifiées comme éléments clés pour la réponse des espèces aux changements climatiques.

En premier lieu, l'acquisition des connaissances sur le sujet a été requise. Pour ce faire, la revue de littérature a permis de répertorier à travers différentes sources (scientifiques, politiques, économiques et sociologiques) primaires et secondaires, les conséquences observées et probables des changements climatiques sur la biodiversité méditerranéenne. Cette acquisition de connaissances est la base pour répondre correctement à l'objectif principal de cet essai. Le caractère complet de cette revue de littérature ne fait pourtant pas d'elle un bilan exhaustif. En effet, la recherche sur les changements climatiques, la biodiversité et la gestion de l'environnement ne cesse d'évoluer. Ainsi, pour garder le caractère complet de la revue, la mise à jour des informations sera pertinente.

Le deuxième objectif spécifique atteint au cours de cet essai est l'identification des zones qui méritent une attention particulière pour le déplacement d'espèces en réponse aux changements climatiques (transitions écologiques). La méthode développée s'appuie alors sur des caractéristiques propres à l'Hérault. En effet, les données utilisées pour identifier les transitions écologiques prioritaires sont issues d'organismes locaux tels que le CEFÉ, le CG34 et le CEN-LR. Ainsi, une adaptation à chaque territoire sera requise afin que les gestionnaires et les décideurs des autres départements puissent s'approprier la méthode. Pour le cas de l'Hérault, deux transitions écologiques en termes d'enjeux de biodiversité et de climat ont été identifiées : le paysage agro-

pastoral au nord-est du département et le paysage viticole littéralement présent à travers tout le département.

Le troisième objectif spécifique était d'étudier la contribution potentielle des propriétés départementales dans les projets. Cela s'est finalement réalisé en fonction du paysage agro-pastoral identifié comme une transition écologique très pertinente aux changements climatiques. Ainsi, la contribution des ENS dans ce secteur s'illustre par la mise en place d'un programme de sensibilisation dédié au grand public.

Finalement, le dernier objectif spécifique atteint dans ce travail était d'identifier les actions de maintien de la biodiversité et des continuités écologiques dans les transitions écologiques. Ces actions ont ensuite été confrontées à certains plans de gestion et programmes liés aux espaces prioritaires. Cela a alors permis de proposer au CG34, un certain nombre d'ajustements des actions contenues dans ses plans. La liste des actions est évidemment non exhaustive, d'autant plus que pour proposer des actions concrètes, l'étude s'est appuyée sur un seul groupe taxonomique identifié comme sensible aux changements climatiques.

Ainsi, l'essai met en avant des actions de gestion pour le maintien ou la restauration des continuités écologiques identifiées comme éléments clés pour la réponse des espèces aux changements climatiques. Toutefois, la méthodologie élaborée puis utilisée mérite d'être actualisée au cours du temps. En effet, la problématique traitée est en pleine évolution. Ainsi, l'enrichissement continu des connaissances sera nécessaire. D'autre part, la collaboration entre les experts et les acteurs locaux sera inconditionnelle. Finalement, la prise en compte des politiques d'aménagement du territoire héraultais et des programmes agro-environnementaux devra être maintenue.

Ce travail ne se targue pas de donner une méthode de lutte contre les changements climatiques. Il ne se targue pas non plus de révolutionner les stratégies de gestion déjà bien ancrées dans le paysage politique du département. En effet, dans cet essai l'adaptation aux changements climatiques passe avant tout par l'adaptation des stratégies environnementales existantes.

En réalité, cette ligne de conduite est déjà dictée par le MEDDE à travers le Plan climat qui prône le renforcement des outils existants. Ainsi, cet essai a la qualité de prouver que cette orientation nationale doit réellement être encouragée à l'échelle locale.

Toutefois, l'adaptation des stratégies de gestion ne doit pas limiter la recherche sur l'anticipation des changements climatiques.

LISTE DE RÉFÉRENCES

- ACH34. (2011a). Évolution du climat sur l'Hérault jusqu'en 2011 : Notes de synthèses. In ACH34. *Dernières publications*.
<http://www.ach34.fr/uploads/Changement%20climatique/Note%20de%20synth%C3%A8ses%20sur%20evolution%20du%20climat.pdf> (Page consultée le 26 mars 2014).
- ACH34. (2011b). *Les bioclimats Étages d'humidité pluviométrique et variantes thermiques* [document cartographique]. BD climato, Montpellier, Centre Agrométéo Hérault.
- Actu-Environnement, 2014. Définitions aires protégées. In Actu-Environnement L'actualité professionnelle du secteur de l'environnement. *Dictionnaire environnement*. http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/aires_protegees.php4 (Page consultée le 2 mars 2014).
- Aitken, S.N., Yeaman, S., Holliday, J.A., Wang, T. et Curtis-McLane, S. (2008). Adaptation, migration or extirpation : climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, Ltd 1, p. 95-111.
- Alphandéry, P., Fortier, A. et Sourdril, A. (2012). Les données entre normalisation et territoire : la construction de la trame verte et bleue. *Développement durable et territoires*, vol. 3, n°2, p. 1-13.
- Altermatt, F. (2010). Climatic warming increases voltinism in european butterflies and moths. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 277, n° 1685, p. 1281-1287.
- Amiot, J., Salmon, Y., Colli, C. et Thompson, J. (2005). Differential resistance to freezing and spatial distribution in a chemically polymorphic plant *Thymus vulgaris*. *Ecology Letters*, vol. 8, n°4, p. 370-377.
- Araújo, M.B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L. et Williams, P.H. (2004). Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology*, n° 10, p. 1618-1626.
- Arnal, C., Laurens, L et Souldard, C. (2013). Les mutations paysagères engendrées par l'arrachage viticole, un vecteur de mobilisation des acteurs territoriaux dans l'Hérault. *Méditerranée*, n°120-123, p. 49-58.
- Arnaud, P.M. et Emig, C.C. (1986). La population, unité fonctionnelle de la biocénose. In *Paleopolis*. <http://paleopolis.rediris.es/benthos/TaP/105.pdf> (Page consultée le 15 juin 2014).
- Audric, S. (2009). La campagne et les villes-centres de plus en plus attractives en Languedoc-Roussillon. In Institut national de la statistique et des études économiques. *Population. Évolution et structure de la population*.
http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=14197 (Page consultée le 12 février 2014).

- Aussibal, G. (2010). *Propriétés des collectivités – États des lieux des activités agropastorales* (Document de travail). Chambre d'Agriculture, 105 p.
- Barbeau, G. (2014). Quelles perceptions du changement climatique par les professionnels? Communication orale. *Séminaire LACCAVE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Barber, C.V., Miller, K.R. et Bonnes, M. (2004). *Securing protected areas in the face of global change: issues and strategies*. Gland, IUCN, 236 p.
- Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R. et Quézel, P. (1990). Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetation*, vol. 87, n° 2, p. 151-173.
- Bariteau, M. (2003). Les ressources génétiques forestières dans le bassin méditerranéen. *In forêt méditerranéenne. Notre bibliothèque*. http://www.foret-mediterraneenne.org/upload/biblio/FORET_MED_2003_2_148-158.pdf (Page consultée le 18 février 2014).
- Bassède, J. (2014). Discussion au sujet du programme AgriBiodivEau à développer à travers l'Hérault. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec Aline Baudouin Chef du service biodiversité au CG34, Jean Bassède à la Direction de l'agriculture, de l'aménagement rural et foncier au CG34 et Karine Soulé Directrice du département environnement, aménagement rural et agriculture*, 24 mars 2014, Montpellier.
- Baudouin, A et Morvan, Y. (2014). Discussion au sujet du programme AgriBiodivEau sur les côtes de Thongue, implication du CG34. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec Aline Baudouin Chef du service biodiversité et espaces naturels au CG34 et Yann Morvan au service biodiversité et espaces naturels au CG34*, 14 mai 2014, Montpellier.
- Bd-Maps. (2014). Surveillance – France. *In The Wellcome Trust – Imperial College London. Surveillance – France*. http://www.bd-maps.net/surveillance/s_country.asp?country=FR (Page consultée le 21 mai 2014).
- Bégin, L. (2001). Éthique environnementale. *In* Hottois, G. et Missa, J., *Nouvelle encyclopédie de bioéthique: médecine, environnement, biotechnologie*. (p.399-404). Bruxelles, De Boeck - Wesmael. (Collection Renaud Bray).
- Bennett, A.F, Henein, K et Merriam, G. (1994). Corridor use and the element of corridor quality: chipmunks and fencerows in a farmland mosaic. *Biological conservation*, n° 68, p. 155-165.
- Bennett, A-F., Radford, J.Q et Haslem, A. (2006). Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. *Biological conservation*, n° 33, p. 250-264.
- Benoit, G., Comeau, A., Coudert, É., Laría, S. et Miran, P. (2006). Méditerranée. Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement. *In Plan Bleu. Publications*. http://planbleu.org/sites/default/files/publications/red_resume_fr.pdf (Page consultée le 19 février 2014).

- Bergandi, D. (2001). Biodiversité. In Hottois, G. et Missa, J., *Nouvelle encyclopédie de bioéthique: médecine, environnement, biotechnologie*. (p.104-112). Bruxelles, De Boeck -Wesmael. (Collection Renaud Bray).
- Bernard, P. (2013). *Suivre l'état de conservation des habitats naturels pour évaluer les mesures de gestion sur les espaces naturels sensibles de l'Hérault* (Guide technique à l'intention du CG34). Montpellier, CEFE-CEN-LR, 163 p.
- Bertoldi, R., Rio, D. et Thunell, R. (1989). Pliocene-pleistocene vegetational and climatic evolution of the south-central mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 72, n° C, p. 263-275.
- Berton, S., Letourneau, A et Thompson, J.D. (2014). Passer de la connaissance à une gestion par anticipation? *Espaces naturels*, n°46, p. 29.
- Besson, V. et Biau, O. (2012). Population et territoire. In Institut national de la statistique et des études économiques. *Territoires*. Régions, départements et villes de France. http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=18915&page=dossier/dos07/popter.htm (Page consultée le 12 février 2014).
- Blandin, P. (2009). *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*. Nancy, Édition Quae, 124p.
- Bolin, B. et Eriksson, E. (1958). Changes in the Carbon Dioxide Content of the Atmosphere and Sea due to Fossil Fuel Combustion. In Bolin, *The Atmosphere and the Sea in Motion: Scientific Contributions to the Rossby Memorial Volume* (chap. 2, p. 130-142), New York, Rockefeller Institute Press.
- Borrell Estupina, V. (2011). L'évapotranspiration. In Université de Montpellier. *Claroline*. <http://mon.univ-montp2.fr/claroline/backends/download.php?url=L01FMVRDMS1jb3Vycy1FdmFwRU5ULnBkZg%3D%3D&cidReset=true&cidReq=GMST108> (Page consultée le 13février 2014).
- Boulant, N et Lepart, J. (2011). Modélisation de l'impact du pâturage sur la vitesse de propagation d'un front pionnier de pins sur les Grands Causses. In Thompson, J et Gauthier, P. *Activités humaines et dynamiques de la biodiversité en région méditerranéenne Problématique scientifique, enjeux de conservation* (chap.3, p.44-45). Montpellier, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive. (MédiaTerra).
- Brutel, C. et Omalek, L. (s.d.). Projections démographiques pour la France, ses régions et ses départements à l'horizon 2030. In Institut national de la statistique et des études économiques. *Toutes les publications, chiffres clés, bases de données pour la France ou les régions*. http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/DS081fr.pdf (Page consultée le 12 février 2014).
- Burel, F et Baudry, J. (1999). Écologie du paysage – Concepts, méthodes et applications. *Études rurales*, n°167-168, p. 329-333

- Burel, F., Butet, A., Delettre, Y.R. et De la Peña, N.M. (2004). Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification. *Landscape and Urban Planning*, n° 67, p.195-204.
- Cambon, D. (26 mars 2014). Les forêts méditerranéennes : biodiversité et changements climatiques. Courrier électronique à Solène Berton, adresse destinataire : solene.berton@cefe.cnrs.fr
- Carreno, M., Belair, C. et Romani, M. (2008). Répondre à l'élévation du niveau de la mer en Languedoc-Roussillon. In Pôle relais lagunes méditerranéennes. *La lettre des Lagunes hors-série n°1*. http://www.pole-lagunes.org/ftp/LettreLagunes_hors_serie/Lettre_des_lagunes_hors_serie_1.pdf (Page consultée le 17 mai 2014).
- CEFE, CEN-LR, Meridionalis et l'Opie. (2013). *Identification des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc Roussillon, Note méthodologique pour le Schéma Régional de Cohérence Ecologique LR* [fichier d'ordinateur]. Montpellier, CEN-LR.
- CEN-LR et CG34. (s.d.). *Les mares du département de l'Hérault* [fichier d'ordinateur]. Département de l'Hérault et Conservatoire d'espaces naturels.
- CEN-LR, Les Écologistes de l'Euzière et l'Opie. (2014). Atlas des libellules et papillons de jour du Languedoc-Roussillon. In Atlas des libellules et papillons de jour du Languedoc-Roussillon. *Papillons de jour – État de connaissances*. <http://atlas.libellules-et-papillons-lr.org/papillons> (Page consultée le 17 avril 2014).
- CG34 et le CEN-LR. (2011). AGIR pour la biodiversité Plan départementale d'action en faveur de la biodiversité héraultaise. Département de l'Hérault, 66p.
- CG34, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie et Agenda 21 local France. (2010). Plan climat énergie territorial département de l'Hérault – Dossier de présentation de la stratégie 2013-2018. In Centre de ressources pour les plans Climats-Energies Territoriaux. *Plan d'actions en Hérault*. http://observatoire.pcet-ademe.fr/data/plan_d_actions_cg_herault.pdf (Page consultée le 24 mai 2014).
- CG34. (2014). Diversité des milieux. In Conseil général de l'Hérault. *Environnement*. <http://www.herault.fr/environnement/diversite-milieux> (Page consultée le 24 mai 2014).
- CG34. (s.d.). *Les domaines départementaux* [fichier d'ordinateur]. Département de l'Hérault.
- Chabert, B. (2014). Discussion sur les PAEN en Hérault et leurs conséquences. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec Bruno Chabert Service de l'aménagement rural et foncier*, 3 avril 2014, Montpellier.
- Chambre d'Agriculture de l'Hérault, CEN-LR, ONF et Service d'utilité Agricole Montagne Méditerranée. (2013). *Définition d'un plan de gestion des propriétés du Département de l'Hérault et de la Communauté de Communes Lodévois et Larzac à St Maurice-Navacelles et la Vacquerie* (Document de partenariat). Partenaires techniques du CPIE des Causses Méridionaux, 245 p.

- Chambre d'Agriculture du Languedoc-Roussillon (2008). L'agriculture en Languedoc-Roussillon. *In* Agricultures et Territoires Chambre d'Agriculture Languedoc-Roussillon. *L'Agriculture L-R*. <http://www.languedocroussillon.chambagri.fr/lagriculture-lr.html> (Page consultée le 24 février 2014).
- Chaouche, K., Neppel, L., Dieulin, C., Pujol, N., Ladouche, B., Martin, E., Salas, D. et Caballero, Y. (2010). Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change. *Comptes Rendus - Geoscience*, vol. 342, n° 3, p. 234-243.
- Charmantier, A. (2013). Les mésanges des chênaies méditerranéennes et le changement climatique. *In* Le Collectif des Garrigues. *Atlas des garrigues regards croisés*, (p. 113). Mauguio, Écologistes de l'Euzière.
- Chetkiewicz, C.-L.B., St. Clair, C.C. et Boyce, M.S. (2006). Corridors for conservation: Integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol 37, p. 317-342.
- Cheyland, M. (2014). Discussion au sujet de l'herpétofaune et des changements globaux. Communication orale. *Entrevue menée par Aurélien Letourneau et Solène Berton avec Marc Cheyland, Maître de conférence en Écologie et Biogéographie des vertébrés au CEFÉ*, 11 mars 2014, Montpellier.
- Cheyland, M., Grillet, P et Doré, F. (2011). Dynamique populationnelle du Léopard ocellé. *In* Thompson, J et Gauthier, P., *Activités humaines et dynamiques de la biodiversité en région méditerranéenne Problématique scientifique, enjeux de conservation* (chap.2, p.25-26). Montpellier, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive. (MédiaTerra).
- Chuine, I. (2008). Quelles seront les conséquences des perturbations des cycles naturels? Résumé. *Forêt méditerranéenne*, vol XXIX, n° 2, p. 155-156.
- Commissariat général au développement durable - Service de l'observation et des statistiques (2013). Eider base de données. *In* Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. *Portraits régionaux*. <http://www.stats.environment.developpement-durable.gouv.fr/Eider/portraits.do> (Page consultée le 24 février 2014).
- Commission de la sauvegarde des espèces (2008). La Méditerranée : menace sur un haut lieu de la biodiversité. *In* IUCN. *Méditerranée recherche*. http://cmsdata.iucn.org/downloads/the_mediterranean_a_biodiversity_hotspot_under_threat_factsheet_fr.pdf (Page consultée le 12 février 2014).
- Conseil de l'Europe (2013). La stratégie paneuropéenne pour la diversité biologique et paysagère. *In* Conseil de l'Europe. *Culture, patrimoine et diversité*. http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/biodiversity/default_fr.asp (Page consultée le 2 janvier 2013).
- Convention sur la diversité biologique. (2014). Relier la biodiversité et les changements climatiques. *In* Convention sur la diversité biologique. *Questions transectorielles*. <http://www.cbd.int/climate/copenhagen/> (Page consultée le 24 mai 2014).

