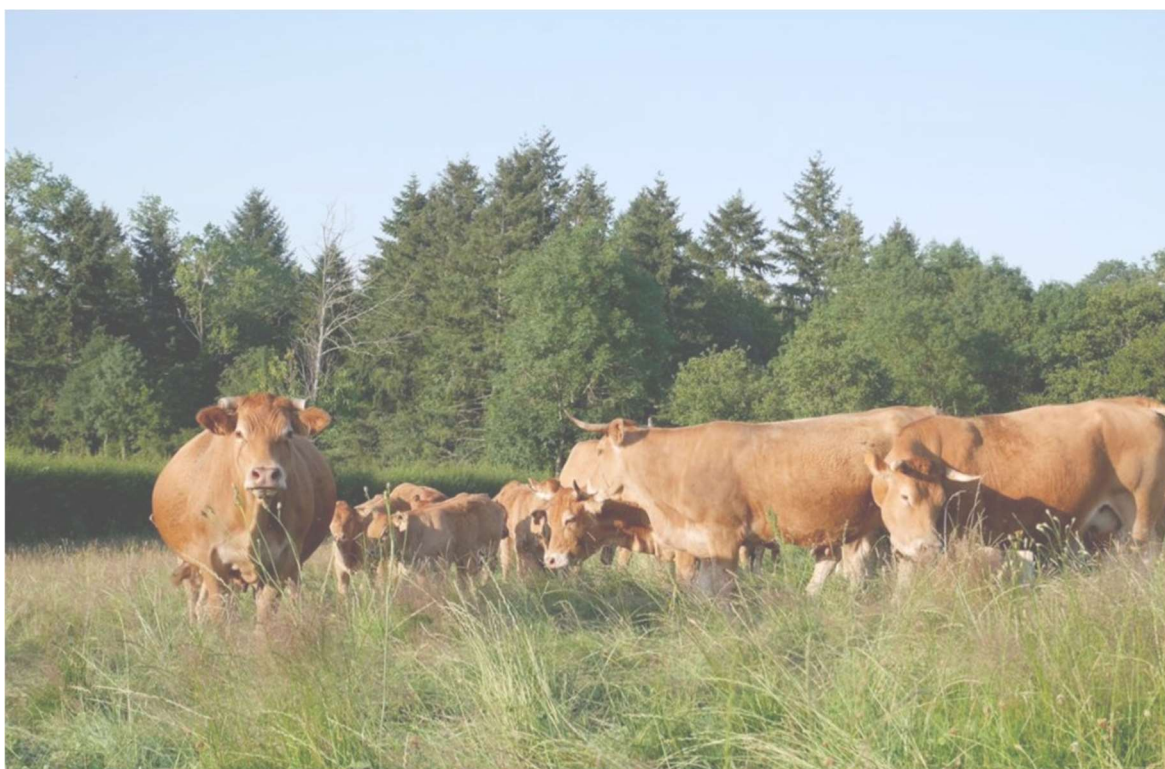
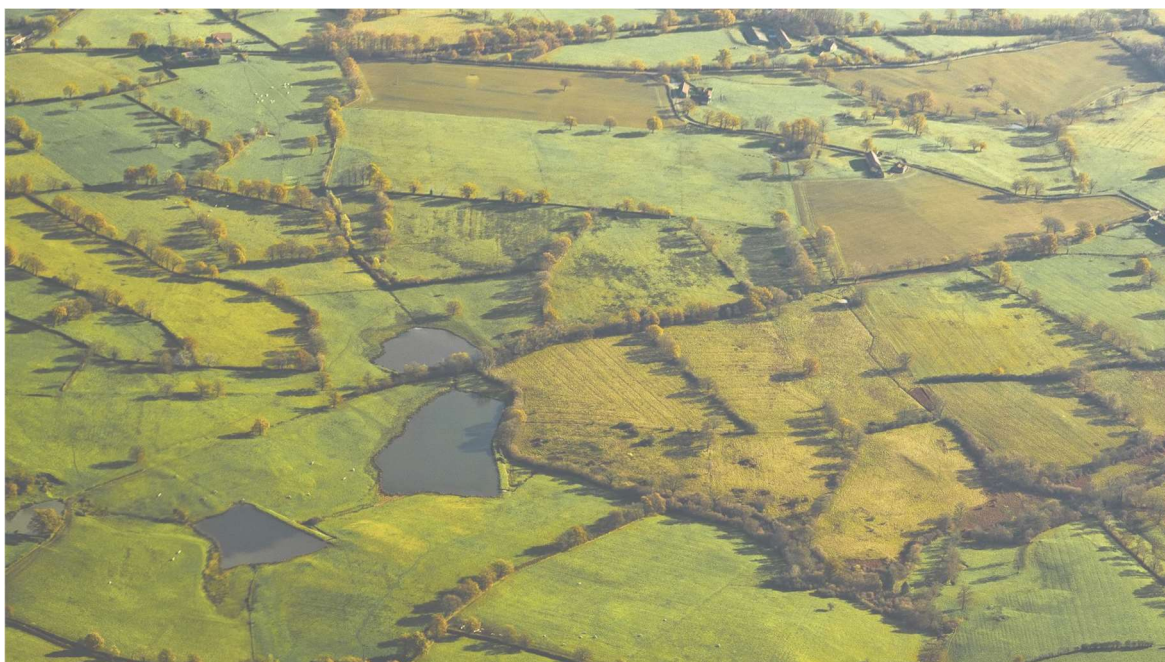


PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ ET ÉNERGIES RENOUVELABLES SUR DES TERRITOIRES PRAIRIAUX BOCAGERS DU LIMOUSIN



**Auteurs et autrices : Rose Chrystel CARRIERE, Jon LEVY OTHEGUY, Pape Boure NDIAYE,
Martial Anjarasoa RAKOTONJANAHARY, Olivia RENARD**

Remerciements à Emilie CHAMMARD, commanditaire du projet

I - CONTEXTE

I.1 - Situation géographique

Notre sujet d'étude prend racine dans le Limousin, en région Nouvelle Aquitaine. Dans son ensemble, le Limousin est une zone principalement rurale, avec une tradition agricole caractérisée principalement par l'élevage bovin, en particulier de la race Limousine. D'autres productions comme l'élevage ovin ou l'arboriculture représentent une part également conséquente de l'activité agricole qui s'y trouve. Le Limousin abrite deux parcs naturels régionaux : Millevaches et Périgord-Limousin. Notre intérêt se porte vers la zone montagneuse de l'ouest du Massif Central, en l'un de ses plus hauts points, le plateau de Millevaches (978 m d'altitude). Le Parc Naturel Régional (PNR) de Millevaches s'étend sur 3 437 km² et représente la quasi-totalité de la montagne limousine (<https://www.terresdecorreze.com/destination/parc-naturel-regionale-de-correze-pnr/>).

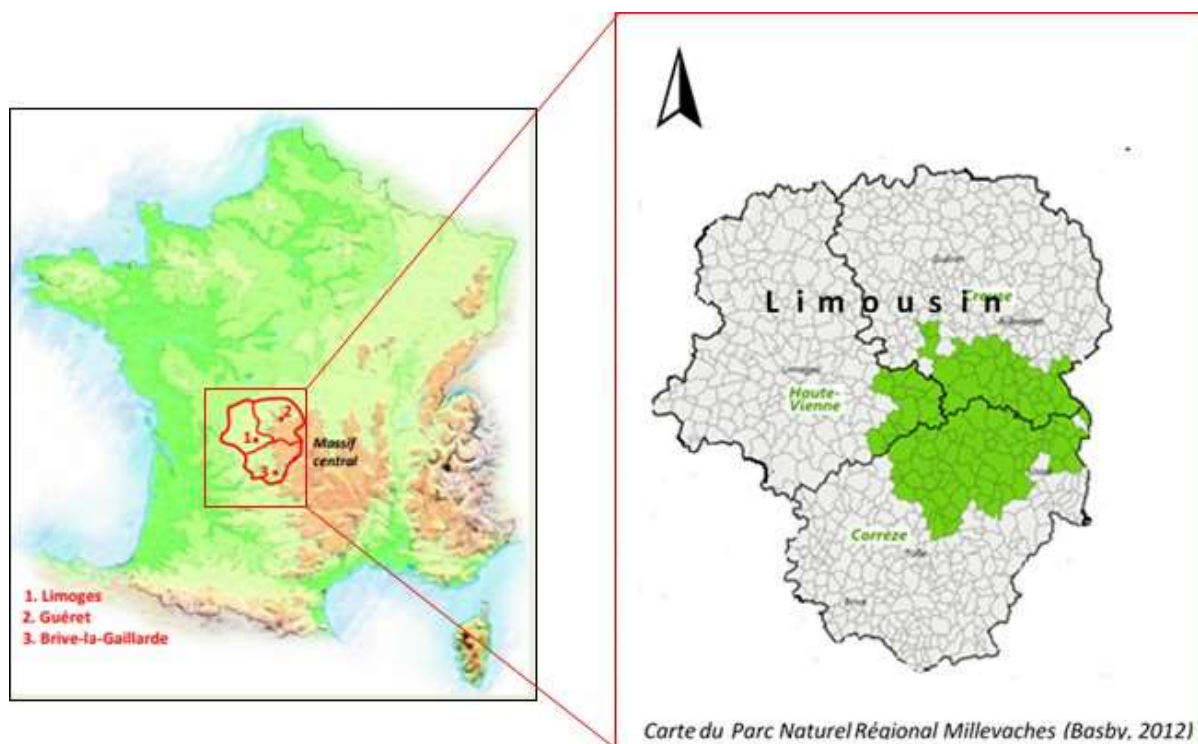


Figure 1 - Situation géographique du Limousin sur la carte de France; l'aire du Parc Naturel Régional de Millevaches est indiquée en vert.

