



LIFE19/NAT/FR/000828

LIVRABLE Action D1a

Suivi de la connectivité écologique

Un projet porté par :



financé par :



soutenu par :



Auteurs

ADASEA du Gers : Aurélie BELVEZE, Herivanona RAMIAKATRARIVONY

Structure

ADASEA du Gers

Crédit Photo

Relecture

RESUME EN ANGLAIS

This study presents the assessment of ecological connectivity evolution for Agro Pastoral Open Environments (APOEs) between 2020 and 2025, as part of the LIFE Coteaux Gascons project. Two complementary analysis methods are used : graph theory with Graphab for ecological connectivity modelling, and landscape fragmentation analysis with Fragscape based on Jaeger's effective mesh size. These analyses are applied to harmonised land cover layers reclassified into six ecological sub-networks at 20 m resolution.

The Graphab analysis reveals strong spatial heterogeneity, with a clear contrast between the southern Astarac sector, where carrying capacity and Betweenness Centrality (BC) values are high, and the northern Armagnac sector, where connectivity remains constrained by a crop-dominated matrix. Human activity, particularly intensive agriculture in Armagnac, aggravates the fragmentation of agropastoral habitats and limits species movements across the landscape.

Between 2020 and 2025, both indicators improved significantly, with new structuring nodes emerging in restored areas. The analysis of 25 km² sample cells shows that restoration effectiveness is strongly context-dependent: heavily restored cells within corridors or high-APOEs-density zones display significant gains, while cells outside these structures show only localised improvements. The Equivalent Connectivity index (EC) increased from 31,108 ha in 2020 to 42,907 ha in 2025 (+38.0%), exceeding the programme's +20% connectivity target. This result reflects both the expansion of MOAP areas across the territory and, most significantly, the structural network effect produced by LIFE restoration actions. The Fragscape results confirm these trends, with a clear decrease in fragmentation in Astarac and more limited progress in Armagnac.

Therefore, the study highlights that restoration actions contribute meaningfully to improving ecological connectivity, with greatest efficiency where they reinforce already-structured landscapes, maximizing the positive impact of the LIFE Coteaux Gascons project on the preservation of biodiversity and the sustainability of local ecosystems.

TABLE DES MATIERES

I.	Introduction	5
A.	Objectif de l'action	5
B.	Connectivité écologique	5
II.	Méthodologie.....	6
A.	Création des couches d'occupation du sol 2020 et 2025.....	6
1)	Données mobilisées	6
2)	Reclassification en 6 sous-trames	7
B.	Modélisation des réseaux écologiques et mesure de la connectivité paysagère avec GRAPHAB .	9
1)	GRAPHAB.....	9
2)	Définition de la perméabilité des milieux	9
3)	Nœuds et liens.....	10
4)	Échelles d'analyse	11
C.	Modelisation de la fragmentation du paysage avec fragscape	13
1)	Les indicateurs de fragmentation	13
2)	Paramétrage de Fragscape.....	13
III.	Résultats.....	15
A.	Occupation du sol	15
1)	Évolution de l'occupation du sol entre 2020 et 2025.....	15
2)	Les milieux agro-pastoraux sur le territoire	17
B.	Analyse de la capacité d'accueil, de l'indice BC et des chemins de moindre coût	21
1)	À l'échelle du territoire LIFE.....	21
2)	Analyse sur les mailles de 25 km²	23
C.	Évolution de la fragmentation du paysage entre 2020 et 2025	31
IV.	Discussion et conclusion	33
A.	Limites de l'étude	33
B.	Conclusion	33
V.	Bibliographie.....	34
VI.	Annexe.....	35

I. INTRODUCTION

A. OBJECTIF DE L'ACTION

Le présent livrable **D1a** s'inscrit dans le cadre du projet LIFE Coteaux Gascons, porté par l'ADASEA 32. Il a pour objectif d'évaluer l'évolution de la connectivité écologique sur le territoire du LIFE entre 2020 (état initial) et 2025 (état final), afin de mesurer l'impact des actions de restauration conduites durant le programme.

Cette évaluation repose sur une approche spatiale quantifiée, combinant la modélisation de réseaux écologiques par graphes paysagers et l'analyse de la fragmentation du paysage. Elle permet d'apporter des éléments de réponse objectifs et mesurables sur l'efficacité des interventions menées, en s'appuyant sur des indicateurs reconnus dans la littérature scientifique et les politiques publiques de biodiversité.

Le territoire des Coteaux Gascons présente en effet des enjeux écologiques majeurs : un paysage agricole fortement dominé par les grandes cultures, des habitats semi-naturels fragmentés et en régression, et des corridors écologiques fragilisés par des décennies d'intensification agricole. Dans ce contexte, les actions du LIFE visent à recréer des continuités écologiques fonctionnelles entre les réservoirs de biodiversité du territoire.

B. CONNECTIVITE ECOLOGIQUE

La **connectivité écologique** désigne la capacité d'un paysage à permettre le déplacement des espèces animales et végétales entre différents habitats. Elle est aujourd'hui reconnue comme un enjeu fondamental pour la préservation de la biodiversité, en particulier dans des paysages agricoles fragmentés où les habitats naturels et semi-naturels sont réduits à des îlots isolés au sein d'une matrice hostile.

Elle repose sur deux composantes structurelles complémentaires qui, ensemble, forment la Trame Verte et Bleue telle que définie par la législation française (Loi Grenelle II, 2010) :

- Les **réservoirs de biodiversité** sont des espaces naturels ou semi-naturels suffisamment vastes et de qualité pour abriter des populations d'espèces viables à long terme. Ils constituent les nœuds du réseau écologique, points de départ et d'arrivée des flux biologiques.
- Les **corridors écologiques** relient ces réservoirs entre eux et permettent aux espèces de circuler à travers le paysage. Ils peuvent prendre plusieurs formes selon la configuration du territoire :
 - Corridor linéaire (ou continu) : continuité physique ininterrompue entre deux réservoirs : haie bocagère, ripisylve, bande enherbée, offrant les conditions de déplacement les plus favorables.
 - Corridor en "pas japonais" (ou discontinu) : succession d'îlots-relais suffisamment proches les uns des autres pour que les espèces puissent franchir les espaces intermédiaires. C'est la forme de corridor la plus répandue sur le territoire des Coteaux Gascons, où les MOAP jouent précisément ce rôle de stepping stones entre les grands réservoirs.
 - Corridor paysager (ou matrice paysagère) : espaces plus diffus, où c'est la perméabilité globale du paysage qui assure la connectivité, sans continuité linéaire identifiable.

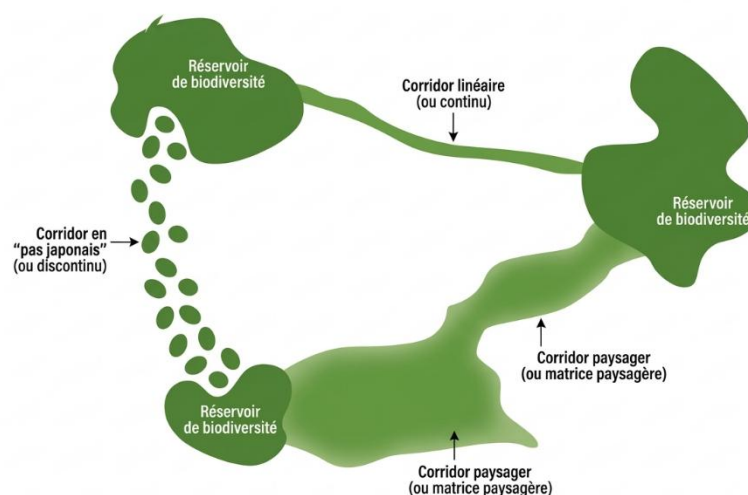


Figure 1 : Schématisation de la connectivité écologique
Source : ADASEA du Gers

La **connectivité écologique** est ainsi la résultante de l'interaction entre ces deux composantes : elle n'existe pleinement que lorsque des habitats de qualité sont reliés entre eux par des corridors praticables. Toute rupture dans cette trame (route, zone urbanisée, parcelle cultivée sans couvert naturel) constitue un obstacle potentiel aux déplacements et peut entraîner l'isolement génétique des populations, leur appauvrissement progressif, voire leur disparition locale.

Dans un territoire comme les Coteaux Gascons, où la matrice agricole occupe une part prépondérante de l'espace, le maintien et la restauration de la connectivité passent nécessairement par une amélioration de la perméabilité de cette matrice. C'est précisément l'ambition des actions engagées dans le cadre du LIFE, en favorisant le retour de milieux ouverts agropastoraux qui renforcent les corridors existants et créent de nouveaux liens fonctionnels entre les réservoirs de biodiversité du territoire.