- Couderc, M.R et Loiseaux, M. J.-M (2012). La prise en compte du risque de submersion marine sur le littoral Biterrois. *In* Observatoire national de la mer et du littoral. *Journée d'échanges « Scot littoraux et Grenelle de la mer : la prise en compte des risques littoraux »*.
http://www.onml.fr/fileadmin/user_upload/articles/scot-5.2_-_Scot_Biterrois_-JM.Loiseau.pdf
 (Page consultée le 15 février 2014).
- Cross, M.S., Zavaleta, E.S., Bachelet D., Brooks M.L., Enquist, C.A., Fleishman, E., Graumlich L.J., Groves, C.R., Hannah, L., Hansen, L., Hayward, G., Koopman, M., Lawler, J.J., Malcolm, J., Nordgren, J., Petersen, B., Rowland, E.L., Scott, D., Shafer, S.L., Shaw, M.R. et Tabor, G.M. (2012). The Adaptation for Conservation Targets (ACT) Framework: A Tool for Incorporating Climate Change into Natural Resource Management. *Environmental Management*, n°50, p. 341-351.
- Dajoz, R. (2009). *Précis d'écologie*. 8^e édition, Paris, Dunod, 631p. (Sciences Sup).
- Dale, V.H. (1997). The relationship between land-use change and climate change. *Ecological Applications*, n°3, p. 753-769.
- Décret n°2012-1492 du 27 décembre relatif à la trame verte et bleue*. 2012, Journal officiel de la République française, texte n°38.
- Département de l'Hérault. (2008). *Le relief du département de l'Hérault* [document cartographique]. 1 : 12 000, Montpellier, Conseil général de l'Hérault.
- Devictor, V., Van Swaay, C., Brereton, T., Brotons, L., Chamberlain, D., Heliölä, J., Herrando, S., Julliard, R., Kuussaari, M., Lindström, A., Reif, J., Roy, D.B., Schweiger, O., Settele, J., Stefanescu, C., Van Strien, A., Van Turnhout, C., Vermouzek, Z., WallisDeVries, M., Wynhoff, I. et Jiguet, F. (2012). Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change*, vol. 2, n° 2, p. 121-124.
- Di Giulio, M., Holderegger, R. et Tobias, S. (2009). Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. *Journal of environmental management*, vol. 90, n° 10, p. 2959-2968.
- Diamond, J.M. (1975). The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, n° 7, p. 129-146.
- Diamond, J.M. (1976). Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science*, n° 193, p. 1027-1029.
- Disca, T. (2012a). *Plan de gestion des Espaces Naturels Sensibles de la Font-du-Griffe et des Lavagnes* (Contrat n°2010264). Mèze, Biotope, 99 p.
- Disca, T. (2012b). *Plan de gestion des Espaces Naturels Sensibles de Cazarils/Roussières* (Contrat n°2010264). Mèze, Biotope, 110 p.
- Disca, T. (2012c). *Plan de gestion de l'Espaces Naturels Sensibles de Vernède* (Contrat n°2010264). Mèze, Biotope, 91 p.

- DREAL - PACA. (s.d.). Continuités écologiques et trame verte et bleue. *In* Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. *Biodiversité-Eau-Paysage*. <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/continuites-ecologiques-et-trame-r347.html> (Page consultée le 15 mai 2014).
- DREAL Languedoc-Roussillon (2009). Modernisation de l'inventaire Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) région Languedoc-Roussillon. *In* DREAL. *ZNIEFF*. http://irlr-app.dreal-languedoc-roussillon.fr/~addsd/ZNIEFF/pdf/znief_3420-3110.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- ECONAT Yverdon-les-Bains et PiU WABERN. (2013). L'analyse des réseaux écologiques, de nouveaux enjeux pour la gestion de l'environnement? *In* Laboratoire de géologie de l'ingénieur et de l'environnement. http://geolep.epfl.ch/webdav/site/geolep/shared/coursaral/fichiers/Berthoud/3_R%C3%A9sea ux%20et%20corridors%20%C3%A9cologiques.pdf (Page consulté le 2 mars 2014).
- Encyclopaedia Universalis. (2014). Typologies et fonctions des ONG. *In* Encyclopaedia Universalis. *Organisations non gouvernementales*. <http://www.universalis.fr/encyclopedie/organisations-non-gouvernementales/2-typologie-et-fonctions-des-o-n-g/> (Page consultée le 24 mai 2014).
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution & Systematics*, vol. 34, n° 1, p. 487-515.
- Falconnet, G. et Roman-Amat, B. (2009). Quelques réflexions depuis Nancy à propos des forêts méditerranéennes françaises. *Forêt méditerranéenne*, vol XXX, n° 4, p. 307-312.
- Fleury, B. (24 mars 2014). Les forêts méditerranéennes : biodiversité et changements climatiques. Courrier électronique à Solène Berton, adresse destinataire : solene.berton@cefe.cnrs.fr
- Fouchier, F., Hemery, G., Thibault, M. et Coulet, É. (2014). Chaque action de gestion est une expérimentation. *Espaces naturels*, n°46, p. 30.
- Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature. (s.d.). Qu'appelle-t-on « faune auxiliaire » ? *In* Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature objectif zéro pesticide. *Préserver la faune auxiliaire*. <http://frapna-zeropesticide.fr/preserverfaune-auxiliaire> (Page consultée le 16 juin 2014).
- Galindo, C. et Cavrois, A. (2012). Papillons de jour de France Métropolitaine. *In* UICN France. *La liste rouge des espèces menacées de France*. http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Dossier_presse_Liste_rouge_Papillons_de_jour_de_metropole.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- Garcia de Cortazar-Atauri, I. (2014). La construction de scénarios climatiques à l'échelle régionale et locale. Communication orale. *Séminaire LACCAVE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.

- Geniez, P. et Cheylan, M. (2012). *Les amphibiens et les reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes Atlas biogéographique*. Paris, Biotope, le Muséum national d'Histoire naturelle, 448 p. (Collection Inventaires et biodiversité).
- Geoffroy, M., Disca, T. et Boivin, D. (2014). *Plan de gestion des Espaces Naturels Sensibles de Maure/Cent Fonts/ Travers de l'Hérault/Ravin des arcs* (Contrat n°2010264). Mèze, Biotope, 108 p.
- Gibson, S.Y., Van Der Marel, R.C. et Starzomski, B.M. (2009). Climate change and conservation of leading-edge peripheral populations. *Conservation Biology*, vol. 23, n° 6, p. 1369-1373.
- GIEC (2007). Changements climatiques 2007 : Rapport de synthèse. *In* Intergovernmental Panel on Climate Change. *Rapports d'évaluation et rapports spéciaux*. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf (Page consultée le 13février 2014).
- GIEC (2013a). Chapter 14: Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. *In* Ministère de l'écologie et du développement durable. *Énergie, air et climat. 5^e rapport du GIEC. Volume 1 : changements climatiques 2013 - les éléments scientifiques*. http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_Chapter14.pdf (Page consultée le 13février 2014).
- GIEC (2013b). Chapter 5: Information from Paleoclimate Archives. *In* Ministère de l'écologie et du développement durable. *Énergie, air et climat. 5^e rapport du GIEC. Volume 1 : changements climatiques 2013- les éléments scientifiques*. http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_Chapter14.pdf (Page consultée le 13février 2014).
- GIEC (2013c). Chapter 11: Near-term Climate Change :Projections and Predictability. *In* Ministère de l'écologie et du développement durable. *Énergie, air et climat. 5^e rapport du GIEC. Volume 1 : changements climatiques 2013- les éléments scientifiques*. http://www.climatechange2013.org/images/report/WGIAR5_Chapter11_FINAL.pdf (Page consultée le 17février 2014).
- GIEC. (2014). Résumé à l'intention des décideurs du volume 2 du 5eme rapport du GIEC. *In* MEDDE. *Impacts et adaptation*. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC_Resume_decideurs_vol2_AR5_fr_non_officielle_V3_Figures.pdf (Page consultée le 24 mai 2014).
- Geniez, P. et Cheylan, M. (2014). *Atlas herpétofaune du Languedoc-Roussillon [fichier d'ordinateur]. Montpellier, CNRS, CEFÉ*.
- Giorgi, F. et Lionello, P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, vol. 63, n° 2-3, p. 90-104.
- Grillet, P., Cheylan, M et Dusoulier, F. (2006). Évolution des habitats et changement climatique : quelles conséquences pour les populations de Lézard ocellé, *Lacerta lepida* (Saurien, Lacertidés), en limite nord de répartition ? *Ecologia mediterranea*, vol. 32, p. 63-72.

- Haddad, N.M. et Tewksbury, J.J. (2005). Corridor and distance effects on interpatch movements: a landscape experiment with butterflies. *Ecological Applications*, n° 9, p. 612-622.
- Hagerman, S.M. et Satterfield, T. (2014). Agreed but not preferred: expert views on taboo options for biodiversity conservation, given climate change. *Ecological Applications*, vol 34, n°3, p. 548-559.
- Hannah, L. (2011). Climate Change, Connectivity, and Conservation Success. *Conservation Biology*, vol. 25, n° 6, p. 1139-1142.
- Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., Pearson, R. et Williams, P. (2007). Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 5, n° 3, p. 131-138.
- Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shepard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A. et Hijmans, R.J. (2013). Climate change, wine and conservation, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol 110, n°17, p. 6907-6912.
- Heller, N.E. et Zavaleta, E.S. (2009). Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, vol. 142, n° 1, p. 14-32.
- Hodgson, J.A., Thomas, C.D., Wintle, B.A. et Moilanen, A. (2009). Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology*, n°46, p. 964-969.
- IGN Géoportail. (2013). *Scan1000* [fichier d'ordinateur]. Édition 2013, 1 : 1 000 000, Institut national de l'information géographique et forestière.
- Insee. (s.d.). Taxon définition. In Institut national de la statistique et des études économiques. *Définitions et méthodes*.
<http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/taxon.htm> (Page consultée le 15 juin 2014).
- Insee. (2013). La Corse en bref – édition 2013- Population. In Institut national de la statistique et des études économiques. *Population*. Évolution et structure de la population.
http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=14811 (Page consultée le 12 février 2014).
- Jaulin, S. (2014). Discussion au sujet des espèces d'odonates et de rhopalocères à considérer dans le projet. Communication orale. *Entrevue menée par John-D Thompson, Aurélien Letourneau et Solène Berton avec Stéphane Jaulin Chargé de mission entomologiste*, 17 avril 2014, Montpellier.
- Jenkins, C. N. et Joppa, L. (2009). Expansion of the global terrestrial protected area system. *Biological Conservation*. n° 142, p.2166-2174.

- Journal officiel de la République française. (2009). Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. *In* Legifrance. *Bases de données*.
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548&fastPos=1&fastReqId=1302609719&categorieLien=id&oldAction=rechTexte> (Page consultée le 5 juin 2014).
- Journal officiel de la République française. (2010). Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. *In* Legifrance. *Bases de données*.
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434> (Page consultée le 5 juin 2014)
- Journal officiel de la République française. (2012). Décret n°2012-1492 du 27 décembre relatif à la trame verte et bleue. *In* Legifrance. *Bases de données*.
http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20121229&numTexte=38&pageDebut=20812&pageFin=20815 (Page consultée le 5 juin 2014)
- Khater, C., Raavel, V., Sallantin, J., Thompson, J.D., Hamze, M. et Martin, A. (2012). Restoring Ecosystems Around the Mediterranean Basin: Beyond the Frontiers of Ecological Science. *Restoration Ecology*, vol. 20, n° 1, p. 1-6.
- Kindlmann, P. et Burel, F. (2008). Connectivity measures: A review. *Landscape Ecology*, vol. 23, n° 8, p. 879-890.
- Kolher, Y., Scheurer, T et Ulrich, A. (2009). Réseaux écologiques dans l'Arc alpin. *Revue de Géographie Alpine, Journal of Alpine Research*, n°97-1.
- Kram, T. et Stehfest, E. (2006). The IMAGE model: History, current status and prospects. *In* Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), *Integrated modelling of global environmental change-An overview of IMAGE 2.4* (chap. 1.3, p. 13). Bilthoven, The Netherlands, Bouwman, A-F., Kram, T. et Klein Goldewijk, K.
- Kremer, A (2000). Changements climatiques et diversité génétique. *Revue Forestière Française*, vol. LII, numéro spécial 2000, n° 2000, p. 91-97.
- Kremer, A. et Petit, R. (2001). L'épopée des chênes européens. *Dossier de l'environnement de l'Institut National de Recherche Agronomique*, n°21, p. 131-138.
- Krosby, M., Tewksbury, J., Haddad, N.M. et Hoekstra, J. (2010). Ecological connectivity for a changing climate. *Conservation Biology*, vol. 24, n° 6, p. 1686-1689.
- Larousse dictionnaire. (2014a). Causse. *In* Dictionnaire de français Larousse. *Dictionnaire de français Larousse*. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/causse/13870> (Page consultée le 15 mai 2014).
- Larousse dictionnaire. (2014b). Cépage. *In* Dictionnaire de français Larousse. *Dictionnaire de français Larousse*. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/c%C3%A9page/14173> (Page consultée le 15 mai 2014).

- Larousse dictionnaire. (2014c). Garrigues. *In* Dictionnaire de français Larousse. *Dictionnaire de français Larousse*. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/garrigue/36195> (Page consultée le 15 mai 2014).
- Lavergne, S., Molina, J. et Debussche, M. (2006). Fingerprints of environmental change on the rare mediterranean flora: A 115-year study. *Global Change Biology*, vol. 12, n° 8, p. 1466-1478.
- Le Collectif des Garrigues. (2013). *Atlas des garrigues-regards croisés*. Maugio, Les Écologistes de l'Euzière, 360p.
- Le Treut. (2010). L'expertise climatique : un défi interdisciplinaire et démocratique. *Nature Sciences Sociétés*, n°18, p. 251-252.
- Lebourgeois, F. (s.d.). La phénologie, les phases et les stades à observer. *In* INRA de Nancy. *Page personnelle*. <https://www2.nancy.inra.fr/unites/lerfob/ecologie-forestiere/pages-perso/f-lebourgeois/phenologie.html> (Page consultée le 18 juin 2014).
- Lefebvre T., Moncorps, S. (2010). Les espaces protégés français : une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité. *In* Comité français de l'UICN. *Espaces protégés*. http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Espaces_proteges (Page consultée le 13 avril 2014).
- Legay, M. et Ladier, J. (2008). La gestion forestière face aux changements climatiques : premières orientations d'adaptation en forêts publique Le cas des forêts méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*, vol XXIX, n° 2, p. 221-234.
- Lespinas, F. (2008). Impacts du changement climatique sur l'hydrographie des fleuves côtiers en région Languedoc –Roussillon. Thèse de doctorat, Université de Perpignan, 305 p.
- Letourneau, A., Thompson, J.D., Vimal, R., Belmont, L., Grard, M., Pirsoul, L., Agnezy, S., Merlet, F., Houard, X. et Jaulin, S. (2014). *Note méthodologique pour l'identification des espaces importants pour la préservation de la biodiversité et des continuités écologiques en Languedoc-Roussillon* (annexe au SRCE Languedoc-Roussillon).UMR 5175 CEFE, CNRS, 112 p.
- Lhuillier, C. (2014). Discussion sur la biodiversité en milieux agricoles héraultais. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Solène Berton avec Corentin Lhuillier Conseiller Territoires et Biodiversité service transversal à la Chambre d'Agriculture de l'Hérault*, 16 avril 2014, Montpellier.
- Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement*. 2012, Journal officiel de la République française n°0179, p.13031, texte n°2.
- Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement*. 2010, Journal officiel de la République française n°0160, p. 12905, texte n°1.
- M'Hirit, O. (s. d.). La forêt méditerranéenne : espace écologique, richesse économique et bien social. *In* FAO. *Archives*. <http://www.fao.org/docrep/x1880f/x1880f03.htm> (Page consultée le 18 février 2014).