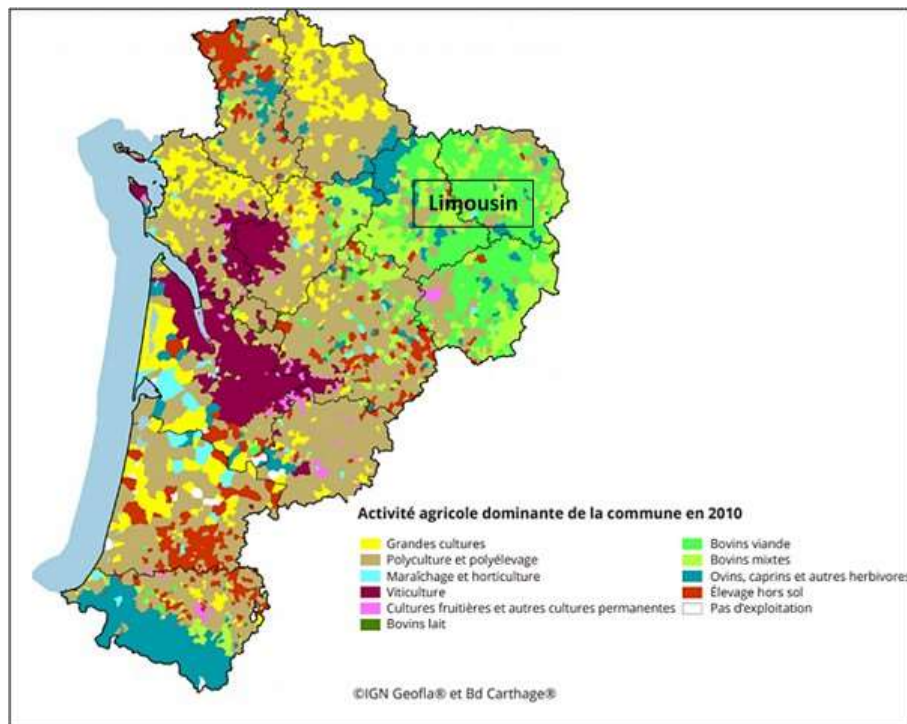


Figure 2 - Carte des types d'usages agricoles en Aquitaine en 2010. L'élevage bovin domine très largement l'usage des sols en Limousin.

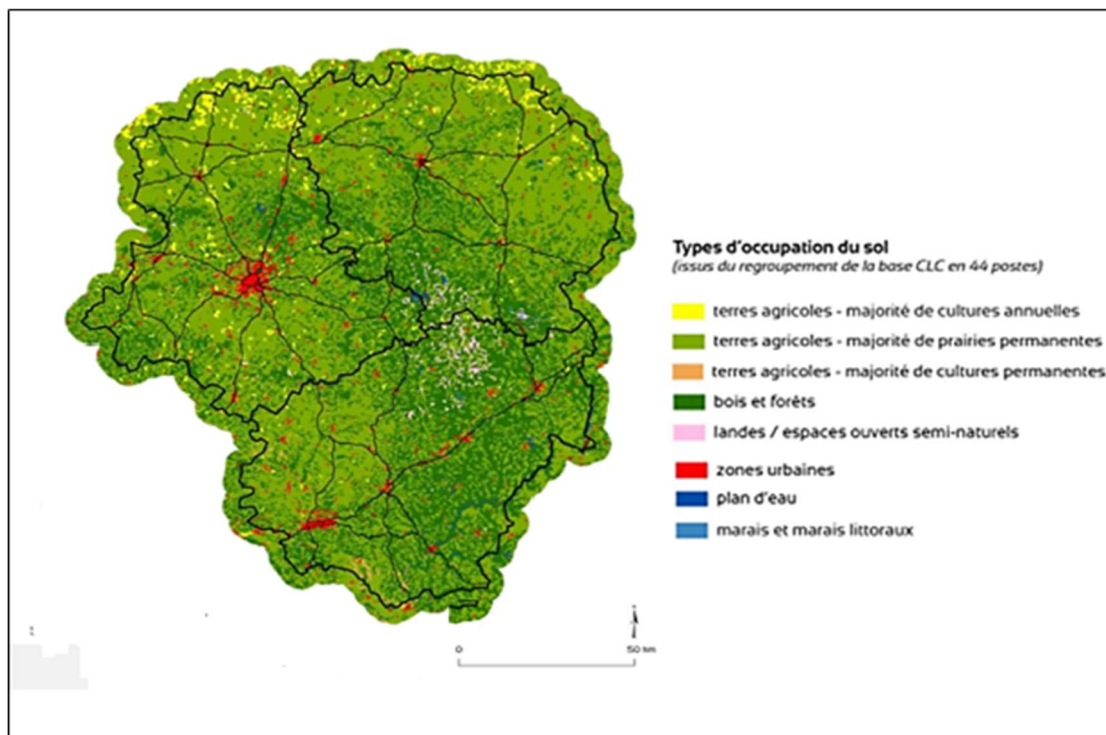


Figure 3 - Carte des types d'occupation du sol en Limousin. Les sols sont en majorité des prairies permanentes, entrecoupées de quelques zones urbaines et cultures annuelles.

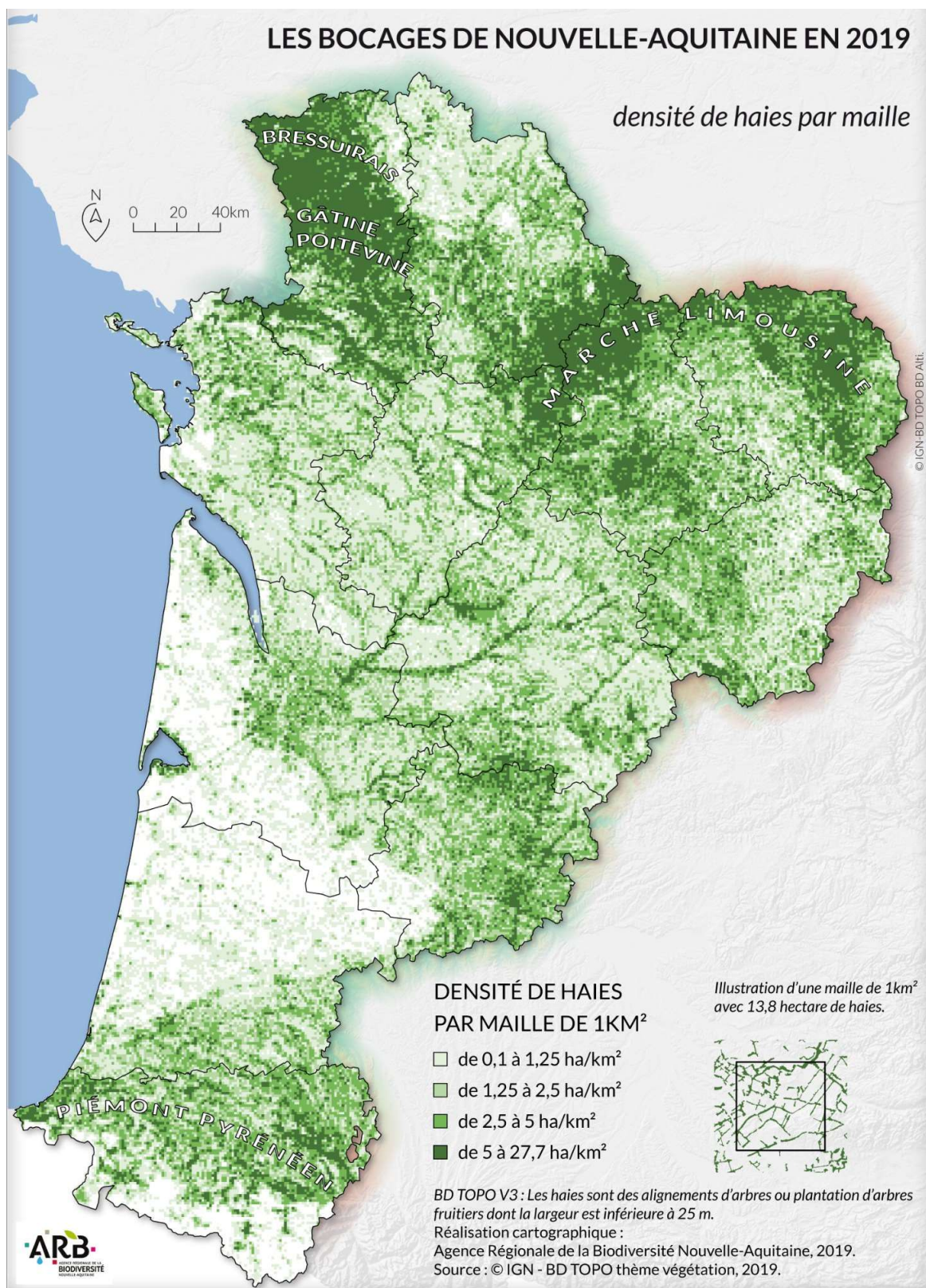


Figure 4 - Carte de la répartition des maillages bocagers en Nouvelle-Aquitaine en 2019.

Les bas-plateaux limousins abritent le bocage limousin (Fig. 4), s'étendant au nord des régions de la Haute-Vienne et de la Creuse. Au nord, on trouve un maillage de haies, dense, uniforme et orné de bosquets. Le paysage est plus ouvert à l'ouest et à l'est, avec des arbres

isolés ou regroupés en petits bosquets (<https://www.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/connaître/connaître-les-milieux-terrestres/les-bocages/>).