II. METHODOLOGIE

A. CREATION DES COUCHES D'OCCUPATION DU SOL 2020 ET 2025

La construction des couches d'occupation du sol constitue le socle de l'ensemble de l'analyse de connectivité. Deux états temporels ont été produits : 2020 (état de référence au démarrage du programme LIFE) et 2025 (état final intégrant les travaux de restauration réalisés). Cette approche évolutive permet d'estimer objectivement les changements induits par le projet.

1) DONNEES MOBILISEES

Occupation du sol à grande échelle 2019 (OCSGE, IGN) : base de référence pour l'occupation générale du sol. Cette couche nationale, produite par l'Institut Géographique National, décrit l'occupation et l'utilisation du sol à partir d'une combinaison de télédétection et de photo-interprétation. Elle constitue le fond cartographique de base sur lequel les autres sources ont été superposées et hiérarchisées.

Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2020 et 2024 : permettant d'identifier les cultures et prairies déclarées à la PAC. Le RPG recense l'ensemble des îlots cultureux déclarés par les exploitants agricoles dans le cadre des aides de la Politique Agricole Commune. Il permet de distinguer avec précision les grandes cultures annuelles et les prairies, et constitue une source indispensable pour caractériser la matrice agricole du territoire à deux dates clés du programme.

Couche Gwern (ADASEA 32) : inventaire des zones humides du Gers, permettant de localiser les prairies humides et/ou inondables.

MOAP photo-interprétés par l'ADASEA du Gers en 2021 : cartographie des Milieux Ouverts Agropastoraux réalisée à partir d'une interprétation visuelle des orthophotos. Ce travail, conduit spécifiquement dans le cadre du LIFE Coteaux Gascons, a permis de cartographier avec un niveau de détail et de précision supérieur à celui des sources nationales génériques.

Travaux d'ouverture et de réimplantation de prairies LIFE : couches géographiques issues du suivi des chantiers LIFE, intégrant l'ensemble des parcelles ayant fait l'objet d'une intervention de restauration durant le programme. Ces données sont essentielles pour construire la couche 2025 et quantifier l'évolution des habitats entre les deux dates.

Engagements en CPRA (Création de prairies) des MAEc (2023-2025) : parcelles sous contrat à valeur environnementale reconnue dans le cadre des Mesures Agroenvironnementales et Climatiques engagées par les gestionnaires LIFE. Ces engagements garantissent un mode de gestion favorable à la biodiversité sur les parcelles concernées et ont été intégrés à la couche d'occupation du sol pour mieux refléter la réalité écologique du territoire.

2) RECLASSIFICATION EN 6 SOUS-TRAMES

L'ensemble de ces données, issues de sources hétérogènes avec des nomenclatures différentes, a dû être harmonisé avant tout traitement. Chaque couche a donc été reclassifiée (tableau ci-dessous) selon un schéma commun structuré en 6 sous-trames écologiques, qui correspondent aux grands types de milieux présents sur le territoire des Coteaux Gascons :

- **Les milieux urbanisés**, regroupant les zones bâties et les routes ;
- **Les milieux aquatiques**, comprenant les plans d'eau ;
- **Les milieux boisés**, incluant les forêts et les bosquets ;
- **Les milieux herbacés**, correspondant aux espaces verts en contexte urbain ;
- **Les cultures**, représentant la matrice agricole dominante du territoire ;
- **Les milieux agropastoraux**, regroupant l'ensemble des prairies et pelouses, qui constituent la sous-trame cible du programme LIFE.

Cette reclassification a ensuite permis de fusionner toutes les sources en une seule couche homogène, convertie en **raster à une résolution de 20 mètres**. Ce choix de résolution permet d'alléger significativement les temps des traitements informatiques tout en restant suffisamment précis pour une analyse de connectivité à l'échelle du territoire. Plusieurs sources se superposaient sur une même zone, une règle de priorité a été appliquée : l'OCS GE 2019 constitue le fond de base sur lequel les autres couches ont été superposées, les données les plus récentes et les plus précises écrasant systématiquement les informations génériques. Ainsi, les données issues des suivis terrain du LIFE ont été intégrées en priorité, car elles reflètent au plus près la réalité du territoire à la date de l'analyse.

Tableau des codes de la nouvelle couche d'occupation du sol détaillée :

Code	Base de données	Légende	Sous-trame	Nouveau code
CS1.1.1.1	OCS GE 2019	Zones bâties	Sous-trame milieux urbanisés	1
CS1.1.1.2	OCS GE 2019	Zones non bâties (routes, places, parking...)	Sous-trame milieux urbanisés	1
CS1.1.2.1	OCS GE 2019	Zones à matériaux minéraux (pierre-terre, voies ferrées, pistes forestières, chemins empierrés, chantiers, carrières, salines...)	Sous-trame milieux urbanisés	1
CS1.1.2.2	OCS GE 2019	Zones à autres matériaux composites (décharge...)	Sous-trame milieux urbanisés	1
CS1.2.1	OCS GE 2019	Sols nus (sables, pierres meubles, rochers saillants...)	Sous-trame milieux urbanisés	1
CS1.2.2	OCS GE 2019	Surfaces d'eau (continentale et maritime)	Sous-trame milieux aquatiques	2
CS2.1.1.1	OCS GE 2019	Peuplements de feuillus : Forêts	Sous-trame milieux boisés	3
CS2.1.1.2	OCS GE 2019	Peuplements de conifères : Forêts	Sous-trame milieux boisés	3
CS2.1.1.3	OCS GE 2019	Peuplements mixtes : Forêts	Sous-trame milieux boisés	3
CS2.1.2	OCS GE 2019	Formations arbustives et sous-arbrisseaux (landes basses, formations arbustives organisées...)	Sous-trame milieux boisés	3
CS2.1.3	OCS GE 2019	Autres formations ligneuses (vignes et autres lianes)	Sous-trame cultures	5
CS2.2.1	OCS GE 2019	Formation herbacées	Sous-trame milieux herbacés	4
CODE_GROUPE = 1	RPG 2020-2024	Blé tendre	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 2	RPG 2020-2024	Maïs grain et ensilage	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 3	RPG 2020-2024	Orge	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 4	RPG 2020-2024	Autres céréales	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 5	RPG 2020-2024	Colza	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 6	RPG 2020-2024	Tournesol	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 7	RPG 2020-2024	Autres oléagineux	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 8	RPG 2020-2024	Protéagineux	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 9	RPG 2020-2024	Plantes à fibres	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 11	RPG 2020-2024	Gel	Sous-trame milieux agropastoraux	6
CODE_GROUPE = 15	RPG 2020-2024	Légumineuses à grains	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 16	RPG 2020-2024	Fourrage	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 17	RPG 2020-2024	Estives et landes	Sous-trame milieux agropastoraux	6
CODE_GROUPE = 18	RPG 2020-2024	Prairies permanentes	Sous-trame milieux agropastoraux	6
CODE_GROUPE = 19	RPG 2020-2024	Prairies temporaires	Sous-trame milieux agropastoraux	6
CODE_GROUPE = 20	RPG 2020-2024	Vergers	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 21	RPG 2020-2024	Vignes	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 22	RPG 2020-2024	Fruits à coque	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 24	RPG 2020-2024	Autres cultures industrielles	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 25	RPG 2020-2024	Légumes ou fleurs	Sous-trame cultures	5
CODE_GROUPE = 28	RPG 2020-2024	Divers	Sous-trame milieux herbacés	4
/	moap_life	Milieux agropastoraux	Sous-trame milieux agropastoraux	6
/	Gwern	Prairies humides, prairies inondables	Sous-trame milieux agropastoraux	6
/	MAEc	CPRA	Sous-trame milieux agropastoraux	6

B. MODELISATION DES RESEAUX ECOLOGIQUES ET MESURE DE LA CONNECTIVITE PAYSAGERE AVEC GRAPHAB

1) GRAPHAB



La modélisation des réseaux écologiques et la mesure de la connectivité paysagère ont été réalisées avec le logiciel Graphab, développé par Gilles Vuidel et Jean-Christophe Foltête au laboratoire ThéMA (Université de Franche-Comté, CNRS), dans le cadre du programme ITTECOP financé par le ministère de l'Écologie. Il s'agit d'un outil libre (licence GPL) qui réunit au sein d'une même interface la construction des graphes paysagers, leur visualisation et le calcul des métriques de connectivité.