- MacArthur, R.H. et Wilson, E.O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton N.J, Princeton University Press, 215 p.
- Maris, V. (2013). *FMOE310 Valorisation de la biodiversité, Agir dans un monde incertain, Notes de cours*. Montpellier, Université de Montpellier II, 13 p.
- Marty, P., Lepart, J. et Kunstler, G. (2011). Évolution des pratiques pastorales et culturelles : quelles responsabilités dans la progression des ligneux sur le Causse Méjean? In Thompson, J et Gauthier, P., *Activités humaines et dynamiques de la biodiversité en région méditerranéenne Problématique scientifique, enjeux de conservation* (chap.3, p.43-44). Montpellier, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive. (MédiaTerra).
- Mathevet, R. (2013). Biodiversité biologie de la conservation. Communication orale. *Conférence pour l'unité d'enseignement Écologie application*, 8 octobre 2013, Université de Montpellier II.
- McLachlan, J. S., Hellmann, J.J. et Schwartz, M.W. (2007). A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conservation Biology*, n° 21, p 297-302.
- Médail, F. et Quézel, P. (1997). Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 84, n° 1, p. 112-127.
- Médail, F., Baumel, A., Diadema, K. et Migliore, J. (2012). La biodiversité méditerranéenne, organisation et évolution. In Société Française d'Écologie. *Regards*. <http://www.sfecologie.org/regards/2012/11/07/r38-frederic-medail-et-al/> (Page consultée le 24 février 2014).
- MEDDE. (2011). Plan national d'adaptation aux changements climatiques. In MEDDE. *Impacts et adaptation*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf> (Page consultée le 24 mai 2014).
- MEDDE. (2012). Plan national d'action lézard ocellée 2012 – 2016. In Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. *Eau et Biodiversité*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Plan-national-d-actions-Lezard.html> (Page consultée le 12 mai 2014).
- MEDDE. (2013a). Le GIEC. In MEDDE. *GIEC et expertise climatique*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-du-GIEC.html> (Page consultée le 26 décembre 2013).
- MEDDE. (2013b). Politique climat et efficacité énergétique. In MEDDE. *Énergie, Air, Climat*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Politiques-climat-et-efficacite,34283.html> (Page consultée le 20 mai 2014).
- MEDDE. (2013c). Trame verte et bleue. In DREAL Languedoc-Roussillon. *Biodiversité Eau Paysage*. <http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/trame-verte-et-bleue-r592.html>(Page consultée le 26 décembre 2013).

- MEDDE. (2014a). Changement climatique : 5e rapport d'évaluation du GIEC volume 3. In MEDDE. *GIEC et expertise climatique*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Changement-climatique-5e-rapport-d,38559.html> (Page consultée le 24 mai 2014).
- MEDDE. (2014b). Plan climat-énergie territorial (PCET). In MEDDE. *Energie, air et climat*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Plan-climat-energie-territorial.html> (Page consultée le 5 juin 2014).
- Merlet, F. et Houard, X. (2013a). La Cordulie arctique. In Trame verte et bleue Centre de ressources. *Synthèse bibliographiques espèces*. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219_cordulie_arctique_decembre2012.pdf (Page consultée le 27 février 2014).
- Merlet, F. et Houard, X. (2013b). La Cordulégastre bidenté. In Trame verte et bleue Centre de ressources. *Synthèse bibliographiques espèces*. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219_cordulegastre_bidente_fev2012.pdf (Page consultée le 27 février 2014).
- Merlet, F. et Houard, X. (2013c). Le Semi-Apollon. In Trame verte et bleue Centre de ressources. *Synthèse bibliographiques espèces*. <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/cote-recherche/syntheses-bibliographiques-especes/semi-apollon-parnassius-mnemosyne> (Page consultée le 27 février 2014).
- Météo France. 2014. Données climatiques de Saint-Martin-de-Londres entre 1970 et 2013. In Météo France. *Publithèque*. <http://publithèque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWebPubli/index.jsp> (Page consultée le 7 mars 2014).
- Micola, S. (2014). Discussion au sujet du pastoralisme en Hérault et l'impact des changements climatiques. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Solène Berton avec Sylvain Micola, chargé de projet à la Chambre d'Agriculture de l'Hérault – élevage secteur des Hautes Garrigues*, 1 avril 2014, Montpellier.
- Millet, D. (2014). Présentation de la problématique côtière de Vias. Communication Oral. *Réunion sur la problématique côtière de Vias, mise en interaction de la communauté d'agglomération Euro Méditerranée, du Conseil général et de la municipalité de Vias*, 15 avril 2014, Montpellier.
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de la Mer. (2009). À l'interface entre terre et mer : la gestion du trait de côte. In Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de la Mer. *Gestion du trait de côte*. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Gestion_du_trait_de_cote.pdf (Page consultée le 16 mai 2014).
- Minteer, B.A. et Collins, J.P. (2010). Move it or lose it? The ecological ethics of relocating species under climate change. *Ecological Applications*, n°2, p. 1801–1804.
- MNHN. (2013). *Cartes et information géographique – Base de données nationale Espaces Protégés* [fichier d'ordinateur]. 1 : 25 000, MNHN.

- MNHN (2014). Inventaire nationale du Patrimoine naturel. In INPN. *Programmes Espaces Protégés*. <http://inpn.mnhn.fr/programme/espaces-proteges> (Page consultée le 28 février 2014).
- Muin, É. (2014). Discussion au sujet de la gestion des espaces naturels littoraux. Communication orale. *Entrevue mené e par Solène Berton avec Émilien Muin technicien SIG au Conservatoire du Littoral du Languedoc-Roussillon*, 15 avril 2014, Montpellier.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. et Kent, J. (2000). Biodiversité hotspots for conservation priorities. *Nature*, n°403, p. 853-858.
- Natura 2000 (2007). Biodiversité et changement climatique le rôle de Natura 2000. In European Commission. *Climat*. http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/nat2000newsl/nat22_fr.pdf (Page consultée le 28 février 2014).
- Neppel, L., Bouvier, C., Desbordes, M et Vinet, F. (2003). Sur l'origine de l'augmentation apparente des inondations en région méditerranéenne. *Revue des sciences de l'eau*, vol.16, n°4, p475-494.
- Norrant, C., Douguédroit, A. (2004). Tendances des précipitations mensuelles et quotidiennes dans le sud-est méditerranéen français (1950-51 / 1999-2000). In Association Internationale de Climatologie. *Le volume 1 de la revue Climatologie (2004)*. http://www.climato.be/aic/publis/vol1/article_NORRANT%20et%20DOUGUEDROIT_vol.1_pages45-64.pdf (Page consultée le 17 février 2014).
- Organisation des Nations Unies. (2014). Framework convention on climate change. In United Nations. *Accueil*. https://unfccc.int/portal_francofone/essential_background/convention/items/3270.php (Page consultée le 24 mai 2014).
- Ourcival, J.M. (2014). Discussion au sujet des forêts méditerranéennes : biodiversité et changements climatiques.. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec Jean-Marc Ourcival ingénieur de recherche au CEFÉ*, 2 avril 2014, Montpellier.
- Pays d'Hérault (2014). IGP du Languedoc-Roussillon. In Pays d'Hérault vin-IGP. *Les vins IGP*. http://www.paysdherault.fr/FR-2-Les_vins_IGP (Page consultée le 31 mars 2014).
- Peñuelas, J et Boada, M. (2003). A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology*, n°9, p. 131-140.
- Phillips, D. (s.d.). Reptiles et amphibiens de France. In Reptiles et amphibiens de France. *Amphibiens*. <http://www.herpfrance.com/fr/amphibien/> (Page consultée le 9 juin 2014).
- Pieyre, M. (2014). Discussion au sujet de la montée de la mer à Vias. Communication orale. *Entretien mené par Solène Berton avec Michel Pieyre Chef de projet au pôle développement durable du Conseil général de l'Hérault*, 6 mars 2014, Montpellier.

- Pons, A. et Quézel, P. (1998). On the installation of the Mediterranean climate. *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences - Serie IIA : Sciences de la Terre et des Planètes*, vol. 327, n° 11, p. 755-760.
- Porte, B. (2014). Discussion au sujet de la biodiversité au sein des vignobles et de l'intégration des changements climatiques. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Solène Berton avec Benjamin Porte, ingénieur à l'institut français de la vigne et du vin*, 26 mars 2014, Montpellier.
- Raevel, V. (2013). Retour sur les réseaux écologiques. Communication orale. *Conférence pour l'unité d'enseignement Écologie : Application GMBE343*, 1 octobre 2013, Université de Montpellier II.
- Région Languedoc-Roussillon. (2013). Plan climat. In La région Languedoc-Roussillon. *Nos actions – Plan climat*. <http://www.laregion.fr/138-plan-climat.htm> (Page consultée le 24 mai 2014).
- Richard, A. (2014). Discussion au sujet de la gestion du littoral en termes d'adaptation aux changements climatiques. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Solène Berton avec Alexandre Richard ingénieur à la Direction du développement littoral maritime au CG34*, 20 mai 2014, Montpellier.
- Rogee, G. et Sordello, R. (2013). Le Léopard ocellé. In Trame verte et bleue Centre de ressources. *Synthèse bibliographique espèces*. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219_leopard_ocelle_juillet2012.pdf (Page consultée le 27 février 2014).
- Sainglas, C. (2014). Discussion au sujet du programme agro-écologique sur les côtes de Thongue. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Solène Berton avec Carole Sainglas, chargée de projet au CEN L-R.*, 31 mars 2014, Montpellier.
- Sala, O. E., Chapin, F. S. I., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walker, B. H., Walker, M. et Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, n°287, p. 1770-1774.
- Salasse, J-P. (2014). Discussion sur l'impact des changements climatiques sur la biodiversité héraultaise et dynamiques anthropiques. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec Jean-Paul Salasse Directeur Les Écologistes de l'Euzière*, 8 avril 2014, Prades le Lez.
- Sanderson, E. W., Malanding, J., Levy, M.A., Redford, K. H., Wannebo, A. V. et Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild. *BioScience*, n°52, p. 891-904.

- Schmidt, B. (2007). La chytridiomycose : Une redoutable mycose touchant les amphibiens. In Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse. *Chytridiomycose*.
http://www.karch.ch/files/content/sites/karch/files/Doc%20%C3%A0%20t%C3%A9%20A9%20A9%20charger/chytridiomycose/Chytridiomykose_F_Nov2013.pdf (Page consultée le 21 mai 2014).
- Schulttz, H. (2014). Les impacts des changements climatiques sur la viticulture : une vision européenne. Communication orale. *Séminaire LACCAVE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Secondy, D. (2014). Discussion sur l'influence des changements climatiques sur le pastoralisme. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec Daniel Secondy éleveur ovins au Domaine de Roussières propriété départementale*, 10 avril 2014, Viols-en-aval.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. (2014). Convention sur la diversité biologique. In Convention sur la diversité biologique. *Fiches – Convention sur la diversité biologique*. <http://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-cbd-fr.pdf> (Page consultée le 24 mai 2014).
- Seguin, B. (2007). Les changements climatiques et les impacts observés sur les écosystèmes terrestres. *Rendez-vous techniques hors-série*, n°3, p. 3-8.
- Seguin, B. (2008). Impact du changement climatique sur les écosystèmes naturels et cultivés. *Forêt méditerranéenne*, n°2, p. 127-135.
- Suc, J.P. (1984). Floras, vegetation and climates in Mediterranean lands from 3 to 1 million years ago. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, vol. 2-3, p. 65-69.
- Taylor, P.D., Fahrig, L. et Kimberly, A. (2006) Landscape connectivity: a return to the basis. In Acadia University. *Landscape*.
http://landscape.acadiau.ca/Phil_Taylor/PDF/TaylorFahrigWith.pdf (Page consultée le 2 février 2014).
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K et Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, n° 68, p. 571-573.
- Teil, G. (2014). Quelles perceptions du changement climatique par les professionnels? Communication orale. *Séminaire LACCAVE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Temple, H.J. et Cuttelod, A. (2009). Statut de conservation et répartition géographique des mammifères méditerranéens. In UICN. *Red list mediteranean mammals*.
http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_red_list_mediterranean_mammals_french.pdf (Page consultée le 26 février 2014).

- Thomas, J.A., Bourn, N.A.D., Clarke, R.T., Stewart K.E., Simcox, D.J., Pearman, G.S., Curtis, R. et Goodger, B. (2001). The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist in fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society London, Series B*, n°268, p. 1791–1796.
- Thompson, J.-D. (2005). *Plant evolution in the Mediterranean*. Oxford, Oxford University Press, 293p.
- Thompson, J.-D et Ronce, O. (2010). Fragmentation des habitats et dynamique de la biodiversité. In Société Française d'Écologie. *Regards*. <http://www.sfecologie.org/regards/2010/11/18/regards-6-thompson-ronce/> (Page consultée le 3 mars 2014).
- Thompson, J.-D. (2011). C'est nécessaire : articuler biodiversité et paysage. *Espaces Naturels*, n° 34, p.24-25.
- Thompson, J.-D. et Gauthier, P. (2011). *Activités humaines et dynamique de la biodiversité en région méditerranéenne*. Montpellier, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, 93p. (MédiaTerra).
- Thompson, J.-D., Mathevet, R., Delanoë, O., Gil-Fourrier, C., Bonnin, M. et Cheylan, M. (2011). Ecological solidarity as a conceptual tool for rethinking ecological and social interdependence in conservation policy for protected areas and their surrounding landscape. *Comptes Rendus - Biologies*, vol. 334, n° 5-6, p. 412-419.
- Thompson, J.-D, Letourneau, A., Pirsoul, L., Agnezy, S., Jaulin, S., Merlet, F. et Houard, X. (2013a). Identification des continuités écologiques associées aux pratiques agricoles en Languedoc-Roussillon. In DREAL Languedoc-Roussillon. *Trame verte et bleue Projet SRCE*. <http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/notes-methodologiques-a-l-origine-r1852.html> (Page consultée le 18 avril 2014).
- Thompson, J.-D, Charpentier, A., Bouquet, G., Charmasson, F., Roset, S., Buatois, B., Vernet, P. et Gouyon, P.H. (2013b). Evolution of a genetic polymorphism with climate change in a Mediterranean landscape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 110, n° 8, p. 2893-2897.
- Touzard, J.-M. et Hanin, H (2014). Comment raisonner les stratégies d'adaptation? Communication orale. *Séminaire LACCAGE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Trambouze, W. (2014). Discussion au sujet de l'impact des changements climatiques sur la biodiversité ordinaire présente dans les vignes. Communication orale. *Entrevue menée par Solène Berton avec William Trambouze chargé d'étude à la Chambre d'Agriculture de l'Hérault*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Turpin, L. (2012). Changement climatique : de la légitimité à la responsabilité. In Alberganti, M., *La science et le débat public*, p. 169-180. Arles, (Collection Actes Sud / IHEST).