I.2 - Les haies bocagères, réservoir de biodiversité et remparts efficaces contre dégradation des sols et pollutions

Les bocages sont caractérisés par un ensemble de haies (zones herbacées, arbustes et arbres) plus ou moins connectées entre elles. La haie joue un grand rôle sur la biodiversité, en tant que corridor écologique pour la dispersion des espèces et la connexion des territoires. La densité des haies et leur degré de connexion déterminent la qualité de la continuité spatiale du réseau considéré. Les haies sont essentielles pour la présence et le maintien d'une richesse spécifique importante dans les territoires agricoles, assurant le maintien de fonctions importantes (alimentation, refuge, reproduction). La préservation d'une abondance élevée d'oiseaux est également liée à des haies présentant une densité constante et un maillage de qualité avec de nombreuses connexions (Notteghem, 1987). Il apparaît d'ailleurs qu'une haie isolée qui a perdu sa connexion au reste de la trame bocagère ne pourra pas assurer de façon pérenne le maintien de la plupart des populations (Baudry & Jouin, 2003), quelles que soient ses caractéristiques initiales. Les connexions entre les haies et les bois sont ainsi des nœuds essentiels qui relient le réseau bocager à des milieux sources d'espèces forestières. Les haies de bocage peuvent aussi avoir une fonction de « traits d'union » qui lient entre eux différents milieux boisés utilisés par certaines espèces forestières. Les haies compensent alors en partie la fragmentation aujourd'hui importante des milieux boisés, et peuvent favoriser les dispersions de certaines espèces.

Outre leurs rôles multiples de soutien à la biodiversité, les haies limitent également l'érosion des sols et ont des fonctions de gestion des pollutions qui peuvent être retrouvées dans les milieux prairiaux bocagers. En effet, les prairies protègent les sols de l'érosion pluviale, grâce au maintien permanent d'un couvert végétal. Celui-ci augmente la porosité du sol du fait d'un développement racinaire important, ce qui permet une bonne infiltration des eaux de pluie et de ruissellement provenant de parcelles voisines. Dans la mesure où les haies sont situées perpendiculairement à la pente, elles se comportent comme un frein à l'écoulement et favorisent le stockage de matières organiques et sédimentaires, assurant le bon fonctionnement et une bonne fertilité de celui-ci (Reulier et al., 2015). La présence de haies permet aussi, dans une même logique, de stopper une partie des pollutions en pesticides ou en intrants provenant de champs voisins, et participe à la filtration de l'eau et donc à une meilleure qualité des eaux de nappes. Cela peut amener à des frais amoindris pour les collectivités au niveau des stations de captage d'eau potable, car moins les eaux sont contaminées, moins les traitements sont coûteux.

I.3 - L'agropastoralisme, pratique ancrée dans le PNR de Millevaches

Le PNR de Millevaches est un lieu riche en pratiques agropastorales, qui sont ancestrales et fondamentales pour le fonctionnement du territoire, et amènent un certain ancrage culturel. L'agropastoralisme désigne les pratiques agricoles alliant l'activité d'élevage et les cultures comme des prairies qui y sont associées pour nourrir un troupeau, c'est-à-dire la valorisation de ressources fourragères fournies par les écosystèmes naturels. Il s'agit de l'activité agricole principale du territoire du Limousin, qui occupe environ 40% du territoire du Massif Central et façonne ses paysages et sa biodiversité, mais aussi sa culture et son économie locale. Les milieux agropastoraux sont une ressource essentielle pour les territoires, et sont sources de nombreux services écosystémiques pour l'agriculture et la société (Bureau et al., 2022). On peut notamment mentionner des services de production de ressources, de conservation de la biodiversité, ou encore des services culturels (écotourisme, paysages, identité et ancrage culturel fort).

En plus d'impacter positivement la biodiversité (services écosystémiques fournis par l'assemblage prairies-haies bocagères déjà discuté en partie I.2, et détaillés par la suite en I.4), l'agropastoralisme a également un impact important sur l'économie des territoires. En effet, il est fortement lié à des filières de transformation et de mise en marché de produits (viandes, laits, fromages, etc.) (Rubino et al., 2006). Dans le Limousin, les activités liées à la viande comptent environ 20 000 emplois, dont 70% pour l'activité d'élevage. Ces milliers d'emplois représentent 7,1% des emplois totaux du territoire (Atlas Limousin de l'élevage herbivore, 2020). L'organisation des circuits commerciaux courts dans le secteur facilite la vente des produits d'élevage et permet aux agriculteurs d'améliorer leur rentabilité et leur productivité (Dixie, 2005).

I.4 - Une gestion de la biodiversité mise au défi par de multiples changements d'usages

Les trames pastorales et bocagères sont des écosystèmes fournissant de multiples services écosystémiques indispensables pour le bon devenir de ces zones agricoles. De tels paysages offrent une bonne séquestration du carbone, et en permettant le maintien d'une riche biodiversité, soutiennent des services sous-jacents mais essentiels en agriculture comme la pollinisation et la protection naturelle des cultures (régulation des ravageurs). Ces espaces riches en biodiversité constituent également une réserve de potentialité pour l'avenir : banque de graines, stocks potentiels pour la pharmacopée, futures méthodes de lutte contre les ravageurs...

Récemment, les actions de gestion de la biodiversité se compliquent et celle-ci apparaît sous certains abords comme en partie compromise. L'agriculture conventionnelle (grandes monocultures, intrants) s'étend, avec la recherche de plus de rendements et donc de meilleurs gains pour les agriculteurs, mais s'accompagne aussi d'une artificialisation des sols,

d'arrachages de haies et de la disparition progressive des paysages bocagers. A l'opposée, certaines terres pastorales sont délaissées et abandonnées, par manque de rentabilité ou à cause d'une difficulté à utiliser et cultiver ces sols. Cela peut entraîner une renaturation, avec une augmentation de la biodiversité, mais peut aussi à l'inverse amener des paysages ouverts à se refermer, impactant drastiquement les compositions faunistiques et changeant donc la biodiversité dans son ensemble. Il est indispensable de prendre en compte la complexe coexistence de ces problématiques pour accompagner les choix futurs concernant ces espaces à fort potentiel, mais également en tension grandissante.

I.5 - L'espèce parapluie, un outil de protection des écosystèmes à promouvoir

Afin de protéger les écosystèmes et donc les réseaux trophiques, l'outil de protection d'espèce parapluie peut être réfléchi. Une espèce parapluie est définie comme une espèce dont la conservation dans le milieu devrait conférer une protection étendue à un grand nombre d'espèces coexistant naturellement. Ce concept a été proposé comme outil pour déterminer la taille minimale des zones de conservation, sélectionner les sites à inclure dans les réseaux de réserves naturelles et fixer des normes minimales pour la composition et la structure des écosystèmes, pour en assurer le bon fonctionnement. Parmi les espèces proposées comme parapluies potentiels, la plupart sont de grands mammifères et des oiseaux, c'est-à-dire des espèces se situant aux niveaux trophiques les plus élevés (Roberge & Angelstam, 2004). En effet, la dynamique de l'évolution d'une chaîne trophique est atténuée par la contrainte spatiale, ce qui se traduit par une plus grande vulnérabilité des niveaux trophiques les plus élevés, bénéficiant d'une évolution plus lente (Calcagno et al., 2023). L'évolution adaptative d'un écosystème est régie par l'extinction, la perturbation et la perte d'habitat qui affectent la stabilité du taux de colonisation des espèces. Dans le cas du PNR de Millevaches, les espèces parapluies qu'on peut encore y trouver sont deux espèces d'oiseaux, la pie grièche grise (*Lanius excubitor*) et la pie grièche à tête rousse (*Lanius senator*), et deux espèces de chiroptères, le petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) et le murin à oreilles échanquées (*Myotis emarginatus*).

Selon le bilan du Plan National d'Action portant sur les pies grièches dans le Limousin de 2016 à 2018, un programme de recherche spécifique à la pie grièche à tête rousse a été mis en place. Dans le Limousin, les milieux utilisés par cette espèce sont principalement la tourbière, la forêt de résineux, la prairie et la lande (voir l'image ci-dessous).