Un **graphe paysager** est constitué d'un ensemble de **nœuds** (les taches d'habitat) reliés par des **liens** (les chemins de déplacement potentiels). La théorie des graphes, discipline mathématique et informatique sur laquelle repose cet outil, permet ainsi de représenter le territoire comme un réseau et d'analyser les relations entre ses éléments.

Graphab distingue deux types de graphes. Un graphe est dit connexe lorsque tous les nœuds sont interconnectés, c'est-à-dire qu'une espèce peut théoriquement se déplacer de n'importe quelle tache à une autre. À l'inverse, un graphe non connexe est constitué de plusieurs composantes indépendantes entre lesquelles les déplacements ne sont pas possibles, car la distance ou le coût pour les rejoindre est trop élevé. Plus le nombre de composantes est important, plus le territoire est considéré comme fragmenté.

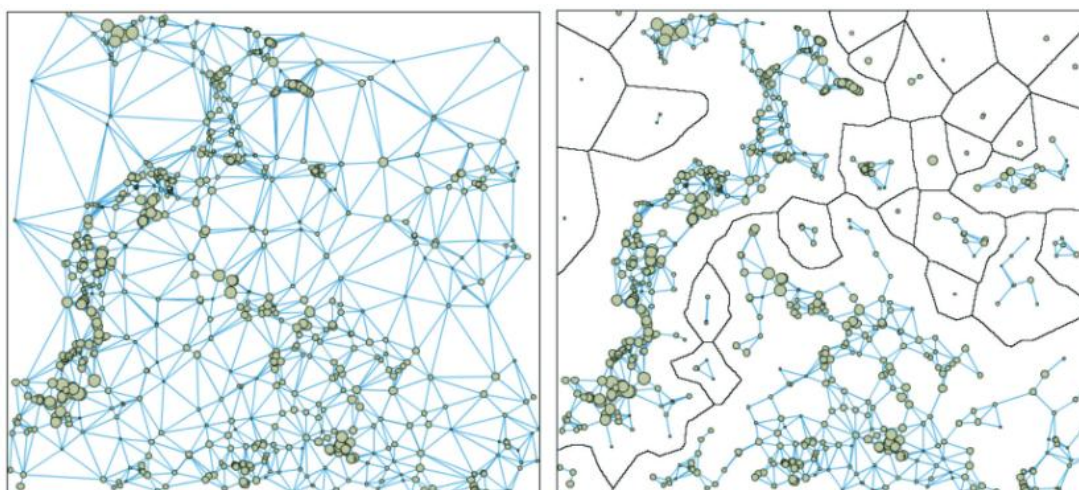


Figure 2 : Les types de graphes avec Graphab (à gauche : un graphe connexe où tous les nœuds sont connectés ensemble ; à droite : un graphe non connexe constitué de plusieurs sous-graphes indépendants (appelés composantes).
Source : Fiche 1. Introduction à Graphab (Céline Clauzel, Carole Gaber, Claire Godet)

2) DEFINITION DE LA PERMEABILITE DES MILIEUX

La perméabilité d'un milieu traduit sa capacité à faciliter ou à freiner le déplacement des espèces. Elle est formalisée dans Graphab par une valeur de résistance attribuée à chaque classe d'occupation du sol, plus cette valeur est élevée, plus le milieu est considéré comme hostile au déplacement. Il est important de bien contraster ces valeurs entre elles afin que les différences de perméabilité entre milieux soient correctement prises en compte dans les calculs.

Dans cette étude, les valeurs de résistance suivantes ont été retenues :

Valeur du pixel (Classe)	Sous-trame	Habitat	Valeur de résistance (= Coût)
1	Milieus urbanisés	Barrière	10000
2	Milieus aquatiques	Très défavorable	1000
3	Milieus boisés	Défavorable	100
4	Milieus herbacés	Favorable	10
5	Cultures	Défavorable	100
6	Milieus agropastoraux	Habitat	1

Les milieux agropastoraux constituent l'habitat cible de l'étude et se voient attribuer la valeur de résistance la plus faible. À l'opposé, les milieux urbanisés sont considérés comme des barrières infranchissables pour les espèces.

3) NŒUDS ET LIENS

a. Les nœuds

Dans le graphe paysager, les nœuds correspondent aux tâches d'habitat favorables, c'est-à-dire aux patches de milieux agropastoraux identifiés dans la couche d'occupation du sol. La taille minimale d'un patch retenue dans cette étude est de **0,3 ha**, définie à dire d'experts. Il existe plusieurs indicateurs (Annexe 1), mais dans notre cas, chaque nœud sera associé à deux indicateurs :

- La **capacité d'accueil** exprime directement la surface de la tâche d'habitat. Elle permet d'identifier les zones où le potentiel d'accueil des espèces est le plus important et constitue le poids de chaque nœud dans le calcul des indices de connectivité. Elle est représentée sur les cartes par la **taille des cercles** associés à chaque nœud.
- L'**indice BC (Betweenness Centrality)** mesure l'importance d'un nœud comme relais dans le réseau écologique. Il comptabilise le nombre de fois où une tâche est empruntée dans les chemins de dispersion les plus efficaces entre toutes les paires de nœuds du territoire. Un indice BC élevé signale un nœud critique pour la cohérence globale du réseau : sa disparition ou sa dégradation entraînerait des conséquences importantes sur la connectivité d'ensemble. Il est représenté sur les cartes par la **couleur des cercles**, allant du rouge pour les valeurs les plus faibles au vert foncé pour les valeurs élevées.

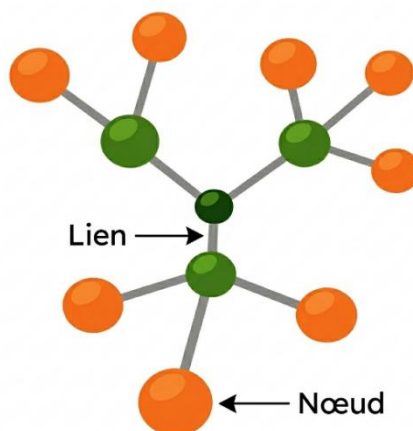


Figure 3 : Schéma simplifié d'un réseau écologique avec nœuds et liens.
Sources : ADASEA du Gers

En complément des indicateurs à l'échelle des nœuds (capacité d'accueil, indice BC), l'indice de **connectivité équivalente (EC)** a été calculé à l'échelle de l'ensemble du territoire LIFE pour 2020 et 2025. Exprimé en unité de surface, il mesure la quantité d'habitat fonctionnellement atteignable dans le paysage en tenant compte à la fois de la surface totale des taches d'habitat et des connexions entre elles. Il constitue l'indicateur synthétique retenu pour évaluer l'atteinte de l'objectif **d'une augmentation de 20% de la connectivité écologique** sur tout le territoire fixé dans le cadre du programme LIFE.

b. Les liens

Les **liens** du graphe correspondent aux chemins de moindre coût calculés entre chaque paire de nœuds. Un chemin de moindre coût est la trajectoire minimisant la résistance cumulée à la traversée du paysage, en contournant autant que possible les milieux les plus hostiles. Il ne suit pas nécessairement le chemin le plus court en distance euclidienne, mais le chemin écologiquement le moins coûteux pour l'espèce.

Les liens ont été créés en topologie planaire, c'est-à-dire que seuls les liens entre patches voisins sont pris en compte, ce qui permet d'alléger les traitements tout en conservant une bonne représentation de la structure du réseau. Un élagage du graphe a ensuite été appliqué afin de supprimer les liens dont le coût dépasse un seuil maximal de distance, défini à partir de la conversion distance de Graphab.