- TVB, (s. d). Trame verte et bleue centre de ressources. In Trame verte et bleue. *Présentation de la TVB le dispositif TVB*. <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/dispositif-tvb> (Page consultée le 26 décembre 2013).
- UICN (2009). Statut de conservation et répartition géographique des libellules du bassin méditerranéen. In IUCN Comité Français. *La liste rouge des espèces menacées en France*. http://cmsdata.iucn.org/downloads/odonata_final_fr.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- UICN France, MNHN et Société Herpétologique de France. (2009). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. In IUCN Comité Français. *La liste rouge des espèces menacées en France*. http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Liste_rouge_France_Reptiles_et_Amphibiens_de_metropole.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- Underwood, E.C., Viers, J.H., Klausmeyer, K.R., Cox, R.L. et Shaw, M.R. (2009). Threats and biodiversity in the mediterranean biome. *Diversity and Distributions*, vol. 15, n° 2, p. 188-197.
- Usher, M.B (2005). Conserver la diversité biologique européenne dans le contexte du changement climatique. In Conseil de l'Europe. Climate Change. http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/bern/climatechange/Documents/tpvs212005Usher_fr.pdf (Page consultée le 28 février 2014).
- Van Leeuwen, C., Schultz, H.-R., Garcia de Cortazar-Atauri, I., Duchêne, E., Ollat, N., Pieri, P., Bois, B., Goutouly, J.-P., Quénot, H., Touzard, J.-M., Malheiro, A.-C., Bavaresco, L et Delrot, S. (2013). Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing areas by 2050. *Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America*, vol. 110 n° 33.
- Van Leeuwen, K. (2014). Impacts du changement climatique sur la qualité des vins. Communication orale. *Séminaire LACCAVE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Varela, M.C. (2008). Dépérissement des peuplements de chêne-liège et changement climatique. *Forêt méditerranéenne*, vol XXIX, n° 2, p. 209 -212.
- Venture, J.P. (2014). La prise en compte du changement climatique par les viticulteurs en Languedoc-Roussillon. Communication orale. *Séminaire LACCAVE La vigne et le vin face aux changements climatiques*, 20 mars 2014, Montpellier.
- Ville de Vias (2010). Vias un littoral fragile. In Vias Méditerranée. *Environnement, qualité de vie*. <http://www.ville-vias.fr/fr/environnement-qualite-de-vie/qualite-de-vie-26.html> (Page consultée le 25 février 2014).
- Vimal, R., Mathevet, R et Thompson, J. D. (2012a). The changing landscape of ecological networks. *Journal of Nature Conservation*, n°20, p. 49-55.
- Vimal, R., Pluvinet, P., Sacca, C., Mazagol, P., Etlicher, B. et Thompson, J.D. (2012b). Exploring spatial patterns of vulnerability for diverse biodiversity descriptors in regional conservation planning. *Journal of environmental management*, vol. 95, n° 1, p. 9-16.

- Vos, C.C., Berry, P., Opdam, P., Baveco, H., Nijhof, B., O'Hanley, J., Bell, C. et Kuipers, H. (2008). Adapting landscapes to climate change: Examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. *Journal of Applied Ecology*, vol. 45, n° 6, p. 1722-1731.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg, O. et Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, vol. 416, n° 6879, p. 389-395.

BIBLIOGRAPHIE

- Aidoud, A. (s. d.). Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. *In* académie de Toulouse. *Pédagogie*. <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/mesoe/pdf/conf03.pdf> (Page consultée le 13 février 2014).
- Alot, J (2009). Résultats du recensement de la population. *In* Institut national de la statistique et des études économiques. *Régions. Corse*.
http://www.insee.fr/fr/regions/corse/default.asp?page=themes/etudes/quantile/quantile5/acc_quantile5.htm (Page consultée le 12 février 2014).
- Araújo, M.B., Lobo, J.M. et Moreno, J.C. (2007). The effectiveness of Iberian protected areas in conserving terrestrial biodiversity. *Conservation Biology*, vol. 21, n° 6, p. 1423-1432.
- Bachiri Taoufiq, N. (2000). *Les environnements marins et continentaux du corridor rifain au Miocène supérieur d'après la palynologie*. Thèse de doctorat d'État, Université de Casablanca, Casablanca, 206 p.
- Centre régionale de la propriété forestière du Languedoc-Roussillon (s. d.). Les forêts de la région. *In* Centre régionale de la propriété forestière du Languedoc-Roussillon. *Les essences*.
<http://www.crfp-lr.com/essences.html> (Page consultée le 24 février 2014).
- Chen, I.C., Hill, J.K., Ohlemüller, R., Roy, D.B. et Thomas, C.D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*, vol. 333, n° 6045, p. 1024-1026.
- Comolet-Tirman, J., Grech, G., Siblet, J-P et Trouvilliez, J. (2008). Le patrimoine naturel protégé grâce aux Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotope (APB) : milieux naturels, faunes et flore. *In* inpn. *Synthèse APB*. http://inpn.mnhn.fr/docs/SyntheseAPB_fevrier2008.pdf (Page consultée le 28 février 2014).
- Conseil général de l'Aude (s. d.). La forêt méditerranéenne. *In* Conseil général de l'Aude. *Les habitats*. <http://www.aude.fr/87-la-foret-mediterraneenne.htm> (Page consultée le 24 février 2014).
- Conservation de la nature (s. d.). Concept de métapopulation. *In* Conservation Nature. *Écologie*.
<http://www.conservation-nature.fr/article1.php?id=2115> (Page consultée le 7 mars 2014).
- Conservation International (s. d.). Hotspots Defined. *In* Conservation International. *Where we work*.
http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/Pages/hotspots_defined.aspx (Page consultée le 12 février 2014).
- Conservatoire du littoral (2011). Changement climatique et stratégie à long terme du conservatoire du littoral rapport prospective. *In* Conservatoire du littoral. *Dossier changements climatiques*.
<file:///C:/Users/Bureau/Downloads/rapport-changement-climatique-et-strategie-CdL.pdf> (Page consultée le 2 mars 2014).
- Critical Ecosystem Partnership Fund (2011). Bassin Méditerranéen profil d'écosystème. *In* CEPF. *Documents*.
http://www.cepf.net/Documents/Mediterranean_Summary_Booklet_Francais.pdf (Page consultée le 12 février 2014).

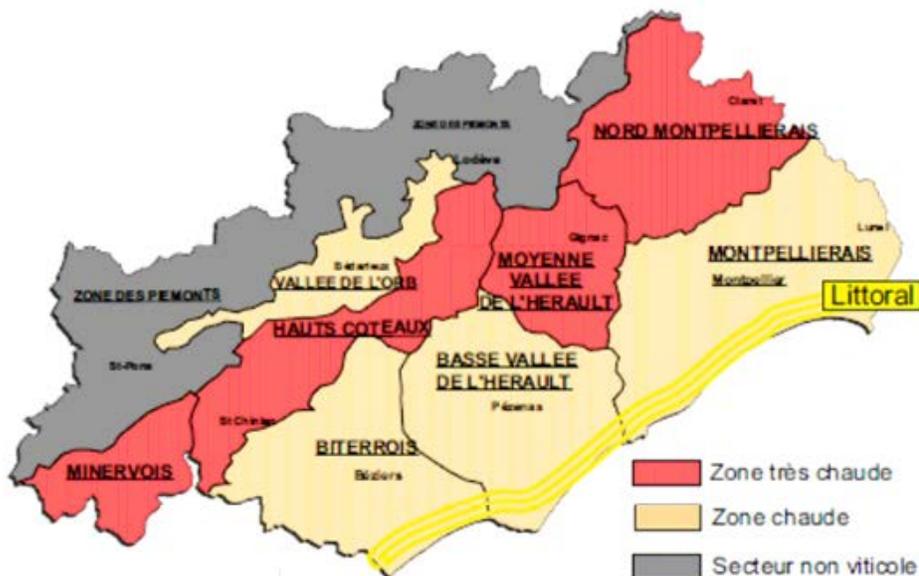
- Daget, P. (1977). Le bioclimat mediterraneen: Caracteres generaux, modes de caracterisation. *Vegetatio*, vol. 34, n° 1, p. 1-20.
- Debain, S., Dindeleux, A., Lecoq, F., Libessart, C., Mathevet, R., Staats, R., Thierville, C., Tremel, V., Vignal, P., Woodsworth, S et Zapata, G. (2013). Les espaces naturels protégés une chance pour le développement de nos territoires. *In* espaces naturels protégés en Languedoc-Roussillon. http://www.enplr.org/IMG/pdf/Les_espaces_naturels_proteges_une_chance_pour_le_developpement_des_territoires_Guide_a_l_usage_des_elus.pdf (Page consultée le 2 mars 2014).
- DeLucia, E.H., Nability, P.D., Zavala, J.A. et Berenbaum, M.R. (2012). Climate change: Resetting plant-insect interactions. *Plant physiology*, vol. 160, n° 4, p. 1677-1685.
- Direction régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) en Languedoc-Roussillon (2013). Hiérarchisation des espèces présentes en Languedoc-Roussillon. *In* DREAL. *Biodiversité Eau Paysage*. <http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/especes-protegees-presentes-en-a774.html> (Page consultée le 26 février 2014).
- DREAL L-R (2011). Languedoc-Roussillon – Arrêtés Préfectoraux de Protection [Fiche_3787]. *In* Adélie – Le patrimoine de données géographiques. *Fiche synthèse*. [file:///C:/Users/Berton/Downloads/ImpressionMetaDonnees%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Berton/Downloads/ImpressionMetaDonnees%20(1).pdf) (Page consultée le 28 février 2014).
- DREAL PACA. (2008). La fragmentation des milieux naturels État de l'art en la matière d'évaluation de la fragmentation des milieux naturels. *In* DREAL PCA. *Synthèse bibliographique*. http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1_fragmentation_synthese_bibliographique_cle7446fb.pdf (Page consultée le 14 avril 2014).
- Fady, B., Lefèvre, F., Collin, É et Boutaud, M. (2014). Comment préparer sa gestion au changement? *Espaces naturels*, n°46, p. 26-27.
- Fauquette, S., Suc, J., Guiot, J., Diniz, F., Feddi, N., Zheng, Z., Bessais, E. et Drivaliari, A. (1999). Climate and biomes in the West Mediterranean area during the Pliocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 152, n° 1-2, p. 15-36.
- Fédération des Parcs naturels régionaux de France (s. d.). *In* Parcs naturels régionaux de France. *Carte des Parcs*. <http://www.parcs-naturels-regionaux.tm.fr/fr/decouvrir/parcs.asp> (Page consultée le 2 mars 2014).
- Fiz-Palacios, O. et Valcárcel, V. (2013). From Messinian crisis to Mediterranean climate: A temporal gap of diversification recovered from multiple plant phylogenies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, vol. 15, n° 2, p. 130-137.
- Gavoto et Fédération des Conservatoires botanique nationaux (2010). Livre rouge de la flore menacée en France. *In* FCBN. *Présentation et cartographie*. http://www.fcbn.fr/consultation-livre-rouge/module_consult/consult.php?CD_NOM=&type_statut=ALL&UICN=&PROT=&type_zone=BIOGEO&BIOGEO=MED&CBN=&DATAR=®=&DEP=&COMM (Page consultée le 26 février 2014).

- Lavergne, S., Thuiller, W., Molina, J. et Debussche, M. (2005). Environmental and human factors influencing rare plant local occurrence, extinction and persistence: A 115-year study in the Mediterranean region. *Journal of Biogeography*, vol. 32, n° 5, p. 799-811.
- Legay, M. (2014). La sylviculture doit prendre les devants. *Espaces naturels*, n°46, p. 28-29.
- MEDDE. (2014). Les réserves naturelles nationales. In Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. *Eau et Biodiversité*. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Qu-est-ce-qu-une-reserve-naturelle.html> (Page consultée le 28 février 2014).
- Navarre, S. (2014). Présentation du pôle plaines et collines méditerranéennes. Communication orale. *Conférence de lancement Plaines et Collines Méditerranéennes*, 9 avril 2014, Saint-Jean-de-Védas.
- Observatoire des zones humides méditerranéennes (s. d.). Objectifs et résultats attendus. In *Medwetlands. À propos de l'observatoire*. <http://www.medwetlands-obs.org/fr> (Page consultée le 2 mars 2014).
- Olivier, L., Galland, J-P et Maurin, H. (1995). Livre rouge de la flore menacée de France Tome I : espèces prioritaires. In INPN. *Listes et livres rouges de la flore et de la faune menacées*. http://inpn.mnhn.fr/docs/LR_FCE/livrerouge1.pdf (Page consultée le 27 février 2014).
- Olson, D., O'Connell, M., Fang, Y., Burger, J. et Rayburn, R. (2009). Managing for climate change within protected area landscapes. *Natural Areas Journal*, vol. 29, n° 4, p. 394-399.
- ONF (s. d.). La phénologie et le climat. In Tout le portail ONF. *Les réactions de la forêt aux évolutions du climat*. http://www.onf.fr/renecofor/sommaire/resultats/climat/phenologie/20090122-162223-686595/@@index.html?search:int=1&search_source=L3d3dw==&search_group:int=563874061&search_metatype=search-type-article (Page consultée le 28 février 2014).
- Opdam, P. et Wascher, D. (2004). Climate change meets habitat fragmentation: Linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*, vol. 117, n° 3, p. 285-297.
- Opdam, P., Steingröver, E. et Rooij, S.V. (2006). Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. *Landscape and Urban Planning*, vol. 75, n° 3-4, p. 322-332.
- Opie (s. d.). Trame agricole liste entomofaune (*Annexe méthodologique*). Montferrier/Lez, OPIE, 2p.
- Parc naturel régional du Haut-Languedoc (2011). Pour nous tous. In Parc naturel régional du Haut-Languedoc. *Energies-Climat*. <http://www.parc-haut-languedoc.fr/vivre-le-parc/changer-nos-comportements/energies-climat/pour-nous-tous> (Page consultée le 2 mars 2014).
- Parcs Nationaux de France (2009). Les parcs nationaux français et le changement climatique. In Parcs Nationaux de France. *Recherche*. <http://www.parcnationaux.fr/content/search?SubTreeArray%5B%5D=200&SearchText=changements+climatiques> (Page consultée le 28 février 2014).

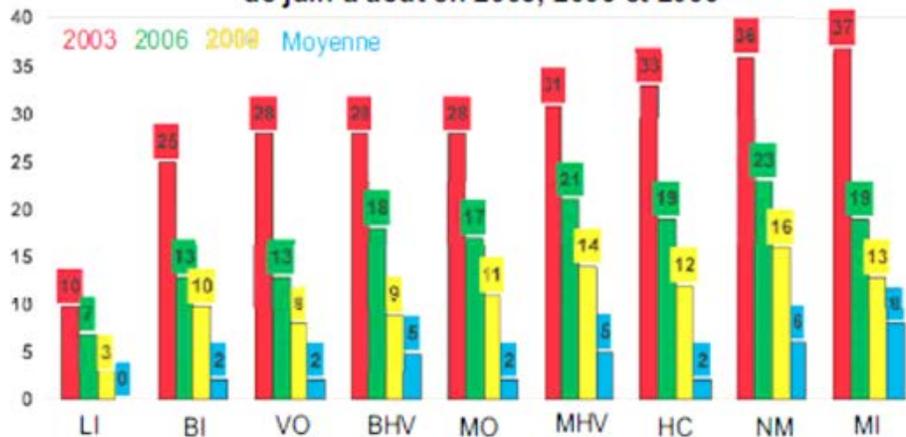
- Parcs Naturels de France et France Nature Environnement (2012). Fiche de synthèse Trame verte et bleue et changement climatique. *In* Trame Verte et Bleue. *Journée d'échange*. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/Journee_echange/fiche_synthese-tvb_et_cc.pdf (Page consultée le 26 décembre 2013).
- Pearson, R.G. (2006). Climate change and the migration capacity of species. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 21, n° 3, p. 111-113.
- Pinardi, N. et Masetti, E. (2000). Variability of the large scale general circulation of the Mediterranean Sea from observations and modelling: a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 158, n° 3-4, p. 153-173.
- Pons, A., Suc, J.P., Reille, M. et Combourieu-Nebout, N. (1995). The history of dryness in regions with a mediterranean climate. *Time scales of biological responses to water constraints*, p. 169-188.
- Porte, B et Pirsoul, L. (2013). Biodiversité au sein du vignoble 4^e Entretien Vigne Vin Languedoc-Roussillon. *In* Youtube. *Biodiversité au sein du vignoble*. http://www.youtube.com/watch?v=L_8E49MVQAY&list=PL1dRoyJU7dxO6KoQcs6YtfXewGVEYKkZ&index=15 (Page consulté le 26 mars 2014).
- Pressey, R.L., Cabeza, M., Watts, M.E., Cowling, R.M. et Wilson, K.A. (2007). Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 22, n° 11, p. 583-592.
- Quézel, P. (1982). Définition et localisation des écosystèmes méditerranéens terrestres. *In* Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse. *Ecologia mediterranea revue d'écologie terrestre et limnique*. http://ecologia-mediterranea.univ-avignon.fr/uploads/media/Ecologia_mediterranea_1982-8_4.pdf (Page consultée le 13 février 2014).
- Quézel, P. (1999). Putting in place the present-day large vegetation structures around the Mediterranean: Impact of different parameters. *Geobios*, vol. 32, n° 1, p. 19-32.
- Réserve de Biosphère Cévennes (s. d.). Changement climatique. *In* Parc national des Cévennes. *Programme de recherche*. <http://www.cevennes-parcnational.fr/Access-directs/Programmes-de-recherche/Presentation-du-Bassin-Versant-du-Mont-Lozere/Eau-et-climat/Changement-climatique> (Page consultée le 2 mars 2014).
- Réserves Naturelles de France (s. d.). Les réserves naturelles par région. *In* Réserves Naturelles de France. *Liste par région*. <http://www.reserves-naturelles.org/liste-par-region> (Page consultée le 28 février 2014).
- Simberloff, D. et Abele, L.G. (1982). Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation. *The American naturalist*, vol. 120, n°1, p. 41-50.
- Sundseth, K (2010). Natura 2000 dans la région méditerranéenne. *In* European Commission. *Environnement*. http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/biogeos/Mediterranean/KH7809610FRC_002.pdf (Page consultée le 12 février 2014).