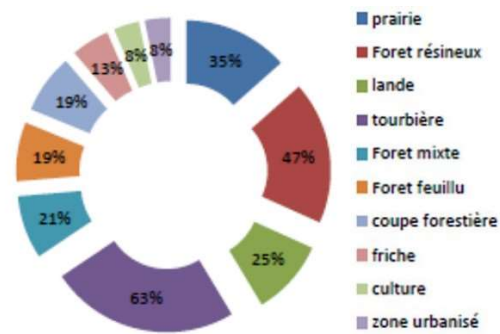


Figure 43 Proportion d'occurrence des différents milieux parmi les 72 carrés prospectés de 2016 à 2018 sur le Plateau de Millevaches

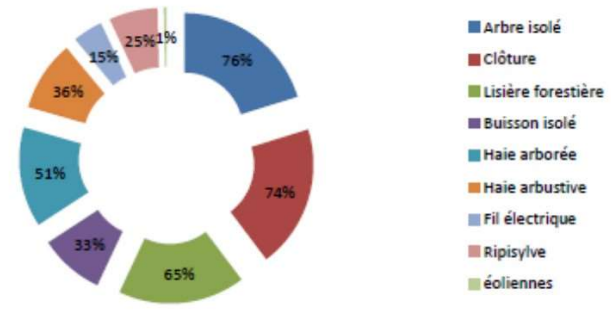


Figure 44 Proportion d'occurrence des différents éléments paysagers sur les 72 carrés prospectés de 2016 à 2018 sur le Plateau de Millevaches

Figure 5 - Graphiques montrant le pourcentage d'utilisation de chaque milieu chez la pie grièche grise

Ces milieux correspondent aux 2 principaux types d'habitats favorables à la Pie-grièche grise en Limousin, qui apprécie les fonds de vallées alluvionnaires cloisonnés par des versants à caractère bocager (prairies permanentes associées à des haies et des arbres isolés) ainsi que les ensembles de tourbières et de landes pâturées de manière extensive (Taboury, 2018). Cependant, les zones d'habitats favorables à la Pie-grièche grise en Limousin sont souvent des "patches" bordés de milieux non-favorables (boisements), et l'activité d'exploitation forestière (très présente sur le Plateau de Millevaches) peut engendrer la création (coupe) ou la disparition (plantation) de zones favorables. Les populations semblent être relativement stables sur les 10 dernières années, mais l'augmentation de la pression d'échantillonnage, et donc le manque de calibration du protocole de suivi, diminue la fiabilité de ces informations. Aucune donnée n'a été trouvée pour connaître l'état des populations des deux espèces de chiroptères. Les informations qu'on a sur ces différentes espèces parapluie sont donc encore trop lacunaires, et révèlent peut-être un manque de moyens constants déployés, et donc certainement un manque d'intérêt des décideurs, quant à la préservation d'une biodiversité pourtant fondamentale pour le bon équilibre de ces territoires.

I.6 - Un nouveau défi pour la conservation de la biodiversité : la loi APER

La loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergie renouvelable (ou loi APER) peut avoir des implications, tant positives que négatives, en fonction de sa mise en œuvre et de la manière dont elle est appliquée.

Positivement, la loi a pour objectifs de simplifier les procédures administratives pour les projets d'énergies renouvelables afin d'encourager le développement de celles-ci, de promouvoir l'utilisation de technologies vertes, de fournir un soutien financier aux investissements dans ce domaine, et de favoriser une approche territoriale intégrée pour le

développement de l'énergie renouvelable. Cette loi fixe également des objectifs de production d'électricité, de chaleur et de carburants renouvelables, tout en établissant des zones d'accélération et d'exclusion pour réguler le développement des projets (<https://www.ecologie.gouv.fr/planification-des-energies-renouvelables-et-donnees>).

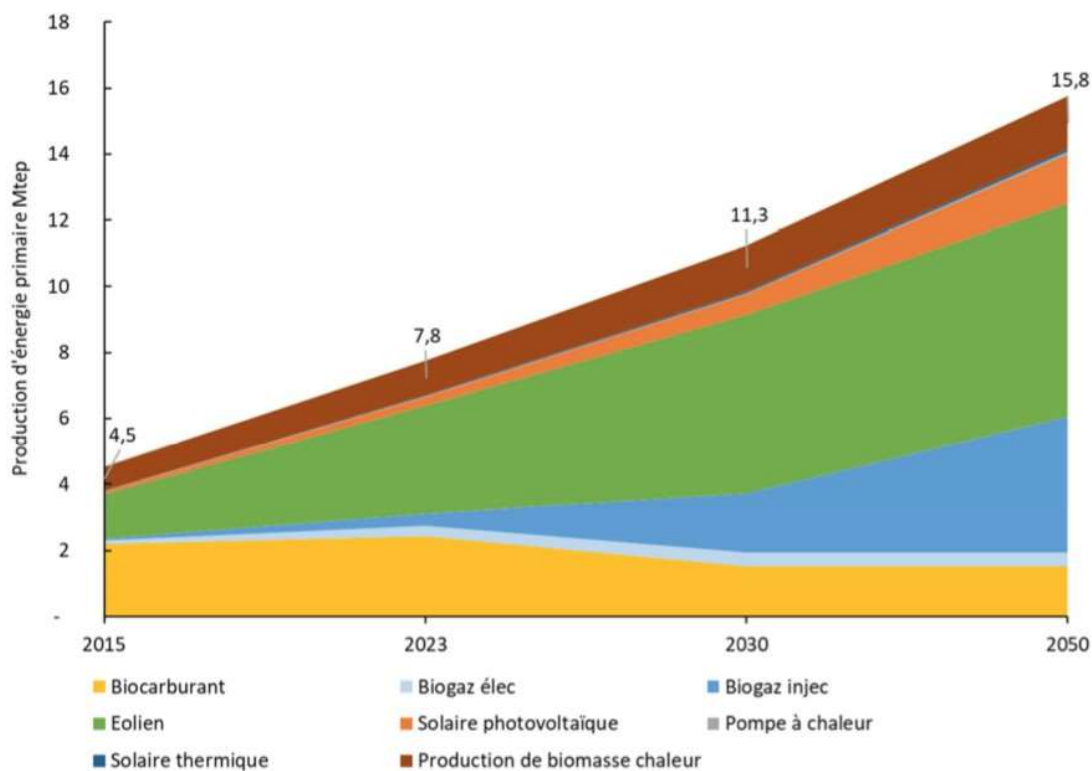


Figure 6 - Evolution du mix énergétique de production des EnR dans le secteur agricole, selon le scénario médian [12]

Cependant, cette loi pourrait également entraîner des conséquences négatives sur la biodiversité si elle amène à la conversion de certaines terres agricoles ou de zones naturelles en sites de production d'énergie renouvelable. Cette conversion peut entraîner la perte ou la fragmentation des habitats naturels, menaçant ainsi la diversité des espèces végétales et animales présentes. De plus, la construction d'infrastructures telles que les éoliennes peut entraîner des risques de collision avec les oiseaux et les chauves-souris, affectant ainsi les populations d'espèces vulnérables (<https://www.terre-net.fr/energies-renouvelables/article/225777/avantages-et-inconvenients-d-installer-des-panneaux-solaires-dans-les-champs>). Par conséquent, il est crucial que la mise en œuvre de la loi prenne en compte les enjeux de biodiversité et cherche à minimiser les impacts négatifs tout en maximisant les bénéfices potentiels. Cela peut être réalisé par le choix judicieux des sites de développement, l'intégration de mesures de compensation écologique et la consultation des experts en biodiversité lors de la planification et de la mise en œuvre des projets d'énergies renouvelables.

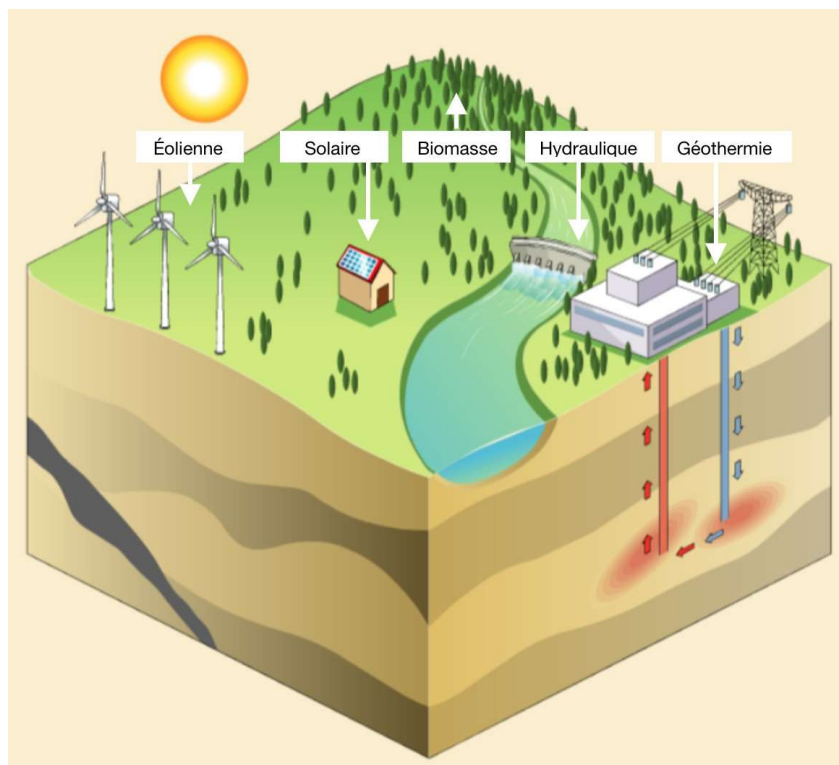


Figure 7 - Les types d'EnR (<https://pyrenees.mon-ent-occitanie.fr/espaces-pedagogiques-cycle-3/sciences-et-technologie/chapitre-1/tec-ph-2-les-sources-d-energie-renouvelables-et-non-renouvelables--26787.htm>)

Les énergies renouvelables représentent un vaste éventail de sources alternatives d'énergie, chacune exploitant une ressource naturelle spécifique pour produire de l'électricité ou de la chaleur de manière durable. Tout d'abord, l'énergie solaire, produite à partir de la conversion de la lumière du soleil en électricité par des panneaux photovoltaïques ou en utilisant des capteurs solaires thermiques. De même, l'énergie éolienne exploite l'énergie cinétique du vent pour faire tourner des turbines et produire de l'électricité. L'énergie hydroélectrique, quant à elle, tire profit du flux de l'eau à travers des barrages, des centrales marémotrices ou des turbines installées dans des cours d'eau. Bien que stable et prévisible, elle peut impacter les écosystèmes aquatiques et les habitats naturels. Par ailleurs, l'énergie biomasse est générée à partir de la combustion de matières organiques telles que le bois ou les déchets agricoles, tandis que l'énergie géothermique exploite la chaleur naturelle de la Terre à partir de sources souterraines chaudes ou de sources géothermales. Ces différentes sources d'énergie renouvelable offrent des solutions innovantes et durables pour répondre aux besoins énergétiques actuels tout en contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la transition vers un avenir énergétique plus propre et plus respectueux de l'environnement. L'implantation des infrastructures pour leur production doit cependant être réfléchi en amont, car potentiellement destructrice des milieux et de la biodiversité associée.