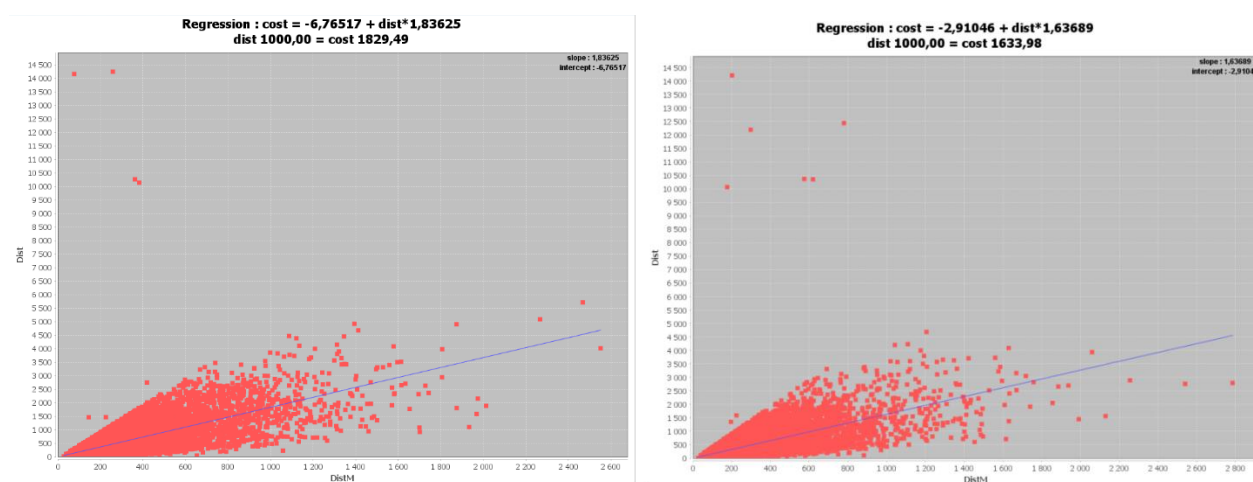


Figure 4 : Nuage de points résultant de la « conversion distance » de Graphab.
Sources : ADASEA du Gers

Sur les cartes, l'épaisseur des liens est proportionnelle à la qualité du chemin de moindre coût : un lien épais représente un corridor de bonne perméabilité écologique, tandis qu'un lien fin traduit un couloir de dispersion sous contrainte.

4) ÉCHELLES D'ANALYSE

Les traitements Graphab ont été réalisés à deux échelles complémentaires, afin de combiner une vision globale de l'évolution de la connectivité sur l'ensemble du territoire et une évaluation locale de l'impact des travaux LIFE.

À l'échelle du **territoire LIFE** dans son ensemble, les analyses ont été conduites pour les années 2020 et 2025, permettant de mesurer l'évolution globale de la connectivité le périmètre du projet. Cette échelle offre une lecture d'ensemble des dynamiques paysagères et permet d'identifier les secteurs où les améliorations sont les plus significatives.

À l'échelle de **mailles de 25 km²**, sélectionnées pour évaluer localement l'impact des travaux LIFE. Ces mailles ont été choisies de façon à couvrir des contextes écologiques variés et représentatifs des différents enjeux du territoire. Quatre types de mailles ont ainsi été définis :

- Les mailles situées dans les **réservoirs de biodiversité**, où les habitats sont de meilleure qualité et les actions de restauration ont visé à renforcer la capacité d'accueil existante
- Les mailles situées dans les **corridors écologiques**, où les interventions ont cherché à améliorer la perméabilité de la matrice entre les réservoirs
- Les mailles situées dans les **zones à forte densité de MOAP (ZFD)**, caractérisées par une concentration élevée de milieux ouverts agropastoraux
- Les mailles situées dans la **matrice agricole**, en dehors des corridors et des réservoirs, permettant d'évaluer l'évolution de la connectivité dans les secteurs les moins favorables

Pour chaque type de maille, deux configurations ont été comparées : un secteur avec beaucoup de surfaces restaurées et un secteur avec peu de surfaces restaurées, afin d'isoler au mieux l'effet des travaux LIFE sur la connectivité locale.

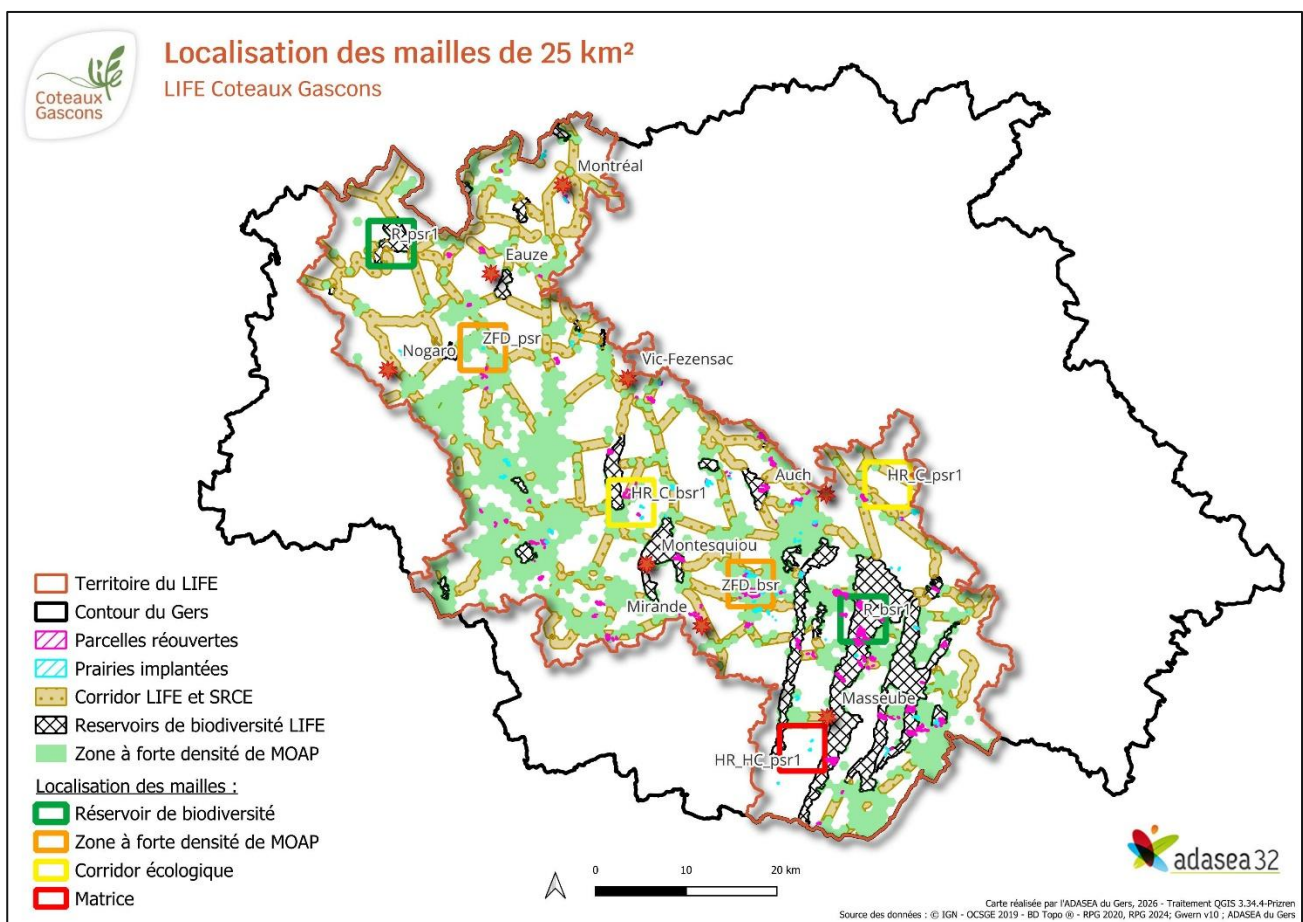


Figure 5 : Carte de localisation des mailles d'analyse de 25 km² sur le territoire LIFE.
Sources : ADASEA du Gers

C. MODELISATION DE LA FRAGMENTATION DU PAYSAGE AVEC FRAGSCAPE

Parallèlement à l'analyse de connectivité par graphes paysagers, la fragmentation du paysage a été évaluée à l'aide du logiciel Fragscape, une extension du logiciel QGIS développée par Mathieu Chailloux au sein d'IRSTEA, pour le centre de ressources Trame Verte et Bleue, piloté par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. La fragmentation désigne le morcellement progressif des milieux naturels et semi-naturels par les éléments fragmentants du paysage. Ce morcellement perturbe la libre circulation des espèces, portant atteinte à leur capacité à s'alimenter et à se reproduire. Son évaluation permet de compléter l'analyse de connectivité en apportant une lecture à l'échelle du paysage dans son ensemble.

1) LES INDICATEURS DE FRAGMENTATION

La fragmentation des espaces naturels est évaluée par l'indicateur de **taille effective de maille**, défini par Jaeger (2000). Cet indicateur reflète à la fois la surface des espaces naturels dans le territoire et leur degré de découpage. Une faible taille effective de maille dénote un fort morcellement des espaces naturels et donc une perturbation importante des espèces dans leur circulation sur le territoire.