- Suc, J.-P (1984). Origin and evolution of the mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, vol. 307, n° 5950, p. 429-432.
- Thomas, C.D., Gillingham, P.K., Bradbury, R.B., Roy, D.B., Anderson, B.J., Baxter, J.M., Bourne, N.A.D., Crick, H.Q.P., Findon, R.A., Fox, R., Hodgson, J.A., Holt, A.R., Morecroft, M.D., O'Hanlon, N.J., Oliver, T.H., Pearce-Higgins, J.W., Procter, D.A., Thomas, J.A., Walker, K.J., Walmsley, C.A., Wilson, R.J. et Hill, J.K. (2012). Protected areas facilitate species' range expansions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 109, n° 35, p. 14063-14068.
- Thompson, J.D. (2009). La biodiversité de l'Hérault : La place des E.N.S. dans la conservation et la valorisation d'un patrimoine exceptionnel. In Conseil général de l'Hérault. *Causse*. <http://www.herault.fr/files/gcausse/Expose-John-Thompson-ENS2009.pdf> (Page consultée le 13 avril 2014).
- UICN (2010). Méthodologie de la Liste Rouge. In UICN. *À propos de l'UICN*. http://www.iucn.org/fr/propos/union/secretariat/bureaux/iucnmed/programme_uicn_med/especes/methodologie_de_la_liste_rouge/ (Page consultée le 26 février 2014).
- UICN (2013). Atelier sur la Liste Rouge des papillons de la Méditerranée. In UICN. *Méditerranée*. <http://iucn.org/fr/propos/union/secretariat/bureaux/iucnmed/?12377/Atelier-sur-la-Liste-Rouge-des-papillons-de-la-Mediterranee> (Page consultée le 26 février 2014).
- UICN France, FCBN et MNH. (2012). Flore vasculaire de France métropolitaine : Premiers résultats pour 1000 espèces, sous espèces et variétés. In IUCN Comité Français. *La liste rouge des espèces menacées en France*. http://www.iucn.fr/IMG/pdf/Dossier_presse_Liste_rouge_flore_vasculaire_de_metropole.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- UICN France, MNHN, FCBN et Société Française d'Onatologie. (2010). La Liste rouge des espèces menacées en France -Chapitre Orchidées de France métropolitaine. In IUCN Comité Français. *La liste rouge des espèces menacées en France*. http://www.iucn.fr/IMG/pdf/Liste_rouge_France_Orchidees_de_metropole.pdf (Page consultée le 26 février 2014).
- UICN France, MNHN, Ligue pour la Protection des Oiseaux, Société d'Etude Ornithologique de France et ONCFS. (2011). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. In IUCN Comité Français. *La liste rouge des espèces menacées en France*. http://www.iucn.fr/IMG/pdf/Liste_rouge_France_Oiseaux_de_metropole.pdf (Page consultée le 26 février 2014)
- UNESCO (s. d.). Biodiversité et changement climatique. In Organisation des Nations Unies pour l'éducation la science et la culture. *Sciences écologiques et développement durable*. <http://www.unesco.org/new/fr/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biodiversity-and-climate-change/> (Page consultée le 2 mars 2014).

ANNEXE 1 - ANALYSE GÉOGRAPHIQUE ET TEMPORELLE DE L'HÉRAULT SELON LES ÉTÉS 2003, 2006 ET 2009 (tirée de : l'ACH34, 2011a, p. 7)



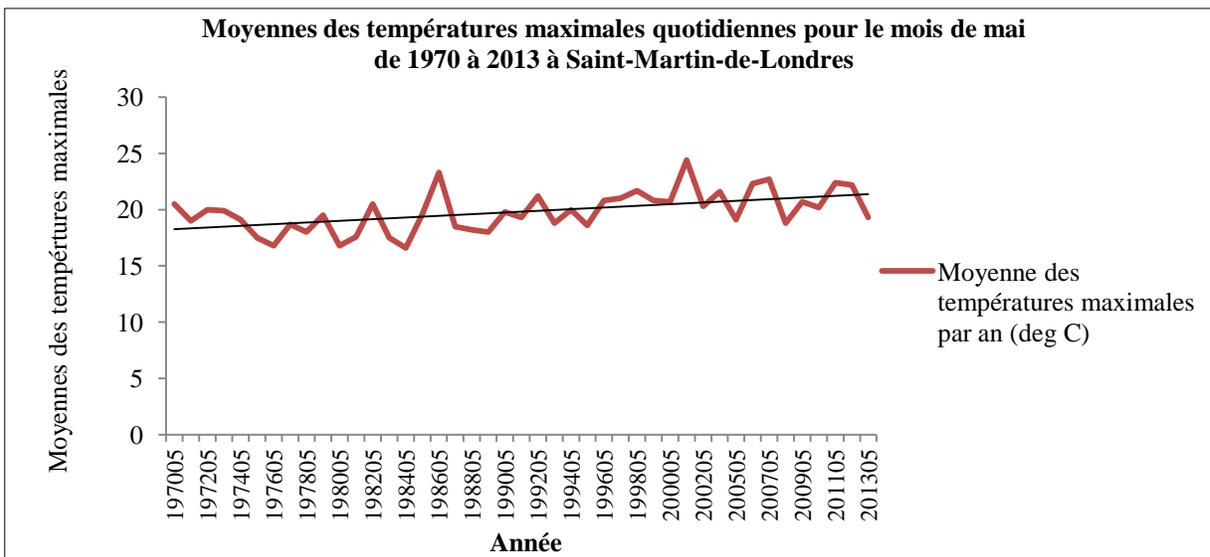
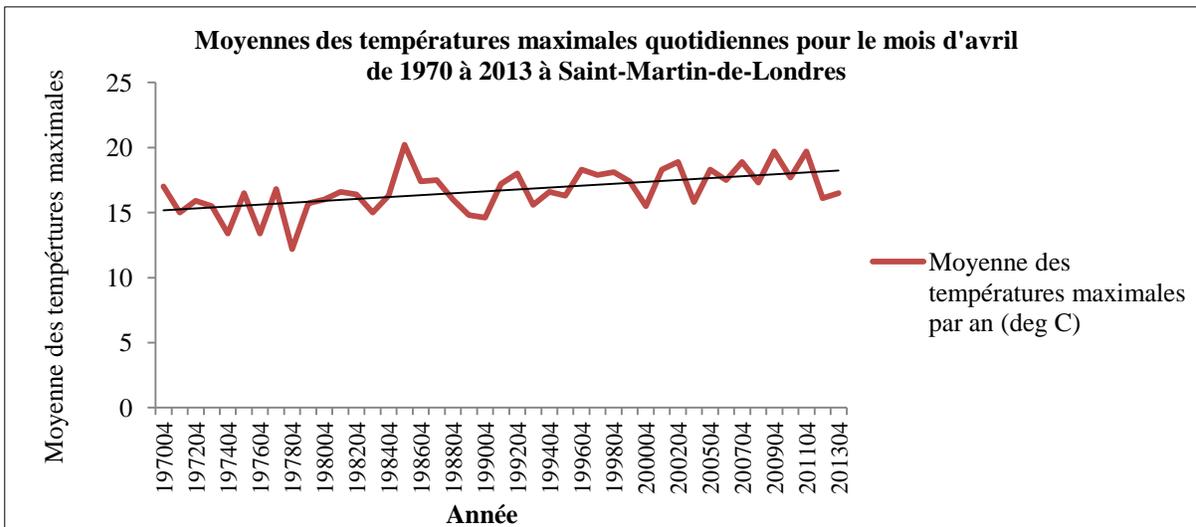
Nombre de jours avec des T°C > 35°C sous abri de juin à août en 2003, 2006 et 2009

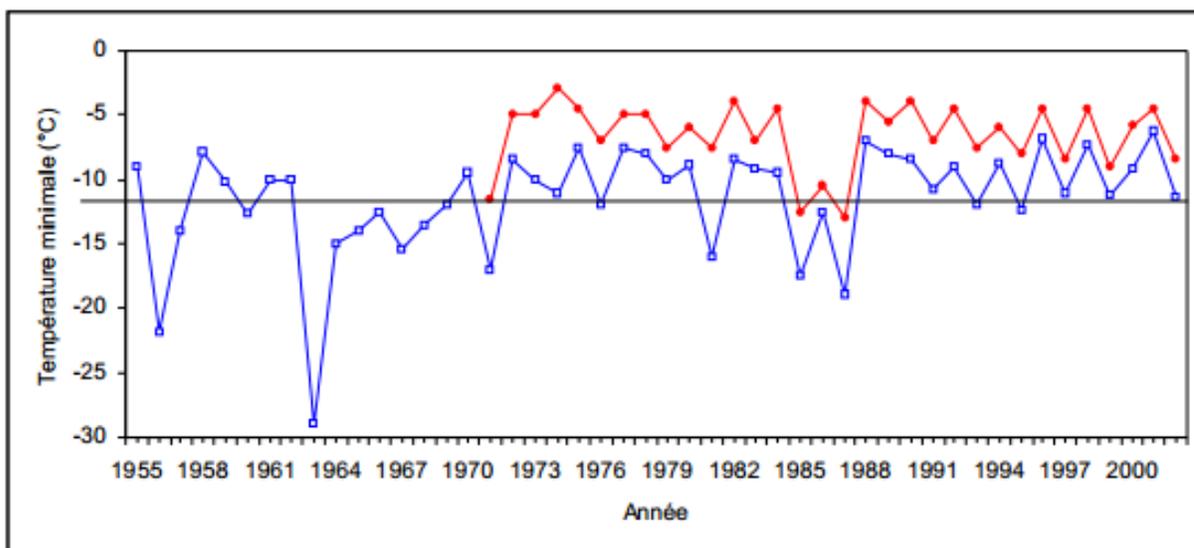
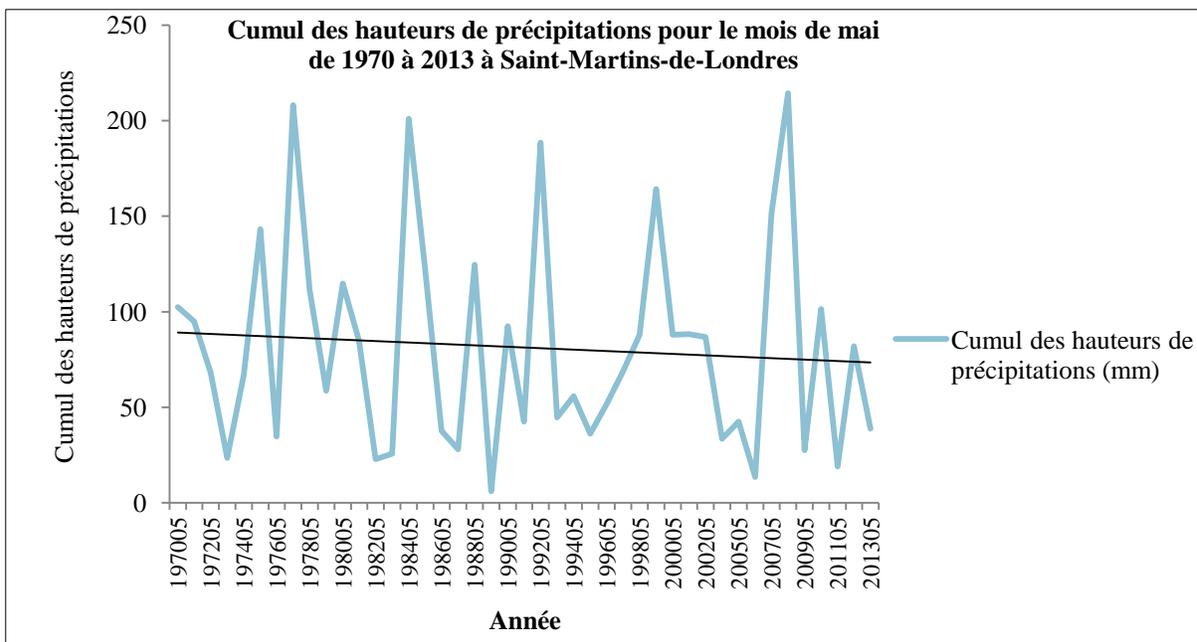


LI : Littoral - BI : Biterrois - VO : Vallée Orb - BHV : Basse Vallée Hérault - MO : Montpellierais
MHV : Moyenne Vallée Hérault - HC : Hauts Côteaux - NM : Nord Montpellierais - MI : Minervois

Temporelle :
2003 est plus chaud que 2006 (juillet) et 2009 (août) avec un nombre très importants de jours extrêmes

ANNEXE 2 - RELEVÉS MÉTÉOROLOGIQUES DE SAINT-MARTIN-DE-LONDRES
 (données tirées : de Météo France, 2014 et de Amiot et autre, 2005)





En bleu les températures dans un site de Saint-Martin-de-Londres de 1955 à 2002 et en rouge les températures dans un site de Montpellier de 1971 à 2002.

ANNEXE 3 - DESCRIPTION DES RHOPALOCÈRES AFFECTÉS PAR LA REFORESTATION

- L’Hermite (*Chazara briseis*) est aussi une espèce présente en région méditerranéenne française. Ce papillon a particulièrement décliné à travers toute la France depuis 30 ans (70 %). En région Languedoc-Roussillon, il est d’autant plus suivi, car l’abandon des pratiques pastorales impacte négativement les pelouses rases auxquelles il est inféodé. Actuellement, cette espèce dispose en France du statut vulnérable. (DREAL Languedoc-Roussillon, 2009 ; Galindo et Cavrois, 2012)
- La Vanesse des pariétaires (*Polygonia egea*), papillon à l’allure originale, n’est présente qu’en Provence. À travers toute la France, cette espèce a fortement décliné depuis dix ans et a pour statut UICN-français en danger. Non protégé au niveau national, ce papillon est considéré d’intérêt patrimonial en région PACA. Ses principaux dangers sont la destruction et le désherbage de son habitat (vieux muret). Pour la plupart des papillons, les menaces sont fortement liées à la disparition des milieux ouverts au profit d’une sylviculture extensive. (Galindo et Cavrois, 2012) Cette situation n’est pas améliorée par les changements climatiques qui poussent la dispersion de certaines essences d’arbres vers ces milieux.
- En Languedoc-Roussillon, le Semi-Apollon (*Parnassius mnemosyne*) est un papillon classé quasi menacé, il ne subit donc pas un haut degré de dangers. Toutefois, l’intérêt qui lui est porté est fondé sur l’isolement de ses populations en France. En Languedoc, l’espèce est présente lorsque ses plantes hôtes (famille des Corydales) sont présentes. Ces dernières affectionnent particulièrement les milieux ouverts (lisière, clairière, pelouse buissonnante, forêts claires, prairies, milieux pâturés, etc.). Ce qui laisse donc présager, selon la dynamique paysagère actuelle, leur diminution. (Merlet et Houard, 2013c)

ANNEXE 4 - UNE ESPÈCE EMBLÉMATIQUE ET MENACÉE : LE LÉZARD

OCELLÉ (inspirée de : Cheylan et autres, 2011; Rogeon et Sordello, 2013; Cheylan, 2014; MEDDE, 2012; Geniez et Cheylan, 2012)

Le Lézard ocellé (*Timon lepidus*) est une espèce de reptile continentale menacée de disparaître. Cette espèce est classée par l'UICN, à l'échelle du bassin méditerranéen comme quasi menacée et à l'échelle de la France comme vulnérable.