Problématiques :

- Comment concilier des pratiques s'intensifiant vers une agriculture conventionnelle et la préservation de la biodiversité?
- Comment remédier aux impacts du délaissement des terres sur la biodiversité?
- Comment concilier l'injonction au développement de nouvelles énergies renouvelables sur tous les territoires et les enjeux de préservation et de restauration de ces milieux agropastoraux?

II - SOLUTIONS

Différentes solutions peuvent être envisagées pour remédier à certaines de ces problématiques, ou en tout cas à trouver des compromis entre les usages considérés.

De nombreuses thématiques en lien avec les solutions proposées ci-dessous ont déjà été abordées dans des groupes de travail thématiques de 2016 à 2018 dans le cadre d'un projet PastoM (<https://www.sidam-massifcentral.fr/pastom-2-le-pastoralisme-en-massif-central/>).

II.1 - L'agroforesterie, un système optimisé déjà partiellement en place : concilier préservation de la biodiversité et amélioration du bien-être individuel et collectif

L'agroforesterie est aujourd'hui mise en avant comme un levier majeur de la transition agroécologique (Castle et al., 2021). Elle désigne l'association d'arbres et de cultures ou d'animaux sur une même parcelle, en bordure ou en plein champ. Elle est considérée comme un outil de conservation de la biodiversité et de fourniture de services écosystémiques à de multiples bénéficiaires sur les territoires. L'implantation d'arbres dans ou aux bords des parcelles apporte de nombreuses contributions (habitats, ressources favorables à la biodiversité, lutte contre l'érosion, barrière à la diffusion dans l'air des pesticides, hébergement des auxiliaires des cultures...) (Beillouin et al., 2019). Bien que certains aspects plus négatifs de leur présence puisse être envisagés (les haies sont des réservoirs potentiels de pathogènes fongiques et bactériens, et sont susceptibles d'avoir des effets contrastés sur le rendement selon les cultures (Beillouin et al., 2019), on en retient que les bénéfices avérés prennent plus d'importance que les effets négatifs potentiels. Différentes pratiques agroforestières peuvent être distinguées : l'agrosylviculture, l'agrosylvopastoralisme et le sylvopastoralisme. Elles permettent à la fois le développement de micro-climats favorables à la conservation de la biodiversité mais aussi une certaine amélioration des rendements des agriculteurs par rapport à des modes de cultures plus classiques.

L'agropastoralisme s'inscrit comme un système s'approchant déjà fortement de ces pratiques, et apparaît comme déjà optimisé pour le contexte géographique et environnemental étudié. Il s'agit donc seulement de promouvoir la conservation d'un tel système d'exploitation, par un renforcement du suivi des agriculteurs sur place, et des efforts de valorisation supplémentaires. Il est également nécessaire de redynamiser le reste du secteur, pour faire face à la déprise et l'abandon d'une partie des terres, en aidant l'installation des jeunes agriculteurs et en travaillant à l'attractivité du PNR. Un travail accru sur l'écotourisme, la revalorisation des produits, du patrimoine et du parc semble donc essentielle pour continuer avec des pratiques déjà en place, mais pas nécessairement valorisées autant que nécessaire.

II.2 - Une protection accrue de la biodiversité, solution pour barrer la route aux changements d'usages de certains territoires

Une autre solution pertinente pour protéger les espèces citées dans le contexte est d'analyser quels services écosystémiques elles apportent sur place.

Les quatre espèces parapluie citées précédemment (pie grièche à tête rousse, pie grièche grise, petit rhinolophe et murin à oreilles échancrées) permettent de faire face à la problématique des dégâts causés aux cultures annuelles par les arthropodes herbivores (principalement les larves de lépidoptères), qui sont estimés entre 10 et 26 % à l'échelle mondiale (Culliney, 2014; Oerke, 2006). En outre, l'augmentation des températures due au changement climatique peut favoriser les insectes nuisibles, ce qui se traduit par des pertes de rendement plus importantes (Bale et al., 2002; Deutsch et al., 2018), et la consommation d'arthropodes nuisibles par les animaux insectivores est donc d'une importance majeure (Kunz et al., 2011; Wenny et al., 2011). En raison de leurs habitudes alimentaires, les chauves-souris insectivores sont considérées comme les acteurs les plus consommateurs d'arthropodes nuisibles (Russo et al., 2018). En effet, la consommation quotidienne d'arthropodes par les chauves-souris peut atteindre des valeurs supérieures à 70 % de leur masse corporelle (Kunz et al., 1995), ce qui représente des milliers d'insectes. *Rhinolophus hipposideros* est connu pour consommer des ravageurs dans les agroécosystèmes et, par conséquent, met en évidence le service écosystémique potentiel fourni par l'espèce dans un paysage agricole modifié (Baroja et al., 2019). À l'avenir, l'application de pratiques agricoles biologiques (Wickramasinghe et al., 2003), les initiatives de protection des gîtes à chauves-souris et la construction de gîtes artificiels seront des étapes essentielles pour renforcer ces populations de chauves-souris (Alcalde et al., 2017). *Myotis emarginatus* a un régime alimentaire qui varie d'une localité à l'autre, selon les différences intercoloniales de paysages et de climat, soulignant son caractère de prédateur généraliste (Aizpurua et al., 2018; Clare et al., 2014; Viglino et al., 2016). Dans certaines colonies d'Europe centrale et du Nord-Ouest, un régime alimentaire riche en mouches du bétail a également été rapporté (Grimaud, 2019). *M. emarginatus* montre un certain degré de flexibilité et d'adaptabilité, ce qui lui permet de chasser de manière opportuniste des proies disponibles ponctuellement et d'exploiter différents terrains de recherche de nourriture (Vallejo et al.,

2019). Grâce à cette facette opportuniste, *M. emarginatus* ne serait pas aussi sensible aux changements d'abondance des proies que d'autres prédateurs strictement spécialisés (Maine & Boyles, 2015), ce qui lui permettrait de s'adapter avec succès aux environnements modifiés et aux paysages anthropogéniques, et fait d'elle une espèce de chauve-souris unique en Europe (Vallejo et al., 2019). En ce qui concerne les deux espèces de pies grièches, elles pourraient potentiellement aussi participer à la régulation des insectes ravageurs et des micromammifères créant des dégâts dans les cultures selon leurs régimes alimentaires (Paczuska et al., 2021; Sandor et al., 2004).

A la lumière de ces informations (et au regard de tous les autres services écosystémiques déjà mentionnés précédemment), il est donc essentiel de renforcer la protection de ces espèces clés dans la régulation des ravageurs des cultures, et de certains pathogènes du bétail. Cela pourra être fait à différentes échelles, notamment en discussion avec les décideurs locaux et les agriculteurs qui restent à convaincre de l'importance de la biodiversité pour leurs exploitations, à court mais également à plus long terme, dans une vision à la fois de souhaite de meilleurs rendements et revenus, mais également de résilience de leurs exploitations dans un climat changeant.

II.3 - Le système de *land-sparing/land-sharing*, une évidence à institutionnaliser

Que ce soit face à un changement d'usage des terres ou au souhait d'implantation du voltaïque sur des parcelles, le concept de land sharing et land sparing doit être exploré et discuté avec les acteurs locaux. Face à la difficulté de trouver des solutions qui combinent la protection de la biodiversité, le développement agricole et l'installation d'énergies renouvelables, des systèmes alternatifs de partage des terres doivent être envisagés. En 2005, l'approche scientifique de *land-sparing/land-sharing* (LSS) a été créée pour maximiser la relation entre l'augmentation de la production agricole et la protection de la biodiversité (Green et al., 2005). Cela amène l'idée d'un compromis des usages, qui doit être discuté et adapté selon les écosystèmes.

La stratégie « Land Sharing » se traduit par un partage des terres ou une stratégie de conciliation ou de réconciliation ; le « Land Sparing », souvent défini comme une stratégie de séparation, consiste à augmenter les rendements (et donc les revenus) sur les terres déjà converties à l'agriculture et, par conséquent, à préserver des habitats naturels intacts, voire à libérer d'autres terres agricoles vers de la renaturation. Il semble donc intéressant d'utiliser cette stratégie pour consacrer seulement une partie des terres à l'installation d'EnR, où seraient maximisés production et rendements (et donc bénéfices), et à préserver les autres territoires en les laissant à leurs usages actuels, voire en les rendant d'autant plus vertueux d'un point de vue conservation de la biodiversité.

II.4 - Innovations en agrivoltaïsme, une solution pour répondre aux attentes de la loi APER

Afin de répondre aux différentes problématiques que pose la loi APER, il est possible de faire appel à plusieurs solutions d'énergies renouvelables. Dans le Limousin, l'hydroélectricité a déjà été largement exploitée, 84 centrales ont été implantées sur 36 cours d'eau, et il semble peu probable de pouvoir compter sur un développement plus important de l'hydroélectricité pour répondre aux attentes de la loi APER (Fig. 8). L'éolienne, quant à elle, présente des inconvénients majeurs dans ce territoire. Tout d'abord, la construction et l'exploitation des éoliennes peuvent avoir un impact sur l'environnement local, perturbant les habitats naturels, modifiant le paysage et générant des émissions sonores perceptibles. Elles peuvent surtout représenter un risque de collision pour la faune aviaire, entraînant alors des répercussions sur les populations d'oiseaux et de chauves-souris, ce qui va à l'encontre directe des efforts de conservation de la biodiversité présente.