Jaeger définit alors trois mesures de la fragmentation du paysage dans son article :

- Le degré de fragmentation : probabilité que deux points choisis aléatoirement dans le territoire ne soient pas connectés
- Le nombre effectif de mailles (S) : nombre de patches obtenus en découpant la superficie totale du territoire par une maille régulière
- La taille effective de maille : taille qu'auraient les fragments d'espaces naturels s'ils avaient tous la même surface au sein du territoire

2) PARAMETRAGE DE FRAGSCAPE

Les traitements ont été réalisés en **mode vecteur**, dans lequel les données sont agrégées en une seule entité multi-polygones. Il est possible d'ajouter des données complémentaires pour affiner l'occupation du sol.

Les classes d'occupation du sol ont été catégorisées en milieux fragmentants ou naturels/semi-naturels de la façon suivante :

Valeur du pixel (Classe)	Sous-trame	Catégorie du milieu
1	Milieux urbanisés	Fragmentant
2	Milieux aquatiques	Fragmentant
3	Milieux boisés	Fragmentant
4	Milieux herbacés	Naturel/semi-naturel
5	Cultures	Fragmentant
6	Milieux agropastoraux	Naturel/semi-naturel

La méthode **CBC (Cross-Boundary Connections)** a été retenue pour le calcul des indices. Elle présente l'avantage de prendre en compte la superficie des patches à l'extérieur des limites territoriales, évitant ainsi que les bordures du territoire soient considérées par défaut comme des éléments fragmentants, ce qui aurait introduit un biais dans les résultats.

Pour la couche de rapportage, une **grille hexagonale** de 1000 m x 1000 m a été retenue, après comparaison avec une grille carrée. Ce choix se justifie par plusieurs avantages propres à la géométrie hexagonale : elle réduit les déformations d'échantillonnage grâce à sa forme plus proche du cercle, elle est mieux adaptée aux analyses intégrant des aspects de connectivité et de chemins de déplacement, et elle garantit une équidistance entre le centroïde de chaque hexagone et ses six voisins, ce qui simplifie et homogénéise les calculs de voisinage.

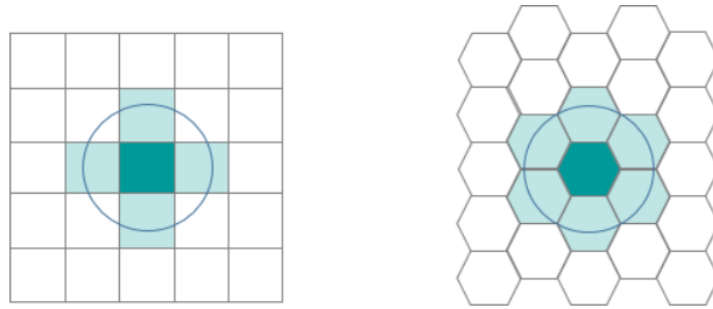


Figure 6 : Comparaison grilles carrée et grille hexagonale.
Source : Support ArcGIS ESRI

III. RESULTATS

A. OCCUPATION DU SOL

Les couches d'occupation du sol produites pour 2020 et 2025 constituent le point d'entrée de l'ensemble des analyses présentées dans ce livrable. Elles servent de base à la fois à la modélisation des réseaux écologiques avec Graphab et à l'évaluation de la fragmentation du paysage avec Fragscape.

1) ÉVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL ENTRE 2020 ET 2025

La comparaison des couches d'occupation du sol entre 2020 et 2025 permet de visualiser les dynamiques paysagères sur le territoire du LIFE Coteaux Gascons.

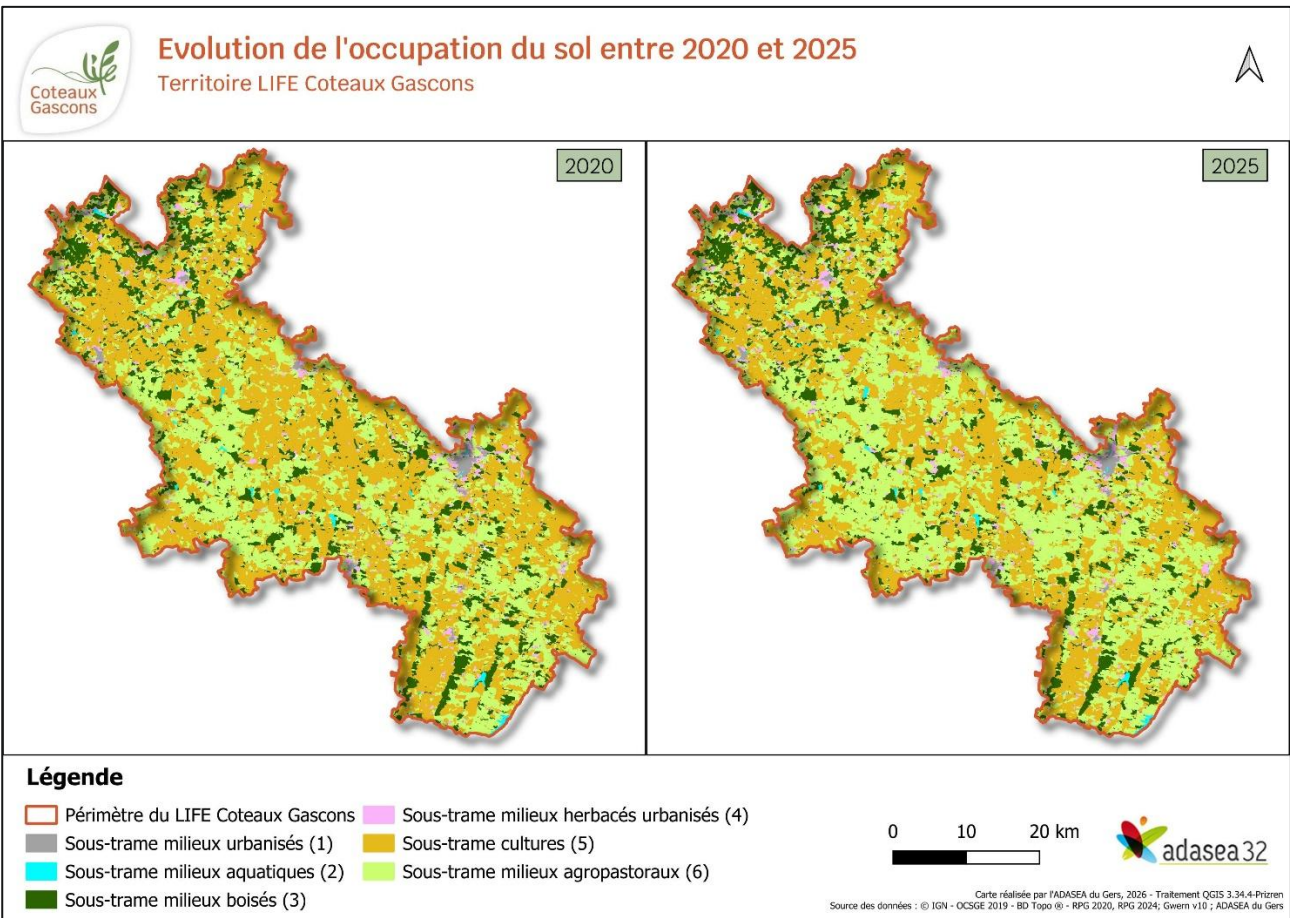


Figure 7 : Carte de l'évolution de l'occupation du sol entre 2020 et 2025 sur le territoire LIFE Coteaux Gascons.
Source : ADASEA du Gers