Les causes de la régression de cette espèce, au cours des quinze dernières années, sont pour le moment mal comprises. En plaine de Crau, une des hypothèses avancées serait l'application de produits antiparasitaires sur les troupeaux d'ovins. Les populations de coléoptères, constituant 50 % du régime alimentaire du Lézard ocellé, ont fortement décliné sous l'influence de ces produits nocifs, raréfiant ainsi la ressource. De plus, comme toutes les espèces, sa fragilité augmente aux marges de son aire de répartition.

C'est ainsi que sept populations françaises se sont déjà éteintes (figure A.1). Toutefois, affectionnant particulièrement le climat et les milieux méditerranéens, l'espèce est actuellement bien représentée dans le sud de la France. Il n'en demeure pas moins que certaines populations héraultaises se sont éteintes ou sont actuellement menacées. La raison d'origine anthropique serait liée à la fragmentation et à la diminution des habitats favorables bien plus qu'aux modifications climatiques. Ce constat s'applique en fait à tous les reptiles de France excepté les espèces anthropophiles.

La photo-interprétation révèle que durant les 50 dernières années, 45 % des habitats favorables du lézard ocellé ont disparu. Autre fait alarmant, la disparition d'une population pourrait entraîner l'isolement des autres et provoquer des disparitions en chaîne en partant de la région méditerranéenne (au sud) jusqu'à l'île d'Oléron (au nord). Ainsi selon les scientifiques, d'ici 2030 l'ensemble des populations comprises entre le département du Lot et celui de la Charente pourraient avoir disparu. Ce qui signifie que cette espèce emblématique resterait principalement localisée dans le sud de la France.

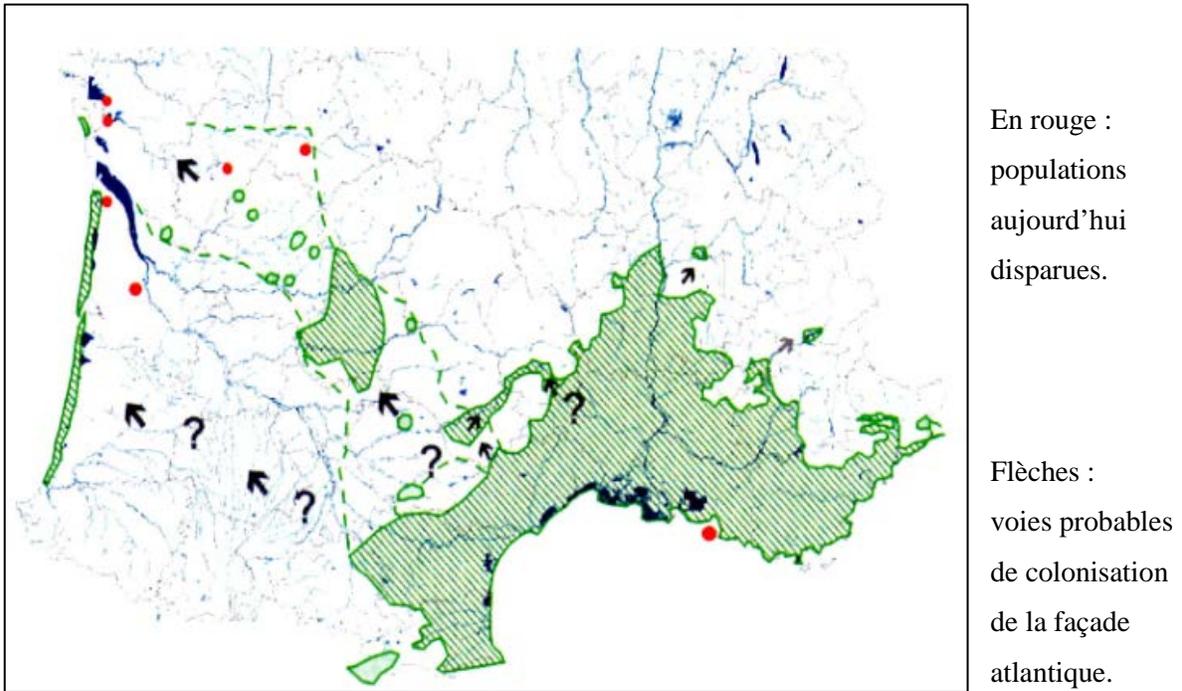
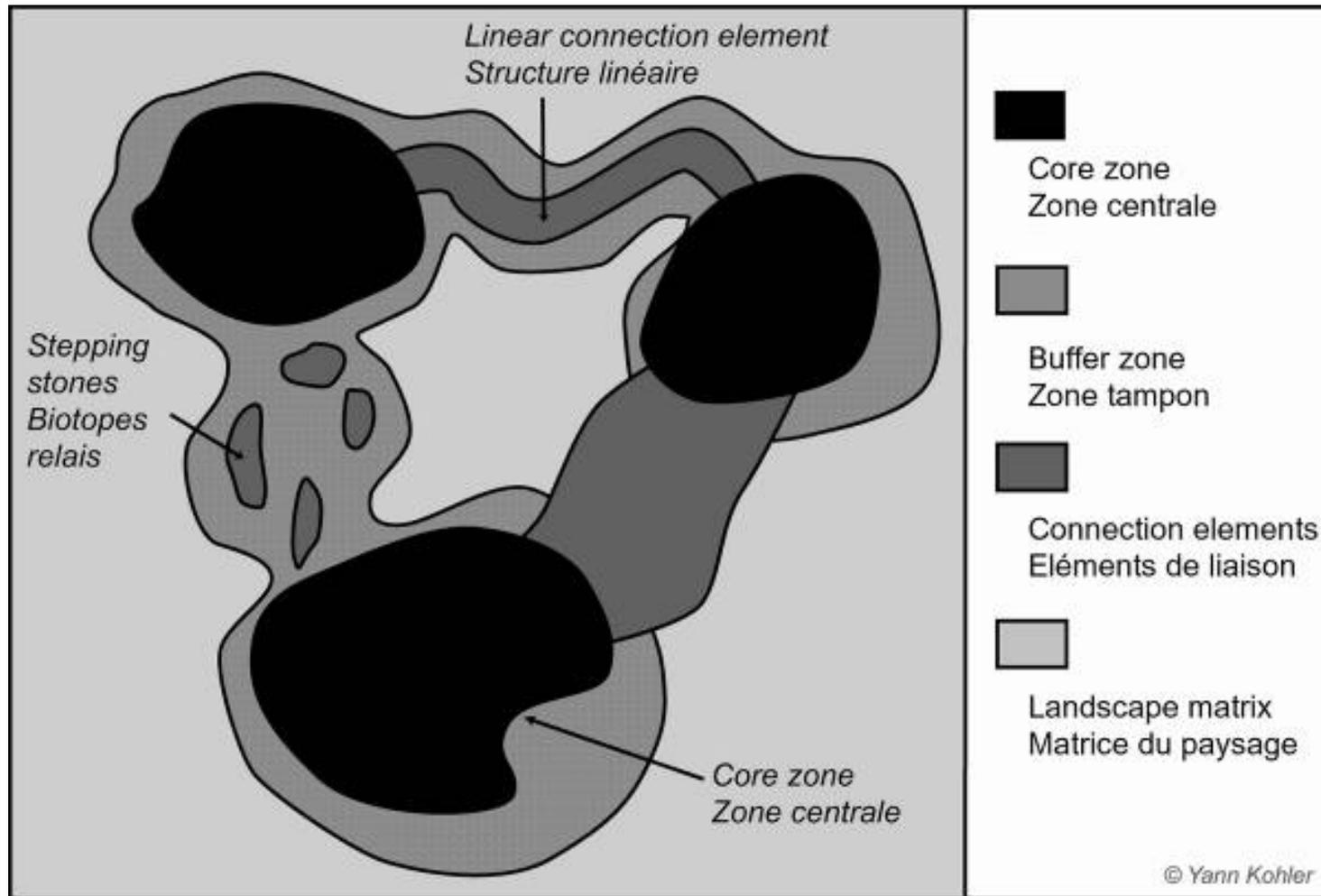


Figure A.4 Distribution du Lézard ocellé en France (tirée de : Cheylan et autres, 2011)

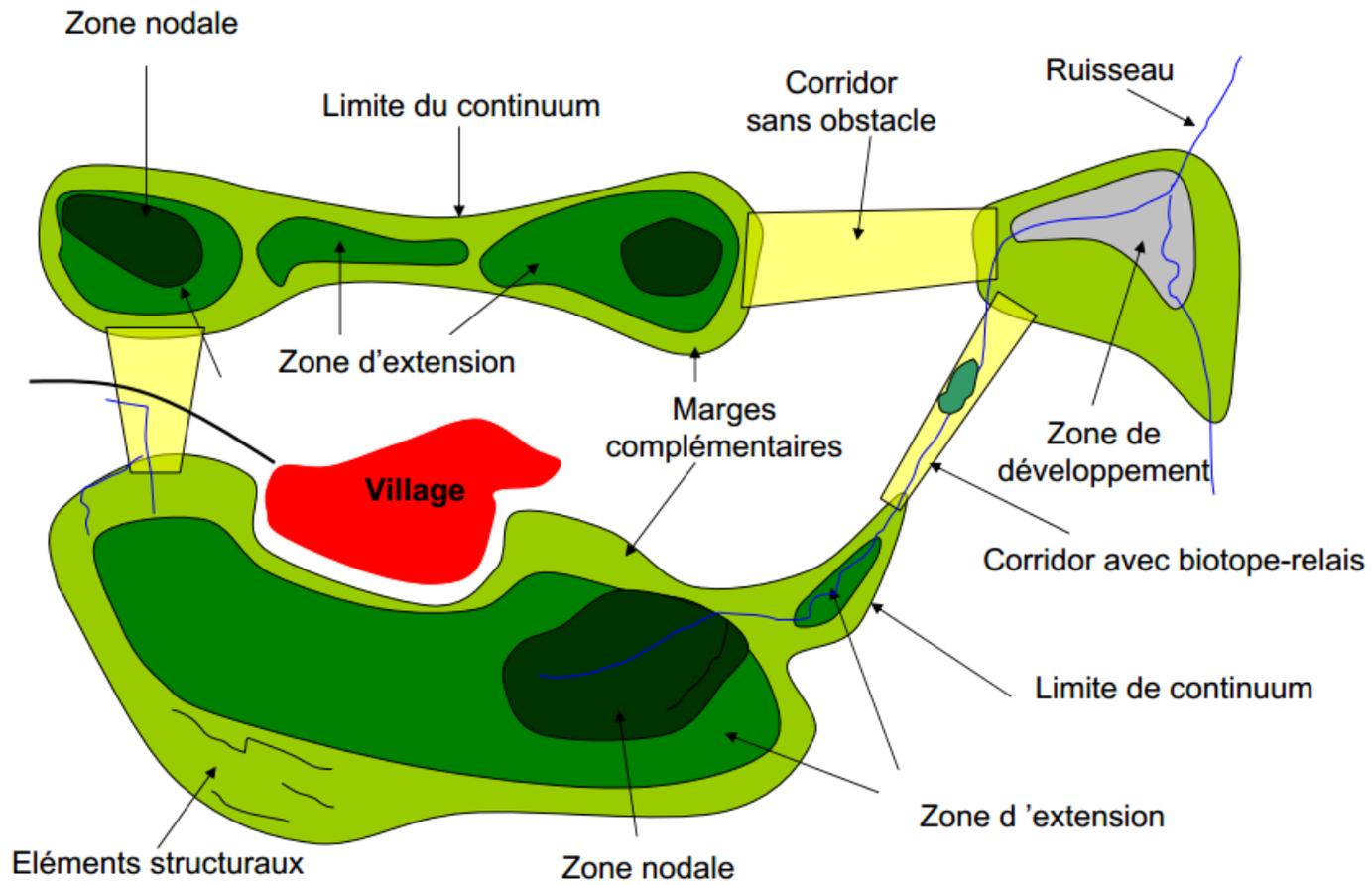
En revanche, le Lézard ocellé a été dressé au rang d'espèce à enjeux pour la cohérence nationale de la TVB. Cette mesure nationale pourrait alors ralentir le déclin de l'espèce grâce à la mise en connexion des populations isolées. L'enjeu reste l'application concrète de cette théorie puisque certaines populations sont très isolées. Cela pose également la question d'une stratégie uniforme dans les SRCE des régions concernées par l'espèce.

À noter en plus qu'un plan national d'action en faveur du Lézard ocellé pour la période 2012-2016 est en cours d'application.

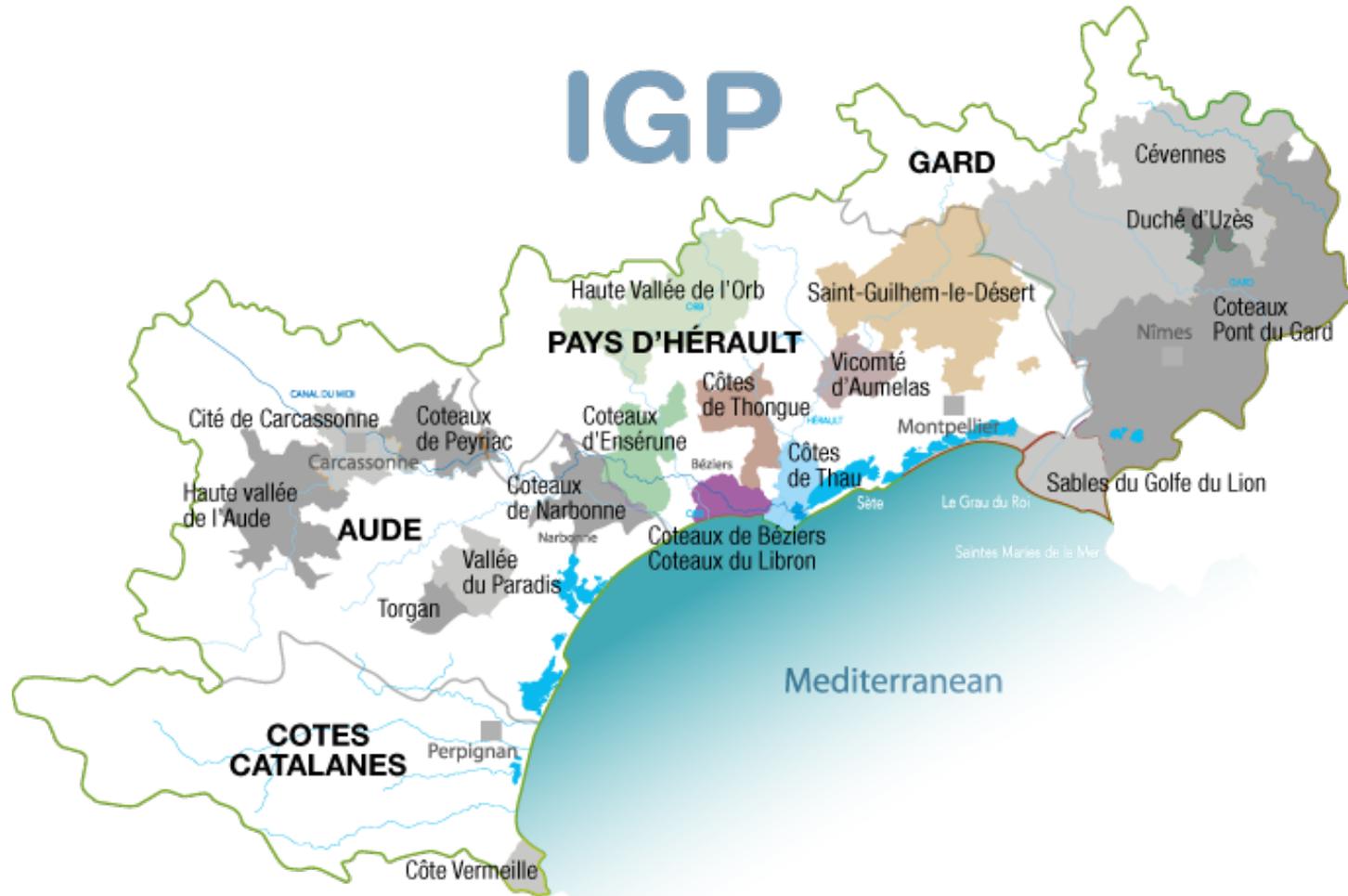
ANNEXE 5 - SCHÉMA DE BASE DU RÉSEAU ÉCOLOGIQUE (tirée de : Kohler, 2009, p. 58)