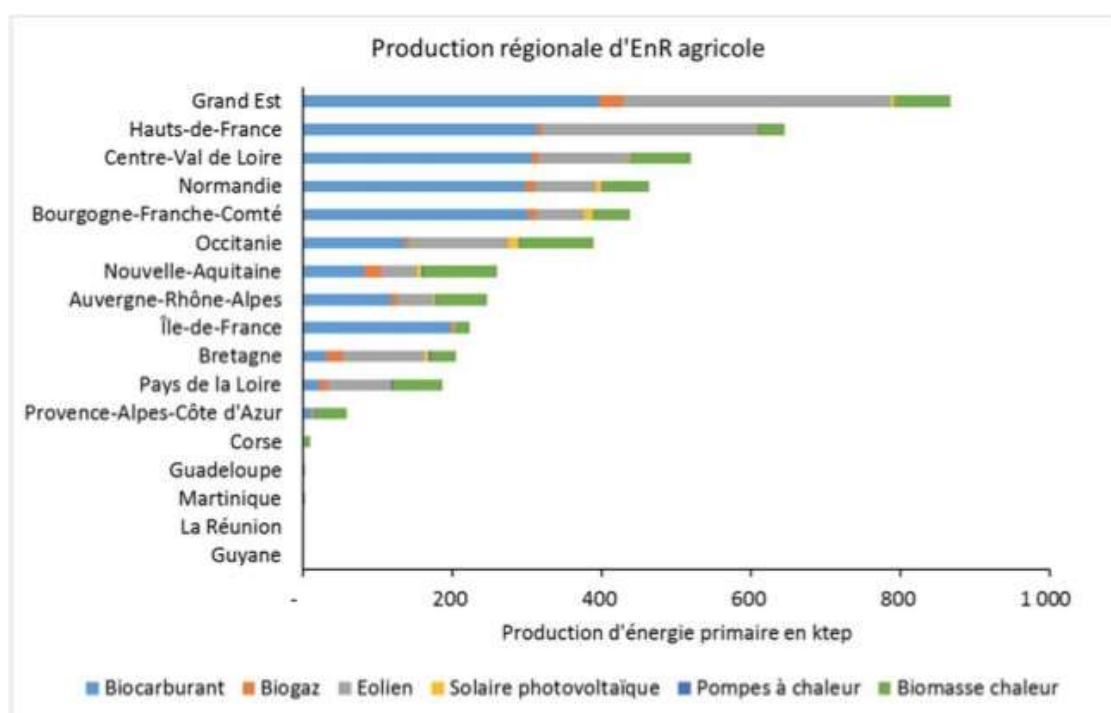


Figure 8 - Production d'EnR agricole par région

La solution restante, l'agrivoltaïsme, représente une approche novatrice qui associe la production agricole à la production d'énergie solaire photovoltaïque, offrant ainsi une multitude d'avantages potentiels. Cette pratique permet une optimisation intelligente de l'utilisation des terres agricoles en combinant la production alimentaire avec la production d'électricité renouvelable, ce qui contribue à accroître le rendement global des exploitations agricoles. Elle offre en effet aux agriculteurs une opportunité de diversifier leurs sources de revenus en tirant profit de la vente d'électricité produite par les panneaux solaires. Cette approche favorise la transition énergétique en réduisant l'empreinte carbone grâce à la

production d'énergie renouvelable, ce qui contribue à la lutte contre le changement climatique. Les panneaux solaires utilisés dans les systèmes agrivoltaïques sont également susceptibles d'offrir une protection aux végétaux des prairies et au bétail contre les intempéries et de réduire les variations de température, pouvant ainsi favoriser croissance et qualité de vie, dans certains cas de figure.

Malgré ces multiples avantages, l'agrivoltaïsme présente également des défis. L'installation initiale des infrastructures agrivoltaïques peut représenter un investissement financier considérable pour les agriculteurs. Ces coûts comprennent non seulement l'achat des panneaux solaires et des équipements associés, mais également les frais d'installation et de maintenance. Un autre inconvénient de l'agrivoltaïsme est son impact sur la biodiversité. Bien que cette pratique puisse offrir des avantages environnementaux en produisant de l'énergie renouvelable tout en maintenant des activités agricoles, elle peut également présenter des risques pour la biodiversité, en particulier si elle est mal planifiée ou mise en œuvre de manière inappropriée. L'installation de panneaux solaires peut en effet entraîner des modifications de l'habitat et de l'utilisation des terres, ce qui peut entraîner des répercussions sur les populations animales et végétales locales. La conversion de terres agricoles en sites de production d'énergie solaire peut entraîner la fragmentation ou la perte des habitats naturels. Elle peut modifier les schémas de déplacement en créant des obstacles à la migration ou morceler les habitats. De plus, l'ombre projetée par les panneaux solaires peut affecter la croissance des plantes situées en dessous, ce qui peut avoir des conséquences sur les écosystèmes locaux. Certaines espèces végétales peuvent être sensibles à la réduction de la lumière du soleil, entraînant une diminution de leur abondance et ainsi faisant chuter la diversité des plantes ou amenant des changements dans la composition des communautés végétales. Ces perturbations se répercutent ensuite le long de la chaîne trophique, impactant négativement l'ensemble de l'écosystème.

C'est pour cela qu'à défaut de pouvoir conseiller l'installation de champs de panneaux solaires continus à même le sol ou très proches du sol, il peut être envisagé de conseiller aux agriculteurs intéressés une installation photovoltaïque un peu plus élaborée. De nouveaux systèmes agrivoltaïques dits "dynamiques" émergent. Bien que leur installation soit source de stress et de changement pour les populations végétales locales, il semble que leur position plus élevée d'une part, et dynamique d'autre part, c'est à dire mobiles dans le temps et selon les cycles journaliers, permette une plus faible baisse de production qui serait due à de l'ombrage (<https://www.sunr.com/sunagri-livre-blanc-resultats-agrivoltaïques>). L'installation de telles structures à des distances élevées les unes des autres pourraient n'impacter que très localement la diversité florale, et donc limiter l'impact sur la diversité faunique, conservant la majorité des services écosystémiques dans l'état actuel.

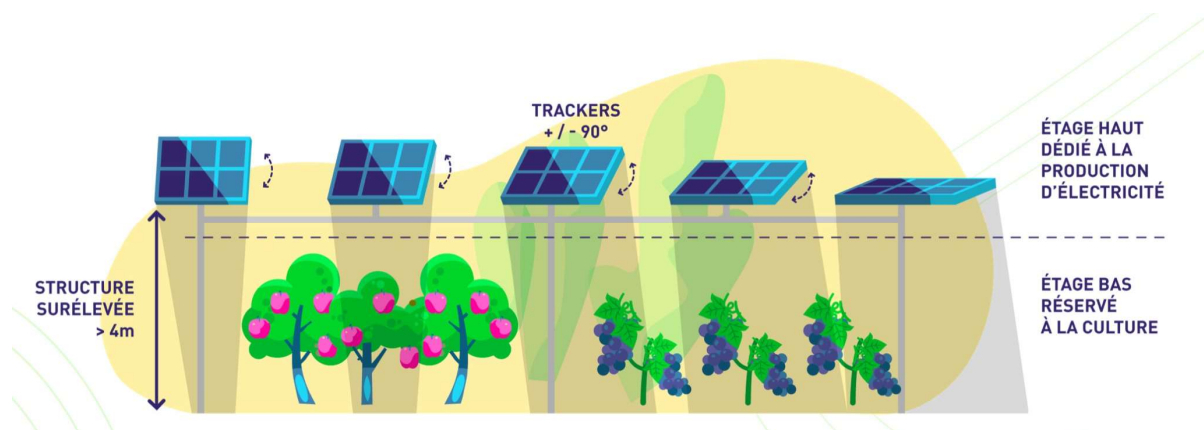


Figure 9 - Infrastructure agrivoltaïque dynamique (<https://sunagri.fr/notre-solution/technologie/>)

Pour atténuer les impacts potentiels restants sur la biodiversité, il est malgré tout essentiel de mener des évaluations environnementales approfondies avant d'installer ces systèmes agrivoltaïques. Des mesures de planification soigneusement conçues peuvent être mises en place pour minimiser les perturbations des habitats naturels et protéger les espèces sensibles. De plus, la restauration ou la création d'habitats naturels à proximité des installations agrivoltaïques peut contribuer à compenser les pertes de biodiversité et à promouvoir la cohabitation harmonieuse entre l'agriculture, la production d'énergie et la conservation de la nature (<https://www.terre-net.fr/energies-renouvelables/article/225777/avantages-et-inconvenients-d-installer-des-panneaux-solaires-dans-les-champs>).

Le coût des énergies renouvelables est un aspect crucial à considérer lors de la transition vers des sources d'énergie plus durables. Au fil des années, les progrès technologiques et l'augmentation de l'échelle de production ont considérablement réduit les coûts associés à des technologies telles que l'énergie solaire photovoltaïque, la rendant particulièrement compétitive sur le marché de l'énergie, avec des coûts de production souvent comparables à ceux des sources d'énergie conventionnelles, voire inférieurs. De plus, les politiques gouvernementales de soutien, telles que les subventions et les tarifs d'achat garantis, contribuent à rendre les énergies renouvelables plus attractives pour les investisseurs et les consommateurs. Bien que les coûts de certaines technologies renouvelables, comme la biomasse, puissent varier en fonction du type de biomasse utilisé et de la technologie de conversion, la tendance générale est à la baisse des coûts (<https://www.totalenergies.fr/particuliers/electricite/prix-de-l-electricite/prix-du-kwh-d-electricite/prix-de-l-electricite-differences-entre-renouvelable-et-thermique#:~:text=Pour%20l%27éolien%20terrestre%2C%20le,entre%2057%20et%2071€>).