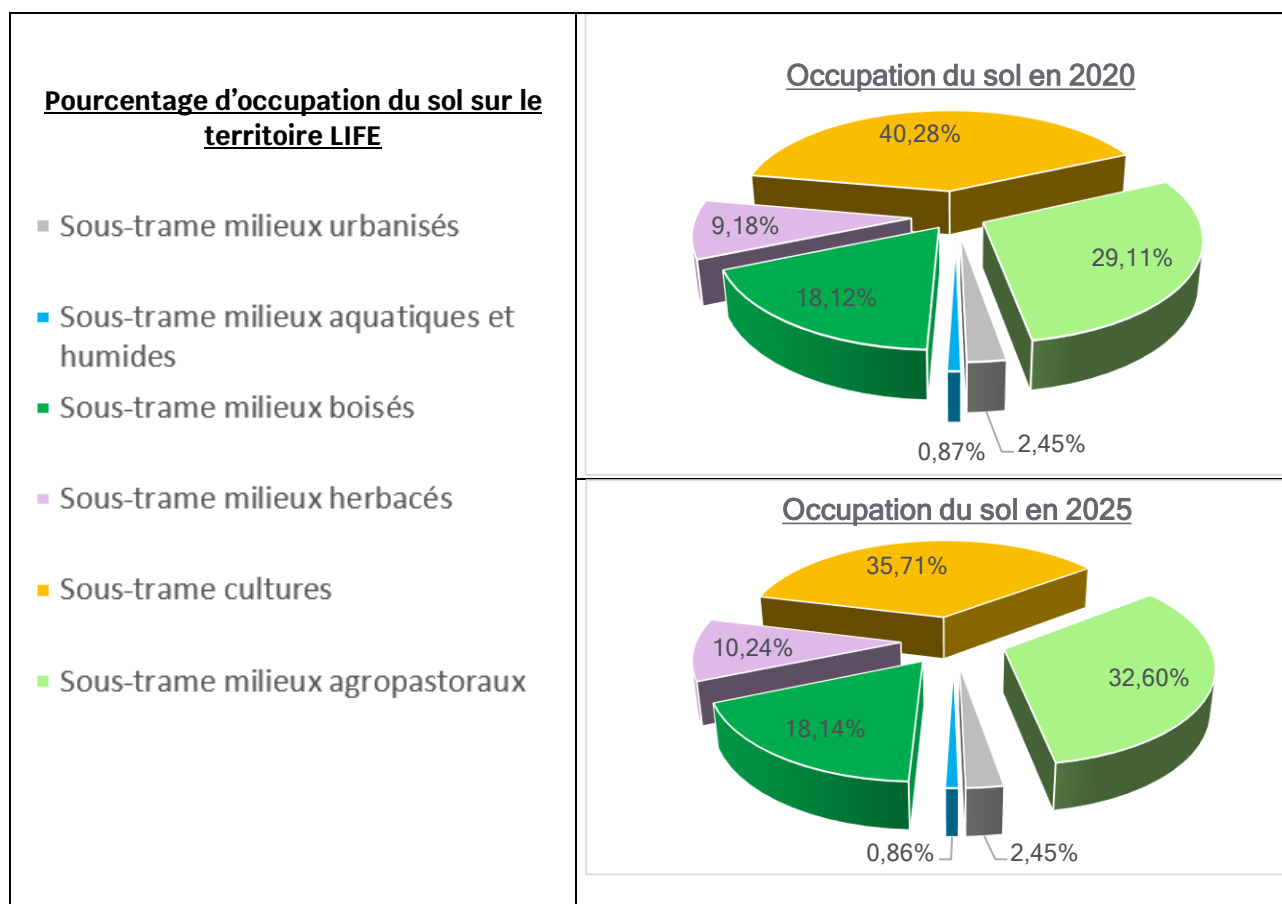


Figure 8 : Répartition de l'occupation du sol sur le territoire LIFE en 2020 et 2025.
Source : ADASEA du Gers

L'analyse de l'occupation du sol entre 2020 et 2025 met en évidence plusieurs évolutions notables dans la répartition des différentes sous-trames.

La principale dynamique observée concerne la diminution des surfaces en cultures, qui passent de 40,28 % en 2020 à 35,71 % en 2025. Cette baisse s'accompagne d'une augmentation des milieux agropastoraux, dont la part progresse de 29,11 % à 32,60 %. Cette évolution traduit un changement dans l'usage des sols, avec un développement des surfaces en prairies et milieux ouverts, potentiellement lié aux actions du programme LIFE, mais aussi à des évolutions dans les pratiques agricoles ou les déclarations PAC entre les deux périodes.

Les milieux herbacés connaissent également une légère augmentation, passant de 9,18 % à 10,24 %, ce qui peut refléter une meilleure prise en compte de certaines surfaces dans les données les plus récentes ou des évolutions locales de gestion des parcelles.

À l'inverse, les milieux boisés restent globalement stables (18,12 % à 18,14 %), traduisant une relative inertie de cette sous-trame à l'échelle du territoire. De même, les milieux urbanisés et les milieux aquatiques et humides présentent des variations très faibles, ce qui indique une absence de changement majeur pour ces catégories.

Dans l'ensemble, ces évolutions traduisent une recomposition partielle de la matrice agricole, avec une progression des surfaces en milieux ouverts agropastoraux au détriment des cultures. Cette dynamique peut résulter à la fois des actions de restauration, de changements de pratiques agricoles, d'engagements environnementaux (MAEC), ou encore d'une amélioration de la précision des données entre les deux millésimes.

2) LES MILIEUX AGRO-PASTORAUX SUR LE TERRITOIRE

Les **Milieux Ouverts Agro-pastoraux (MOAP)** constituent la sous-trame écologique cible du projet LIFE Coteaux Gascons. Leur cartographie précise est un enjeu central pour évaluer l'efficacité des actions de restauration conduites durant le programme.

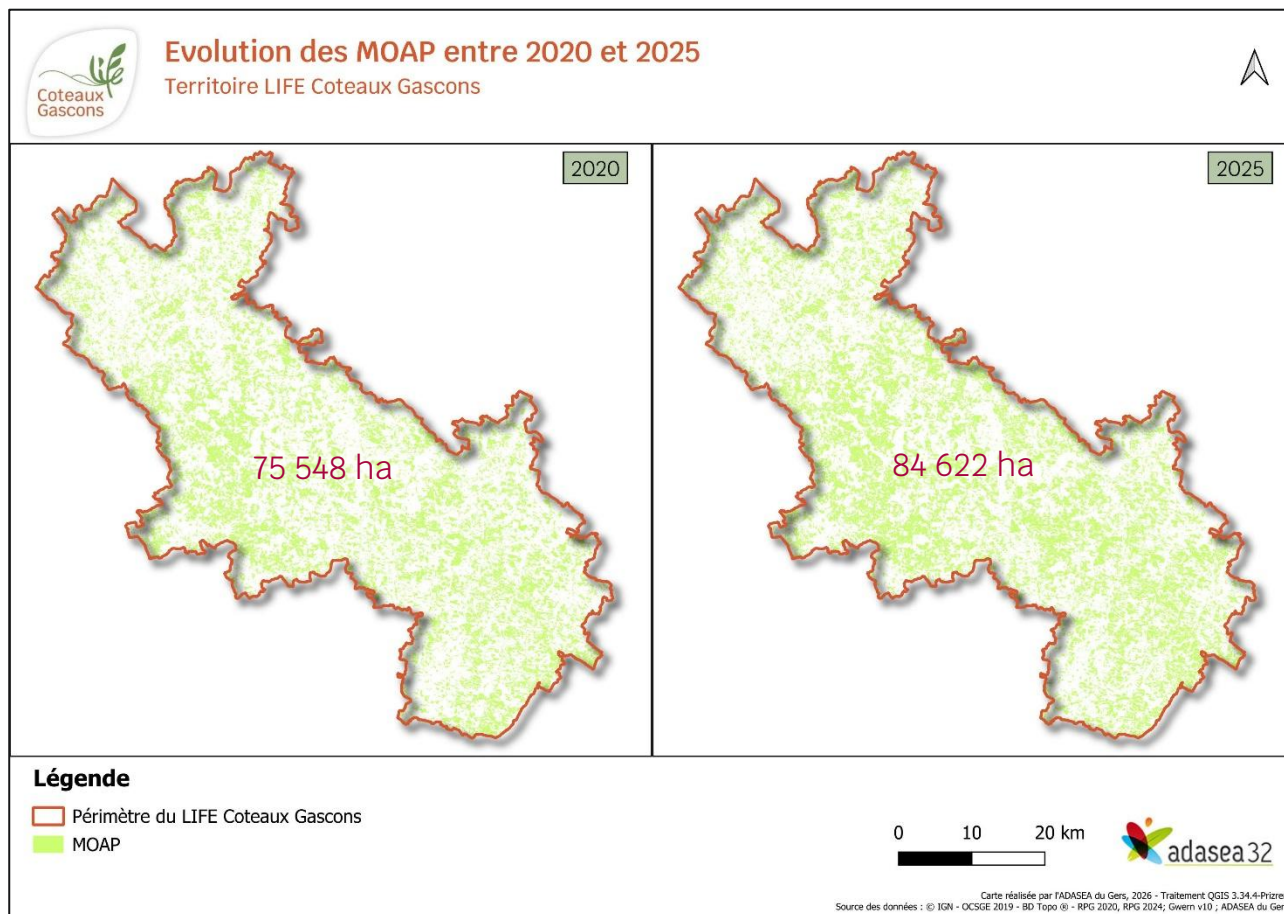


Figure 9 : Carte de l'évolution des milieux ouverts agropastoraux (MOAP) entre 2020 et 2025.
Source : ADASEA du Gers

Entre 2020 et 2025, la superficie totale des MOAP sur le territoire du LIFE Coteaux Gascons est passée de 75 548 ha à 84 622 ha, soit une augmentation de 12%. Cette progression est visuellement perceptible sur l'ensemble du territoire, avec une densification des taches de milieux agropastoraux (en vert clair) surtout dans la partie centrale et sud du périmètre.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette évolution. En premier lieu, les **actions de restauration** conduites dans le cadre du LIFE ont directement contribué à l'augmentation de la superficie des MOAP. Par ailleurs, un basculement de **déclarations PAC vers la catégorie prairies permanentes** entre les deux périodes peut également avoir joué un rôle, certaines surfaces étant mieux renseignées en 2024 qu'en 2020 dans le RPG. Enfin, des **incertitudes liées à la qualité des données** sources ne peuvent être totalement écartées, notamment en raison de l'ancienneté de certaines couches de référence.