ANNEXE 6 - SCHÉMA DU RÉSEAU ÉCOLOGIQUE SELON ECONAT BUREAU D'ÉTUDE (tirée de : ECONAT Yverdon-les-Bains et PiU WABERN, 2013, p. 8)

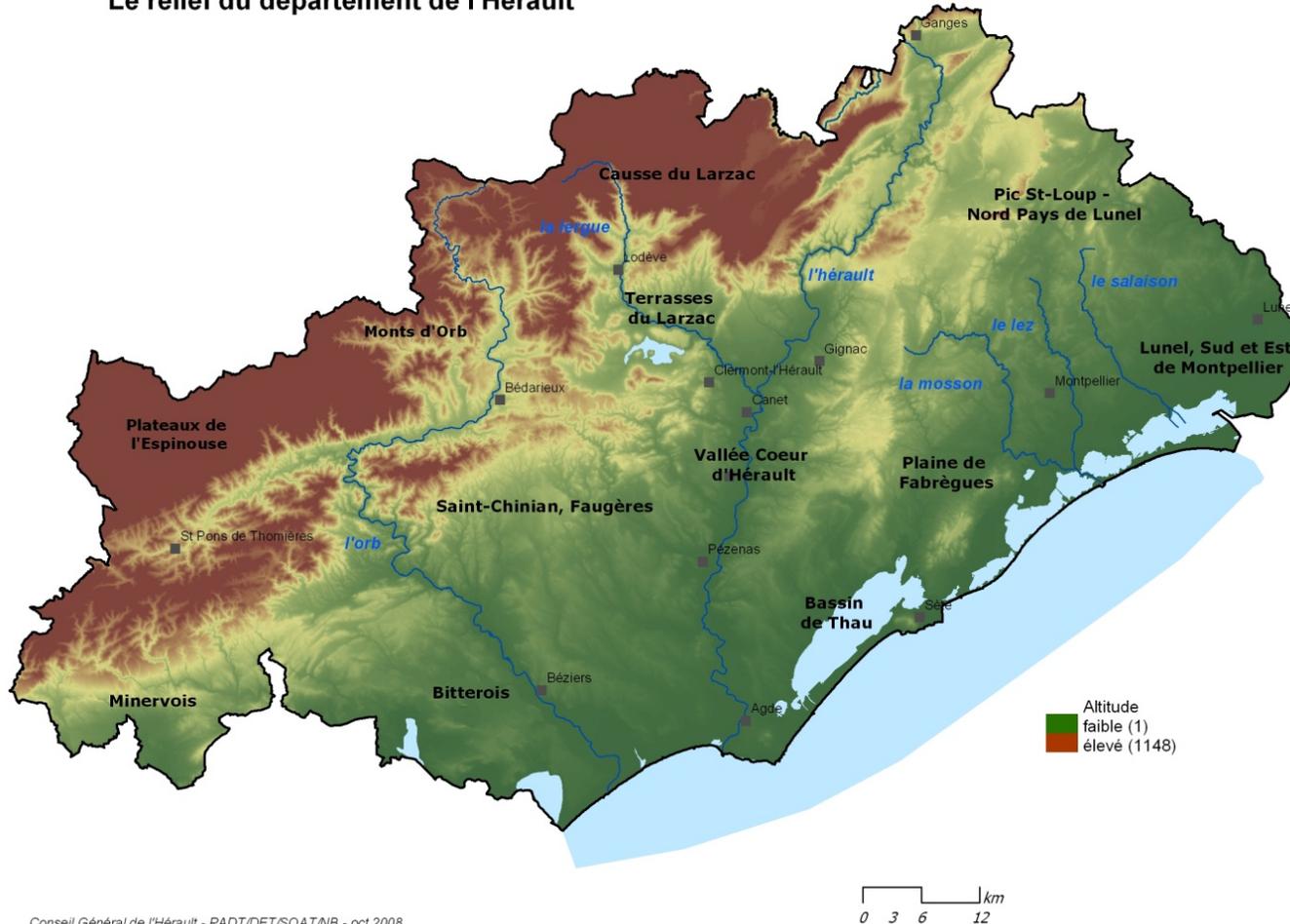


ANNEXE 7 - IGP DU LANGUEDOC-ROUSSILLON (tirée de Pays de l'Hérault, 2014, page Internet)



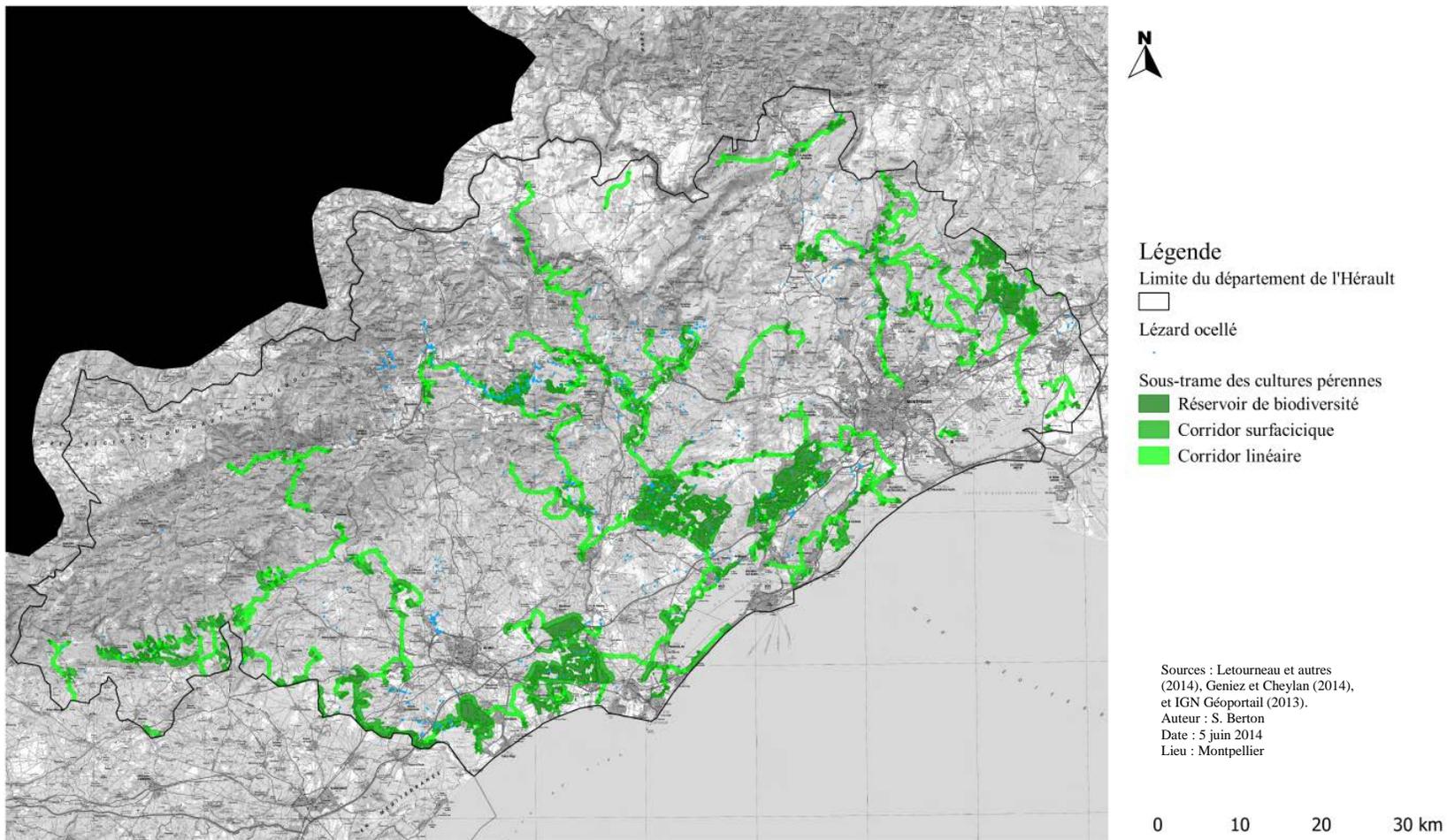
ANNEXE 8 - CARTE DE L'ALTITUDE EN HÉRAULT (tirée de : Département de l'Hérault, 2008)

Le relief du département de l'Hérault



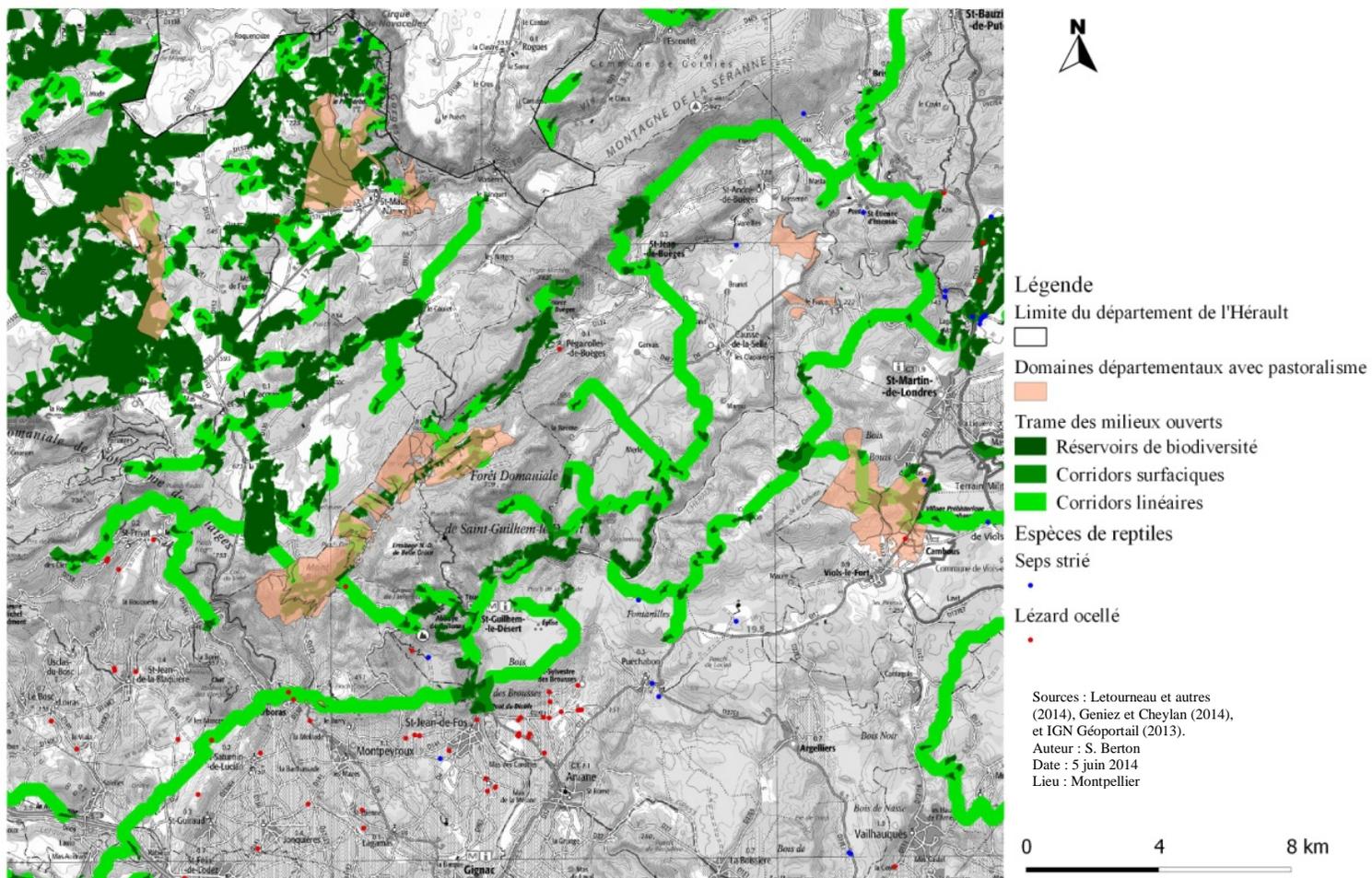
ANNEXE 9 - CARTE DE RÉPARTITION DU LÉZARD OCELLÉ INFÉODÉ AUX CULTURES PÉRENNES

Sous-trame des cultures pérennes dans le paysage viticole de l'Hérault



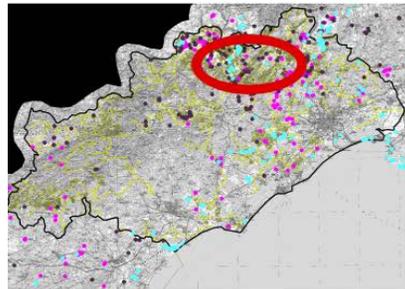
ANNEXE 10 - CARTE DE RÉPARTITION DES ESPÈCES INFÉODÉES AUX MILIEUX OUVERTS ET AGRO-PASTORAUX