Energie	Taux de retour énergétique (TRE)	Coûts de production (en euros/MWh)
Eolien terrestre	18:1	De 50 €/MWh à 71 €/MWh
Photovoltaïque	De 4:1 à 10:1	De 61 €/MWh à 104 €/MWh
Hydroélectricité	De 11:1 à 267:1	De 33 €/MWh à 49 €/MWh
Géothermie	De 2:1 à 13:1	De 38 €/MWh à 62 €/MWh
Hydroélectricité	De 11:1 à 267:1	De 33 €/MWh à 49 €/MWh

Tableau 1 : Coût de production des énergies renouvelables (Dixie, 2005)

II.5 - Le plan économique, indissociable des réflexions en agriculture

Le plan économique ne peut pas être considéré détaché des autres solutions ; il est un point à part entière à prendre en compte dans toutes les réflexions de mise en place des autres idées déjà évoquées, et en est d'ailleurs souvent un driver ou levier. L'objectif principal des agriculteurs peut en effet être la maximisation du profit de leurs exploitations. Les solutions proposées ne seront donc adoptées que lorsqu'elles présentent un intérêt économique et un niveau de risque moindre pour les agriculteurs. Afin de réduire cette aversion au risque de perte, il est important de mettre en place des outils visant à augmenter et à sécuriser les niveaux de production, et à améliorer le revenu des agriculteurs (Bianco et al., 2019).

L'agrivoltaïsme tel que défini permet aux agriculteurs de diversifier leurs sources de revenus (réduction du risque) en leur offrant la possibilité de produire et de vendre de l'électricité solaire. Il repose sur un modèle économique qui associe les agriculteurs et les fournisseurs d'énergie solaire dans un partenariat gagnant-gagnant. Cela confère aux terres une double fonction : produire de la nourriture et de l'électricité verte. Dans les termes des contrats, il est noté que les fournisseurs installent et entretiennent les panneaux solaires sur les terres agricoles moyennant un loyer versé aux agriculteurs. Pour les agriculteurs, ce loyer (500 à 10 000 euros/ha/an) représente une source de revenus stable et sécurisée qui peut donc réduire certains risques (aléas des marchés agricoles et climatiques). Après la mise en place du projet, il est noté que les agriculteurs peuvent aussi bénéficier d'autres avantages. En effet, il est possible pour ces derniers d'utiliser une partie de l'électricité pour satisfaire certains besoins énergétiques de l'exploitation agricole. Pour les animaux, l'installation des panneaux solaires au-dessus des pâturages pourrait améliorer leur bien-être. En effet, ces panneaux créent de l'ombrage sous l'effet du soleil. Les animaux pourraient s'installer en dessous et se protéger contre la chaleur et le stress thermique. Cela augmente leur

productivité et la qualité du lait et de la viande destinées à la vente (augmentation des revenus). On peut alors comprendre aisément l'attrait de ces solutions pour nombre d'exploitants. Cela explique aussi pourquoi le parti pris dans notre étude n'est pas d'aller à l'encontre totale de ces installations photovoltaïques, mais plutôt de proposer un accompagnement et s'assurer du moins d'impacts négatifs possibles.

Pour les autres solutions, on peut mettre l'accent sur la gestion des haies dans la cadre de pratiques s'approchant de l'agroforesterie. Le coût supporté par les agriculteurs pour l'implantation des haies est élevé. Il est estimé de 6 à 15 euros/100 mètres linéaires pour l'implantation et de 10 à 30 euros/100 mètres linéaire/an pour l'entretien. La gestion des haies nécessite donc de faire des dépenses sans rendement agricole (bois d'énergie, bois d'œuvre) ni rendement financier car le cycle de production est long en comparaison à des cultures annuelles. Par conséquent, les pertes de revenu à court terme empêchent souvent les agriculteurs de s'investir dans ces pratiques. Des politiques d'aides financières ont été adoptées pour minimiser les risques et accompagner les agriculteurs pour planter des haies. La politique la plus récente est le projet de loi de finance 2024 qui prévoit une enveloppe de 45 M€ de crédit de paiement et 110 M€ d'autorisation d'engagement. Au niveau local (chambre d'agriculture), il existe aussi des soutiens financiers pour inciter les agriculteurs à planter des haies. Dans le contexte de cette étude, les agriculteurs pourront être accompagnés par ces structures. Il reste alors à mieux diffuser l'information de l'existence de ces aides, pour pousser les agriculteurs à y avoir recours, et garder des haies déjà existantes ou en planter de nouvelles.

II.6 - Renforcer la sensibilisation des acteurs et communiquer sur le besoin de nouveaux acteurs : une suite logique et nécessaire pour un compromis des usages intelligent

Les propositions de solutions émises ci-dessus doivent impérativement être pensées conjointement. En effet, implanter du photovoltaïque ne peut rester peu impactant sur l'environnement que si le concept de land sharing- land sparing y est associé. Les intérêts économiques des agriculteurs ne peuvent également pas être négligés. Un effort sur la conservation des espèces parapluie, réalisé de front avec le reste des actions proposées, est également nécessaire. Cependant, il émerge le besoin de concilier ces différentes actions, sous différents formats, et en impliquant différents acteurs pour pouvoir les mener à bien.

La solution principale se tourne de façon assez évidente vers une éducation des populations locales sur les enjeux discutés. La création de formations dédiées aux différents publics concernés (décideurs locaux, agriculteurs, populations, acteurs de conservation de la biodiversité dans les parcs etc.) doit avoir lieu, et être financée par les collectivités locales, la région... Il est en effet avéré que la formation reste l'un des meilleurs leviers pour agir localement sur des problèmes liés à la biodiversité. En plus de formations actives, la mise en place d'une meilleure communication sur les enjeux et les solutions discutées est nécessaire. Il s'agira de communiquer localement, mais également aux acteurs décideurs, pour obtenir les financements nécessaires pour mener à bien la conciliation des solutions ici

amenées.

Il est également important d'avoir des collectivités qui communiquent plus et mieux sur les ressources de leurs territoires, dans un but d'augmenter l'attractivité en termes de tourisme dans le PNR, valorisation des produits, valorisation des terres à reprendre, conservation de biodiversité etc.

L'accent doit donc selon nous être mis sur différents points que l'on résume ainsi :

- Sensibiliser, communiquer et informer les différents acteurs sur les problématiques actuelles et enjeux : en termes de biodiversité, pérennité des territoires, besoins économiques des agriculteurs, solutions agrivoltaïques, conservation de la biodiversité...
- Avoir une meilleure implication des décideurs dans les collectivités pour réaliser des choix éclairés à propos des zones d'accélération et d'exclusion des activités agricoles intensives et production d'EnR : cela passe par la création de comités d'experts et de comités d'usagers, qui pourront concilier leurs connaissances précises scientifiques et du territoire pour faire des propositions concrètes et pertinentes, et choisir les meilleurs compromis pour les écosystèmes et les acteurs considérés.

Certaines propositions plus concrètes s'articulent autour de l'idée que les agriculteurs, bien qu'acteurs au centre des débats et décisions sur ces concepts, ne doivent pas voir leurs responsabilités démultipliées. Ils ne doivent en tout cas pas à notre sens être les seuls responsables de toutes les problématiques citées précédemment. On amène ainsi quelques idées pour éviter trop de pression sur les agriculteurs seuls. Il est par exemple nécessaire de promouvoir une "culture de la haie et du bocage" dans ces territoires (à l'exemple de la Normandie ou la Bretagne) : les populations et collectivités locales doivent s'emparer des ressources et de l'entretien potentiel des haies, mais également de la communication sur leurs avantages et les multiples services qu'elles procurent, pour à terme les rendre ineffaçables et indissociables du paysage et des territoires. Les collectivités doivent être saisies par les scientifiques concernés du territoire, pour financer et mettre en place des actions de sensibilisation (communication, formations) nouvelles, auprès du public, des agriculteurs, des élus. Mais il ne s'agit pas que d'organiser quelques événements, mais à terme et pour suivre l'idée que l'agriculteur ne doit (et ne peut) pas être le seul acteur de ces changements, il est nécessaire que les collectivités s'organisent pour créer de nouveaux postes et/ou métiers, dédiés à un meilleur fonctionnement du système local pour répondre aux demandes nationales. Il s'agira de recruter des personnes très axés biodiversité, étude d'impact, remédiation... mais aussi potentiellement des chargés de communication et des personnes formées à interagir avec les politiques à différentes échelles (locale, régionale, nationale).

III - PERSPECTIVES

A la lumière de ces nombreuses suggestions, il apparaît que la responsabilité du maintien d'un bon équilibre des écosystèmes du PNR de Millevaches, problématique qui peut finalement s'élargir à de nombreux autres territoires en France connaissant les mêmes types de pressions, ne peut reposer que sur les acteurs locaux.