En 2025, la répartition des MOAP a été croisé avec d'autres couches, permettant de distinguer trois catégories d'habitats :

- **Les pelouses sèches** (extraites de la couche « pelouses_sèches_2016_Gers_LB93 » du projet AMECO LPO-CPIE-ADASEA 2016).
- **Les prairies humides et inondables** (à partir de la couche gwern CATZH et de la cartographie des zones inondables de 2012 (cizi_zi_201203271132)).
- **Les prairies sèches**, les polygones restants après les précédents traitements.

a. Les pelouses sèches

Les pelouses sèches, habitats remarquables à forte valeur écologique, occupent une superficie totale de 4 443,51 hectares au sein du périmètre LIFE. Elles sont majoritairement localisées dans la partie sud du territoire, où les conditions pédoclimatiques sont particulièrement favorables à leur développement

Au sein des réservoirs de biodiversité, ces milieux représentent 1 946,16 hectares, soit plus de 44 % de leur surface totale. Cette proportion importante traduit une bonne prise en compte de ces habitats dans les zones à fort enjeu écologique.

La forte représentation des pelouses sèches dans les réservoirs souligne leur rôle structurant dans les écosystèmes locaux. Ces milieux, souvent riches en espèces spécialisées, nécessitent cependant une gestion adaptée afin de limiter leur fermeture naturelle et maintenir leur richesse écologique sur le long terme.

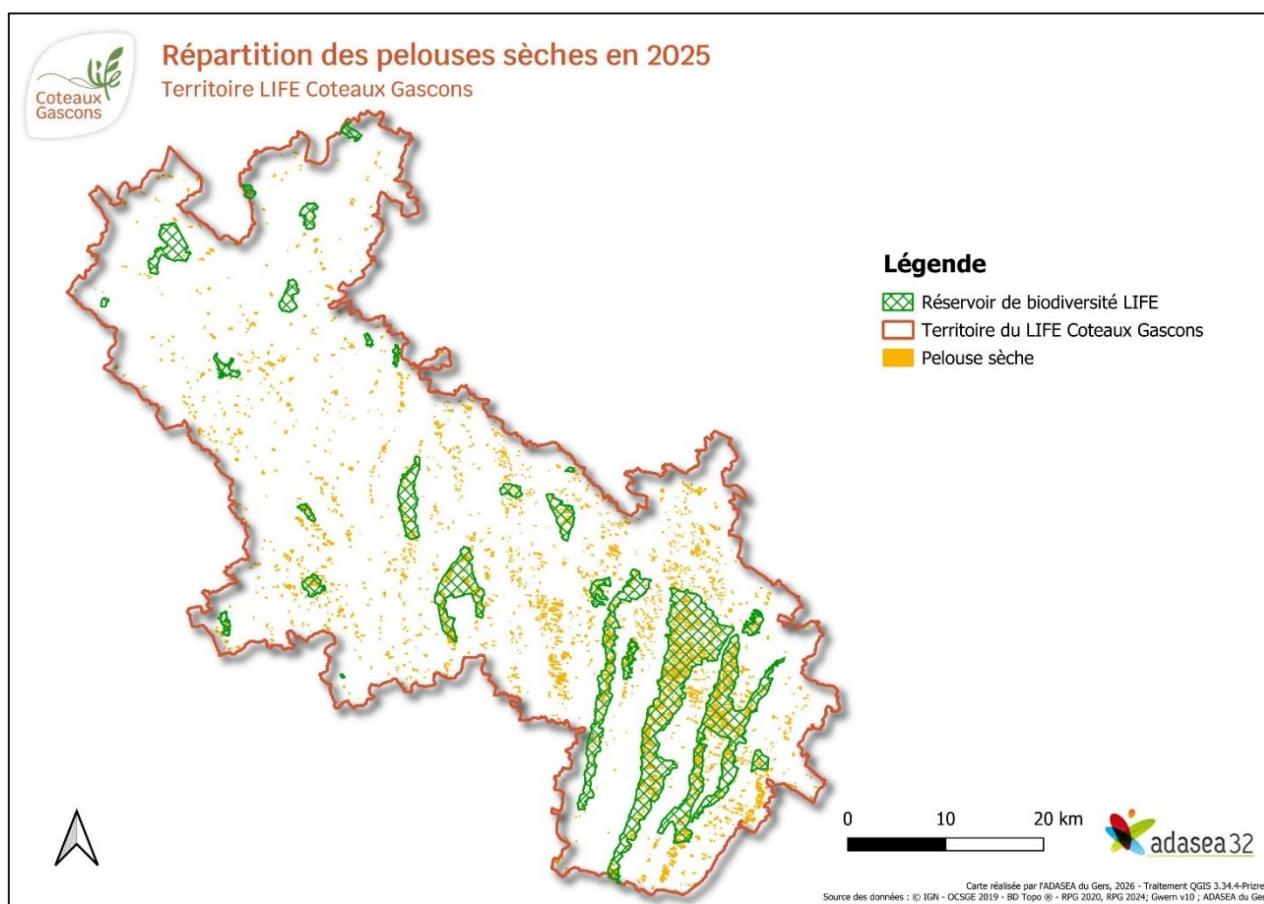


Figure 10 : Carte de répartition des pelouses sèches en 2025 sur le territoire LIFE.
Source : ADASEA du Gers

b. Les prairies humides et inondables

Les prairies humides et inondables couvrent une superficie totale de 16 403,8 hectares sur le territoire LIFE, ce qui en fait un habitat largement représenté à l'échelle globale.

Toutefois, seule une faible part de ces milieux est incluse dans les réservoirs de biodiversité, avec 1 446,75 hectares, soit environ 9 % de leur surface totale. Cette sous-représentation dans les réservoirs peut s'expliquer par leur localisation souvent en fond de vallée ou en zones alluviales, qui ne coïncident pas toujours avec les périmètres définis comme prioritaires.

Malgré cela, ces prairies jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement écologique du territoire, notamment en lien avec la régulation hydrique et la biodiversité associée aux milieux humides. Leur faible intégration dans les réservoirs met en évidence un enjeu de prise en compte plus large de ces habitats dans les stratégies de gestion et de conservation.