Sous-trame des milieux ouverts dans le paysage agropastoral de l'Hérault



ANNEXE 11 - CARTE DE RÉPARTITION DES ESPÈCES ASSOCIÉES AUX MILIEUX SEMI-OUVERTS ET AGRO-PASTORAUX

Sous-trame des milieux semi-ouverts dans le paysage agropastoral de l'Hérault



Légende

Limite du département de l'Hérault



Domaines départementaux avec pastoralisme



Trame des milieux semi-ouverts

■ Réservoir de biodiversité

■ Corridor surfacique

■ Corridor linéaire

Amphibiens à cycle long

Triton marbré



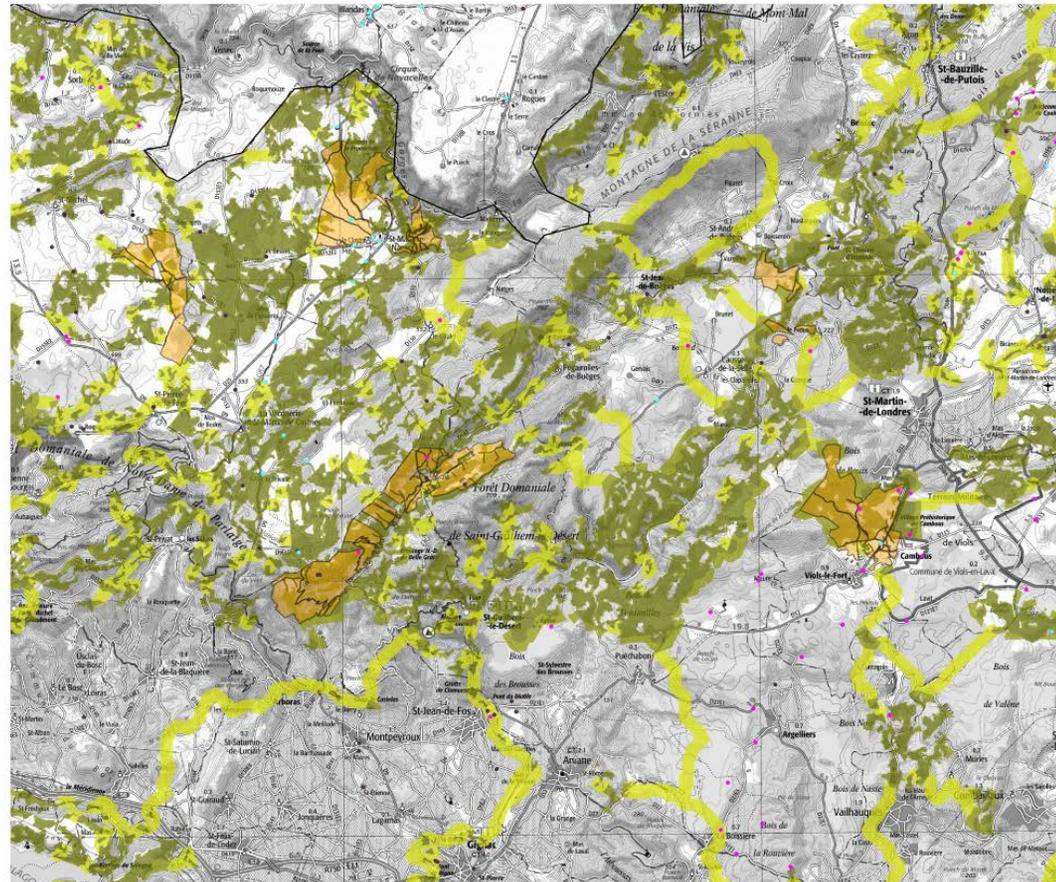
Alyte accoucheur



Pélobate cultripède

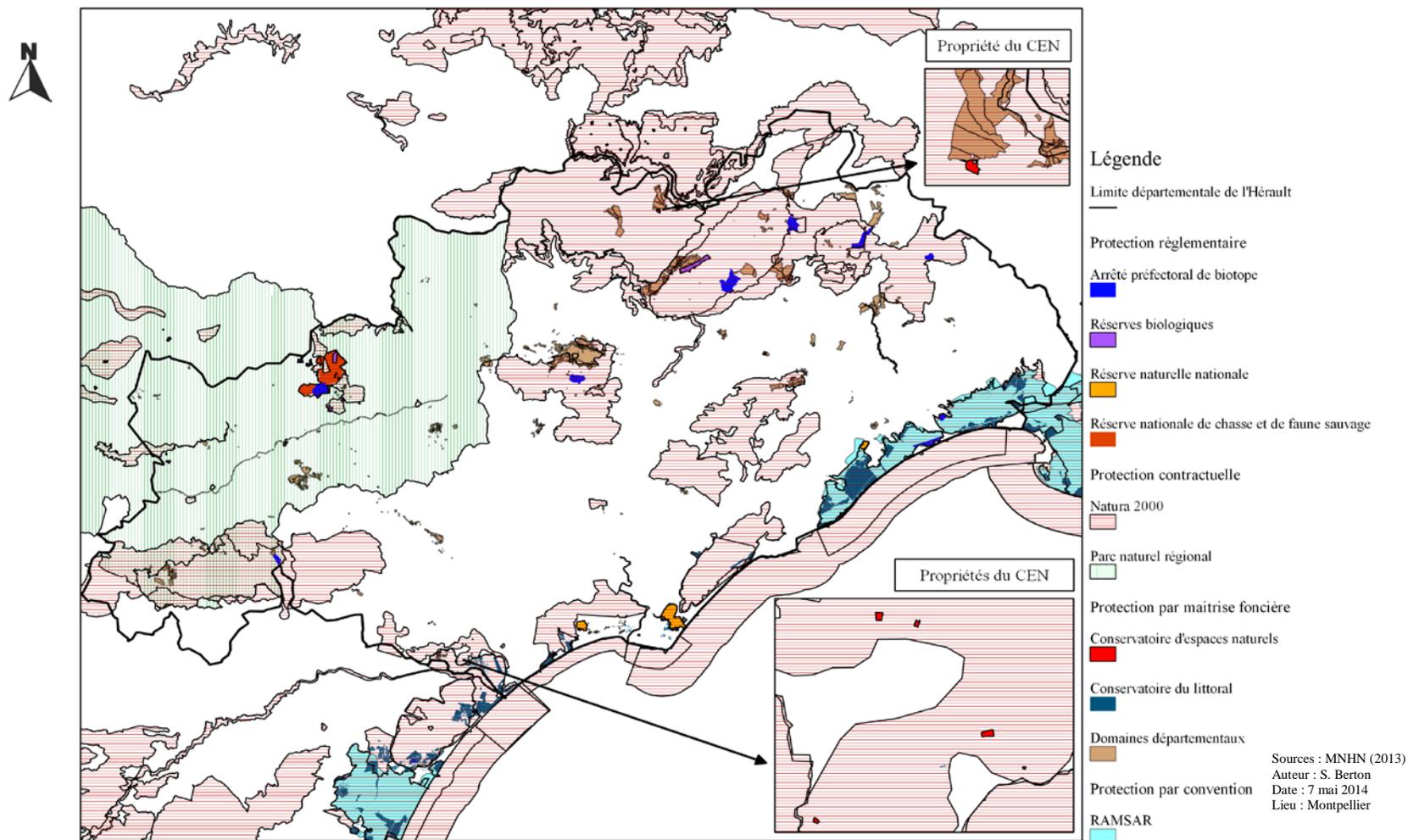


0 4 8 km



Sources : Letourneau et autres (2014), Geniez et Cheylan (2014), et IGN Géoportail (2013) CG34 (s.d.).
Auteur : S. Berton
Date : 5 juin 2014
Lieu : Montpellier

ANNEXE 12 - CARTES DES MESURES DE PROTECTION DES ESPACES NATURELS EN HÉRAULT



ANNEXE 13 - CHAMPS D'INTERVENTION DU CG34 EN MATIÈRE DE PROTECTION
 (inspirée de : Baudouin et Morvan, 2014)

Protection	Règlementaire	Contractuel		Maitrise foncière		Convention
	APB RNN RBI/RBD ONCFS	PNR	N 2000	ENS	CEN-LR CduL	RAMSAR
Influence du CG34	Non	Sous conditions	Non	Oui	Sous conditions	Sous conditions

Légende

APB	Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotopes
N2000	Zone Natura 2000
ONCFS	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
PNR	Parc Naturel Régional
RAMSAR	Convention sur la protection des milieux humides
RBI ou RBD	Réserves Biologiques Intégrale ou Dirigé
RNN	Réserve Naturelle Nationale
RNR	Réserve Naturelle Régionale

**ANNEXE 14 - COMPOSITION DE CHAQUE SOUS-TRAME PAR CLASSE
D'OCCUPATION DU SOL** (tirée de : Letourneau et autres, 2014, p. 67)

Sous-trame	Classe d'occupation du sol
Milieux forestiers	244 - Territoires agro-forestiers
	311 - Forêt de feuillus
	312 - Forêt de conifères
	313 - Forêt mélangée
	324 - Forêt et végétation arbustive en mutation
Milieux semi-ouverts	243 - Territoires principalement occupé par l'agriculture avec présence de végétation naturelle
	322 - Landes subalpines
	323 - Maquis et Garrigues
	324 - Forêt et végétation arbustive en mutation
	325 - Landes
Milieux ouverts avec peu ou sans végétation	231 - Prairies
	321 - Pelouses et pâturages naturels
	332 - Roches nues
	333 - Végétation clairsemée
Cultures pérennes	221 - Vignobles
	222 - Vergers et petits fruits
	223 - Oliveraies
Cultures annuelles	211 - Serres
	212 - Terre arables hors périmètres d'irrigation
	213 - Rizières
	214 - Zones à forte densité de serres
	242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes
	241 - Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
Zones humides continentales	400 - Zones humides indifférenciées
	411 - Marais intérieurs et tourbières
Milieux naturels littoraux	331 - Plages, dunes et sable
	421 - Marais maritimes
	422 - Marais salants
	521 - Lagunes littorales

ANNEXE 15 - BIOLOGIE DES AMPHIBIENS À CYCLE LONG DE L'HÉRAULT (tirée de : Geniez et Cheylan, 2012; Cheylan, 2014; Phillips, s.d.)



Le triton marbré adulte rejoint le milieu aquatique au début de l'hiver aux environs de novembre. Il y séjourne jusqu'à la fin du printemps. Les adultes choisissent des zones où l'eau est pérenne, avec des assèchements tardifs survenant seulement à la fin de l'été. Les jeunes adultes, juste métamorphosés, passent ensuite à la vie terrestre jusqu'au mois de novembre. Ces connaissances permettent de savoir que l'augmentation des fréquences des canicules, des sécheresses et la diminution des précipitations de janvier à août seront déterminantes dans la survie des têtards. Bien que dommageable à la reproduction des adultes, la diminution des précipitations peut être contrebalancée par la recherche d'une autre zone de reproduction.



Le Pélobate cultripède choisit une zone de reproduction où l'eau est profonde et présente de janvier à juillet pour assurer le développement long des têtards. La reproduction des adultes est conditionnée par des précipitations continues sur plusieurs jours et par des températures allant de 9 à 16 °C. Cette espèce est donc déjà en temps normal confrontée aux aléas climatiques de la région méditerranéenne. La reproduction est printanière et parfois automnale. Dans ce cas, la métamorphose des têtards ne survient qu'au printemps suivant. Ces connaissances permettent de savoir que l'augmentation des fréquences des canicules, des sécheresses et dans une moindre mesure la diminution des précipitations de janvier à août seront déterminantes dans la survie des têtards issus de la reproduction printanière. Concernant les reproductions automnales (plus rares), la diminution des précipitations hivernales pourrait nuire au développement larvaire.



L'alyte accoucheur à la particularité de se reproduire sur terre, entre les mois de février et août. L'incubation des œufs se réalise hors de l'eau et sur le dos du mâle pendant trois à quatre semaines. Toutefois, la présence de points d'eau permanents ou temporaires est essentielle afin d'humidifier les œufs. Pour ensuite faire éclore les œufs, le mâle s'immerge dans un point d'eau. Le développement larvaire qui suit est long (de deux à cinq mois voire de neuf à quinze mois). Certaines métamorphoses n'ont lieu qu'au printemps suivant. Ces connaissances permettent de savoir que les changements climatiques prévisibles peuvent impacter le développement des têtards d'Alyte accoucheur. La diminution des précipitations en janvier et février affectera les têtards ne se métamorphosant qu'au printemps suivant. La hausse des températures d'avril à août peut également affecter l'humidification des œufs. Finalement, l'augmentation des fréquences de canicules et des sécheresses peut évidemment agir de manière négative sur les têtards qui se développent jusqu'à la fin de l'été dans les mares.

ANNEXE 16 - PLANS DE GESTION PRÉLIMINAIRES À DESTINATION DES DÉCIDEURS DU CG34

Objectif principal: fournir des actions de maintien de la biodiversité qui intègrent les changements climatiques dans les transitions écologiques

Tableau n°1

OBJECTIF SPÉCIFIQUE	Actions		Acteurs	Gestion concernée
PROMOUVOIR LA COMMUNICATION SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LEURS CONSÉQUENCES SUR LA BIODIVERSITÉ	Agropastoralisme	<p>Sensibiliser le public, faire prendre conscience de</p> <p>(1) l'existence des changements climatiques (2) leurs conséquences sur la biodiversité ordinaire ou remarquable de l'Hérault</p> <p>Mettre à contribution les ENS agropastorales, car</p> <p>(1) situées sur un gradient d'altitude (2) situées sur une interface climatique du département (3) possèdent une forte importance écologique</p>	<p>Éleveurs CG34 Chambre d'Agriculture (Sylvain Micola, programme Mil'Ouv) CEN-LR (Claudie Houssard) Associations naturalistes (Écologiste de l'Euzière, Collectif des Garrigues) Chercheurs du CEFE ONCFS (Sandrine Navarre, Pôle plaines et collines méditerranéennes)</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action 10 : impliquer les citoyens dans la connaissance de la biodiversité ordinaire</p> <p>Action 12 : conduire un plan de communication biodiversité</p> <p>Action 11 : faire découvrir aux héraultais leur patrimoine naturel (programmes d'animation au sein des ENS départementaux)</p>
	Viticulture	<p>Sensibiliser les professionnels par l'intégration dans les autodiagnostic des impacts des changements climatiques</p> <p>(1) Suivi des impacts directs sur leur production : amorcement de la réflexion</p> <p>(2) Suivi des espèces inféodées sur le long terme selon les relevés de températures et de pluviométrie</p> <p>(3) Utilisation de ces données par la recherche scientifique</p>	<p>Fédération héraultaise des IGP Syndicats IGP Côtes de Thongue Syndicats des autres IGP de l'Hérault CG34 CEN-LR Viticulteurs</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action 1 : faire rimer agriculture et biodiversité</p> <p>Programme AgriBiodivEau</p>

Tableau n°2

OBJECTIF SPÉCIFIQUE	Actions		Acteurs	Gestion concernée
<p>CONSERVER LA QUALITÉ DE LA MATRICE ET DES LOCALITÉS PRIORITAIRES</p>	<p>Agropastoralisme</p>	<p>Évaluer l'état de conservation des ENS et de la matrice (1) Utiliser le guide de suivi d'évaluation des habitats proposé en 2013 (2) Renforcer les champs de compétences des agents du CG34 par des formations</p> <p>Minimiser les conséquences de la diminution des activités pastorales (1) Maintenir la réouverture des milieux (2) Actions collectives de débroussaillage</p> <p>Uniformiser sur les ENS et dans la matrice : (1) les bonnes pratiques agro-pastorales entre les ENS (2) l'entretien des lavognes traditionnelles et des mares</p>	<p>Agents du CG34 CG34 CEN-LR Éleveurs ONCFS Chambre d'Agriculture de l'Hérault Spécialistes de l'herpétofaune et naturalistes</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action 9 : sensibiliser les agents du CG34.</p> <p>Action 6 : aménager les propriétés départementales non bâties</p>
	<p>Viticulture</p>	<p>Conserver l'intérêt écologique des localités jugées prioritaires</p> <p>(1) Promouvoir l'acquisition par le CG34 des friches anciennement viticoles</p> <p>(2) Maintenir le programme AgriBiodivEau</p> <p>(3) Promouvoir son application à l'ensemble des IGP du département de l'Hérault</p>	<p>Fédération héraultaise des IGP Syndicats IGP Côtes de Thongue Syndicats des autres IGP de l'Hérault Municipalités CG34 CEN-LR Viticulteurs</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action 1 : faire rimer agriculture et biodiversité</p> <p>Action 2 : aider à la réalisation d'aménagements en faveur de la TVB</p> <p>Action 3 : favoriser l'action foncière en faveur de la biodiversité</p> <p>Programme AgriBiodivEau</p>

Tableau n°3

OBJECTIF SPÉCIFIQUE	Actions		Acteurs	Gestion concernée
RENFORCER LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET NATURALISTES	Agropastoralisme	<p>Évaluer la vulnérabilité des espèces</p> <p>(1) Affiner les critères de vulnérabilité afin de préciser les espèces les plus sensibles</p> <p>(2) Suivre ces espèces</p> <p>Suivre l'intérêt écologique des mares sur le long terme</p> <p>(1) Suivi des espèces nuisibles favorisées par les changements climatiques</p> <p>(2) Uniformiser les suivis, en les intégrant dans le guide technique d'évaluation des habitats</p>	<p>Agents du CG34 CG34 CEN-LR Éleveurs CEFE Spécialistes de l'herpétofaune et de l'entomofaune</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action13 : poursuivre l'acquisition des connaissances scientifiques</p>
		Viticulture	<p>Promouvoir l'agro-écologie</p> <p>(1) Axer la recherche sur la synergie changements climatiques/viticulture et leurs conséquences sur la biodiversité</p> <p>(2) Étude des services éco-systémiques rendus par la faune auxiliaire et de l'impact des changements climatiques sur cet équilibre</p>	<p>Fédération héraultaise des IGP Syndicats IGP Côtes de Thongue Syndicats des autres IGP de l'Hérault CG34 CEN-LR Viticulteurs Unités de recherches œuvrant en agro-écologie Opie et CEFE</p>

Tableau n°4

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES		Actions	Acteurs	Gestion concernée
Agropastoralisme	APPUYER LE PRINCIPE DE PRÉCAUTION SUR LES PATHOGÈNES	<p>Mise en place d'une veille sanitaire pour anticiper la propagation du chytridiomycose</p> <p>(1) Sensibilisation des naturalistes</p> <p>(2) Sensibilisation du public</p>	<p>CG34 CEN-LR Éleveurs CEFE Spécialistes de l'herpétofaune</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action13 : poursuivre l'acquisition des connaissances scientifiques</p>
Viticulture	ASSURER LA DURABILITÉ DES INVESTISSEMENTS DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	<p>Ajuster les mesures agro-environnementales aux changements climatiques</p> <p>(1) Mise en commun des aménagements réalisés par le CEN-LR et par la Chambre d'Agriculture</p> <p>(2) Prise en compte des changements climatiques dans la mise en place des aménagements agro-environnementaux</p>	<p>Fédération héraultaise des IGP Syndicats des autres IGP de l'Hérault Syndicats IGP Côtes de Thongue CG34 CEN-LR Viticulteurs</p>	<p>Plan AGIR en faveur de la biodiversité</p> <p>Action 1 : faire rimer agriculture et biodiversité</p> <p>Action 2 : aider à la réalisation d'aménagements en faveur de la TVB</p> <p>Action 13 : poursuivre l'acquisition des connaissances scientifiques</p> <p>Programme AgriBiodivEau</p>

ANNEXE 17 - CARTE DES MARES RÉPERTORIÉES DANS LE PAYSAGE AGRO-PASTORAL

Les mares répertoriées du paysage agro-pastoral