Il est essentiel que les collectivités locales s'engagent, mais il semble compromis que cela soit suffisant ou optimal. La création d'emplois ou la revalorisation des territoires, mentionnées précédemment, ne peuvent probablement réellement aboutir que si des acteurs régionaux et nationaux s'engagent également. Il apparaît nécessaire la création (ou l'ajout) de caractéristiques spécifiques pour les parcs naturels régionaux, zones supposément protégées et territoires de sauvegarde du patrimoine, entre autres naturels et paysagers, ce qui doit être fait à l'échelle nationale. Malgré tout, la loi APER ne mentionne pas d'exception faites à ces zones, qui vont également devoir et/ou pouvoir faire partie des zones d'accélération pour les EnR mentionnées. Les agriculteurs dans ces zones peuvent donc prétendre à l'installation de structures agrivoltaïques, alors même que celles-ci peuvent s'avérer très défavorables pour le maintien d'une biodiversité caractéristique des milieux du PNR. Est-il alors question d'instaurer une politique plus stricte nationale par rapport à l'APER (quelles zones cibles, quelles zones non prises en compte dans les obligations...), ou de rigidifier la définition des PNR pour en faire des zones réellement protégées de ce type d'initiatives disruptives ? A défaut d'avoir des limites mises en place aujourd'hui, la création de comités d'experts doit donc intervenir à l'échelle locale, mais ne devrait pas non plus s'y limiter. On se propose également d'amener sur le devant de la scène des lacunes de connaissances scientifiques par rapport aux espèces parapluies mentionnées : la mise en place de projets de recherche nationaux dédiés semble nécessaire sur des sujets reliés aux services écosystémiques. En effet, il pourrait s'avérer très utile de mieux caractériser les comportements de consommation des ravageurs par les chauves-souris par exemple, pour développer des politiques de conservation plus ciblées, qui pourraient permettre à plus long terme une meilleure gestion des impacts négatifs des ravageurs sur les cultures. Cela pourrait permettre de tendre vers des pratiques agricoles moins consommatrices en pesticides et donc moins polluantes et plus vertueuses, ce qui est très pertinent dans un contexte de volonté de réduction des pressions et pollutions anthropiques sur les milieux.

Se posent également des questions plus ouvertes par rapport aux problématiques initiales. Bien que la question des revenus soit indissociable de ces réflexions, est-il impossible d'imaginer un retournement, au moins partiel, du paradigme actuel de la course au rendement, au revenu et à la taille des exploitations etc. ? Gagner plus veut-il nécessairement dire gagner mieux, et vivre mieux en tant qu'agriculteur ? Dans quelle mesure est-il possible d'envisager un retour à des modèles de plus petites parcelles, plus

respectueuses de l'environnement, mais aussi de la santé des agriculteurs ? Quelle implication de l'Etat (en termes de subventions, mais aussi d'éducation à l'échelle nationale) est nécessaire pour que ces changements puissent réellement être considérés ? Quelle implication de l'Etat peut réellement être envisagée en lumière de ces multiples problématiques ? La course à la mécanisation est-elle si vertueuse, et va-t-elle nécessairement dans le bon sens quant aux volontés nationales de réduction des émissions et de l'empreinte carbone ? Y-at-il d'autres solutions pouvant être envisagées pour aller vers une meilleure sobriété des installations, tout en répondant aux demandes nationales, mais également aux besoins des acteurs locaux ?

L'interdisciplinarité des réflexions à ces sujets est absolument indispensable, étant donné leur nature très politique, mais également très technique dans les domaines de l'écologie, de l'énergie, de l'économie et de la sociologie. Une consultation nationale pourrait ainsi s'avérer très enrichissante à propos de ces sujets.

BIBLIOGRAPHIE

- Aizpurua, O., Budinski, I., Georgiakakis, P., Gopalakrishnan, S., Ibañez, C., Mata, V., Rebelo, H., Russo, D., Szodoray-Parádi, F., Zhelyazkova, V., 2018. Agriculture shapes the trophic niche of a bat preying on multiple pest arthropods across Europe: Evidence from DNA metabarcoding. *Molecular ecology* 27, 815–825.
- Alcalde, J.T., Martínez, I., Zaldua, A., Antón, I., 2017. Conservación de colonias reproductoras de murciélagos cavernícolas mediante refugios artificiales. *Journal of Bat Research and Conservation*.
- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global change biology* 8, 1–16.
- Baroja, U., Garin, I., Aihartza, J., Arrizabalaga-Escudero, A., Vallejo, N., Aldasoro, M., Goiti, U., 2019. Pest consumption in a vineyard system by the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*). *PLoS One* 14, e0219265.
- Baudry, J., Jouin, A., 2003. De la haie aux bocages : organisation dynamique et gestion, Espaces Ruraux (FRA). INRA Editions, Paris.
- Beillouin, D., Ben-Ari, T., Makowski, D., 2019. Evidence map of crop diversification strategies at the global scale. *Environmental Research Letters* 14, 123001.
- Bianco, S.D., Arfa, N.B., Ghali, M., Turpin, É., Daniel, K., 2019. Les coopératives agricoles dans la transition écologique des agriculteurs. Les dispositifs de preuve de l'intérêt économique. *Économie rurale* 75–93.
- Bureau, J.-C., François, D., Christian, C., Elyne, E., Michel, D., Jacques, M., Mathilde, B., 2022. Les prairies et l'élevage des ruminants au coeur de la transition agricole et alimentaire.
- Calcagno, V., David, P., Jarne, P., Massol, F., 2023. Coevolution of species colonisation rates controls food-chain length in spatially structured food webs. *Ecology Letters* 26, S140–S151. <https://doi.org/10.1111/ele.14263>
- Castle, S.E., Miller, D.C., Ordonez, P.J., Baylis, K., Hughes, K., 2021. The impacts of agroforestry interventions on agricultural productivity, ecosystem services, and human well-being in low-and middle-income countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews* 17, e1167.
- Clare, E.L., Symondson, W.O., Broders, H., Fabianek, F., Fraser, E.E., MacKenzie, A., Boughen, A., Hamilton, R., Willis, C.K., Martinez-Nuñez, F., 2014. The diet of *Myotis lucifugus* across Canada: assessing foraging quality and diet variability. *Molecular Ecology* 23, 3618–3632.
- Culliney, T.W., 2014. Crop losses to arthropods. *Integrated Pest Management: Pesticide Problems*, Vol. 3 201–225.
- Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., Tigchelaar, M., Battisti, D.S., Merrill, S.C., Huey, R.B., Naylor, R.L., 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361, 916–919.
- Dixie, G., 2005. Horticultural marketing. *Marketing Extension Guide (FAO)*.
- Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P., Balmford, A., 2005. Farming and the fate of wild nature. *science* 307, 550–555.
- Grimaud, R., 2019. Dynamique des populations de Culicoides à l'île de La Réunion, moucheron vecteurs d'orbiviroses (phdthesis). Université de la Réunion.

- Kunz, T.H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobo, T., Fleming, T.H., 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223, 1–38.
- Kunz, T.H., Whitaker, J., Wadanoli, M., 1995. Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. *Oecologia* 101, 407–415.
- Maine, J.J., Boyles, J.G., 2015. Land cover influences dietary specialization of insectivorous bats globally. *Mammal Research* 60, 343–351.
- Notteghem, P., 1987. Incidences de la structure d'un bocage sur l'avifaune au cours d'un cycle annuel (Autunois/Charolais). *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 42, 97–105. <https://doi.org/10.3406/revec.1987.6256>
- Oerke, E.-C., 2006. Crop losses to pests. *The Journal of agricultural science* 144, 31–43.
- Paczuska, M., Jaskuła, R., Golawski, A., 2021. Diet composition and prey choice by the Great Grey Shrike *Lanius excubitor* during the non-breeding period: comparing two methods of diet analysis. *Bird Study* 68, 183–189. <https://doi.org/10.1080/00063657.2021.1976103>
- Reulier, R., Delahaye, D., Viel, V., Preux, T., 2015. L'érosion des sols sévit aussi dans le bocage! *Faune Sauvage* p-43.
- Roberge, J.-M., Angelstam, P., 2004. Usefulness of the Umbrella Species Concept as a Conservation Tool. *Conservation Biology* 18, 76–85. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00450.x>
- Rubino, R., Sepe, L., Dimitriadou, A., Gibon, A., 2006. *Livestock farming systems: Product quality based on local resources leading to improved sustainability*. Wageningen Academic Publishers.
- Russo, D., Bosso, L., Ancillotto, L., 2018. Novel perspectives on bat insectivory highlight the value of this ecosystem service in farmland: Research frontiers and management implications. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 266, 31–38.
- Sandor, A.D., Maths, I., Sima, I., 2004. Hunting behaviour and diet of migratory Woodchat Shrikes (*Lanius senator*) in Eastern Romania. *Biol Lett* 41, 167–173.
- Taboury, F. (2018). PRA en faveur de la Pie-grièche grise et de la Pie-grièche à tête rousse en Limousin Année 2018. LPO Limousin.
- Vallejo, N., Aihartza, J., Goiti, U., Arrizabalaga-Escudero, A., Flaquer, C., Puig, X., Aldasoro, M., Baroja, U., Garin, I., 2019. The diet of the notch-eared bat (*Myotis emarginatus*) across the Iberian Peninsula analysed by amplicon metabarcoding. *Hystrix* 30, 59.
- Viglino, A., Caniglia, R., Ruiz-Gonzalez, A., Russo, D., Galaverni, M., Toffoli, R., Culasso, P., De Bernardi, P., Patriarca, E., Agnelli, P., 2016. What can we learn from faeces? Assessing genotyping success and genetic variability in three mouse-eared bat species from non-invasive genetic sampling. *Hystrix* 27, 150.
- Wenny, D.G., Devault, T.L., Johnson, M.D., Kelly, D., Sekercioglu, C.H., Tomback, D.F., Whelan, C.J., 2011. The need to quantify ecosystem services provided by birds. *The auk* 128, 1–14.
- Wickramasinghe, L.P., Harris, S., Jones, G., Vaughan, N., 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied ecology* 40, 984–993.