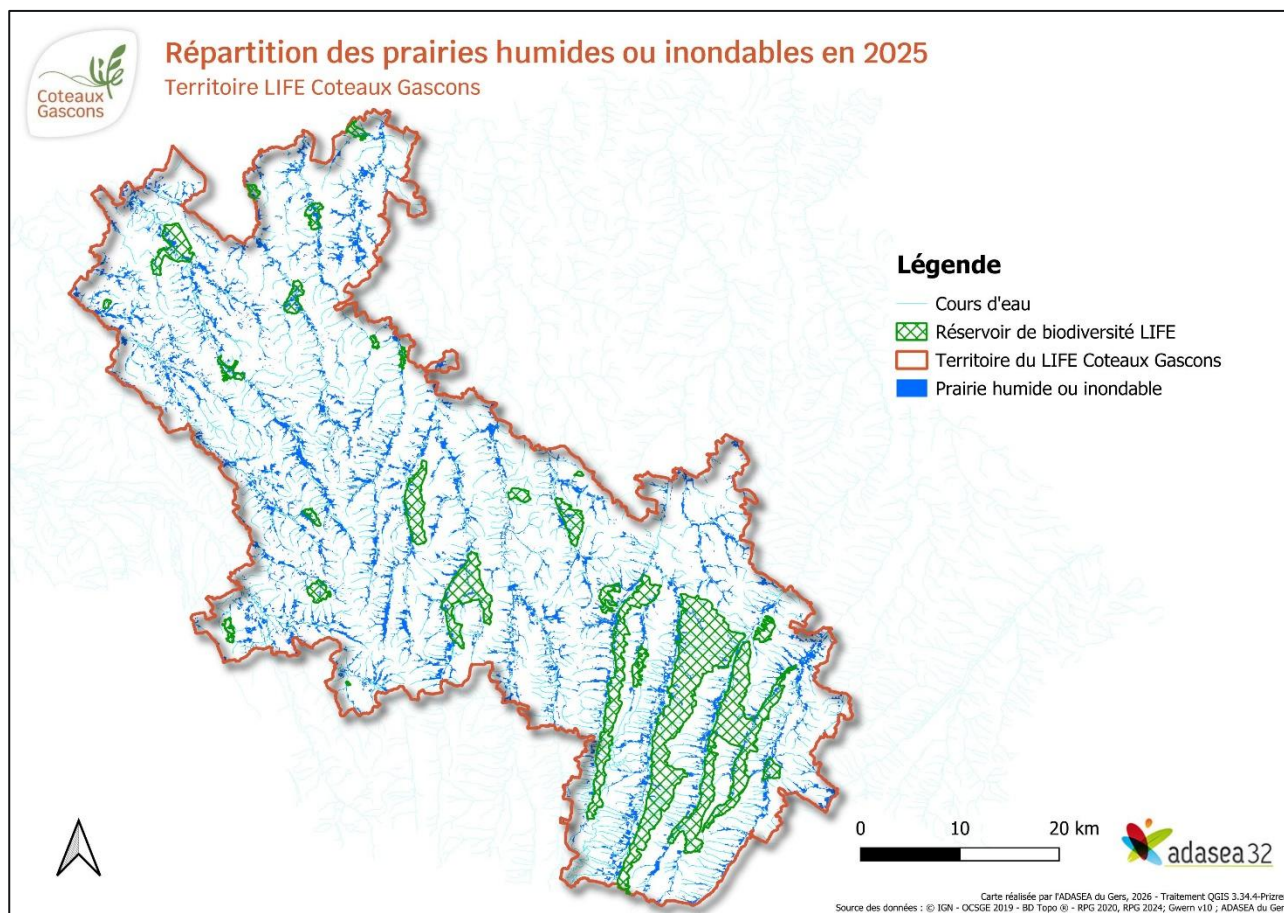


Figure 11 : Carte de répartition des prairies humides et inondables en 2025 sur le territoire LIFE.
Source : ADASEA du Gers

c. Les prairies sèches

Les prairies sèches constituent la composante dominante des milieux agropastoraux sur le territoire LIFE, avec une superficie totale de 63 774,30 hectares, soit environ 76 % de l'ensemble des surfaces considérées.

Parmi celles-ci, 6 626,68 hectares sont situés dans les réservoirs de biodiversité, ce qui représente un peu plus de 11 % de leur surface totale. Bien que cette proportion soit plus faible que pour les pelouses sèches, elle traduit néanmoins une présence significative de ces milieux dans les zones à enjeux.

Cette forte dominance des prairies sèches reflète la structure agricole du territoire, largement orientée vers des systèmes extensifs. Leur présence diffuse contribue à structurer le paysage et à maintenir une mosaïque d'habitats favorable à la biodiversité. Toutefois, leur gestion reste déterminante pour préserver leur qualité écologique, notamment face aux risques d'intensification ou d'abandon.

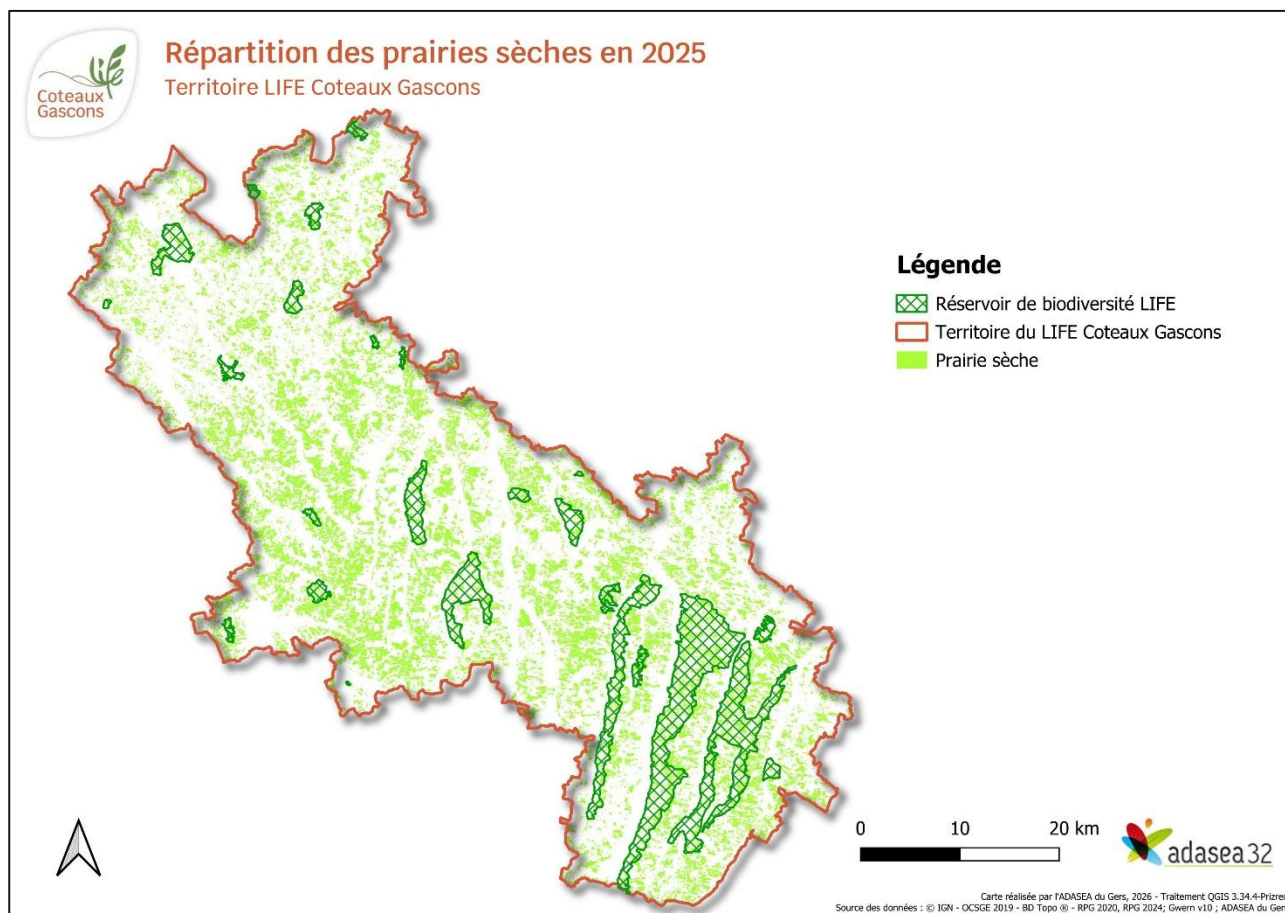


Figure 12 : Carte de répartition des prairies sèches en 2025 sur le territoire LIFE.
Source : ADASEA du Gers

B. ANALYSE DE LA CAPACITE D'ACCUEIL, DE L'INDICE BC ET DES CHEMINS DE MOINDRE COUT

Les résultats issus de Graphab permettent d'évaluer l'évolution de la connectivité écologique à deux échelles complémentaires : à l'échelle du territoire LIFE dans son ensemble, et à l'échelle locale des mailles de 25 km². À l'échelle du territoire, la comparaison entre 2020 et 2025 porte sur la capacité d'accueil des nœuds, leur indice BC et la qualité des chemins de moindre coût. À l'échelle des mailles, l'analyse se concentre sur la capacité d'accueil et l'indice BC, afin d'évaluer les changements apportés par les travaux de restauration selon le contexte écologique de chaque secteur.

1) À L'ECHELLE DU TERRITOIRE LIFE

a. Évolution de la capacité d'accueil et de l'indice BC entre 2020 et 2025

La carte ci-dessous présente une analyse comparative de la capacité d'accueil des nœuds, représentée par la taille des cercles, et de l'indice BC, représenté par leur couleur, entre 2020 et 2025.

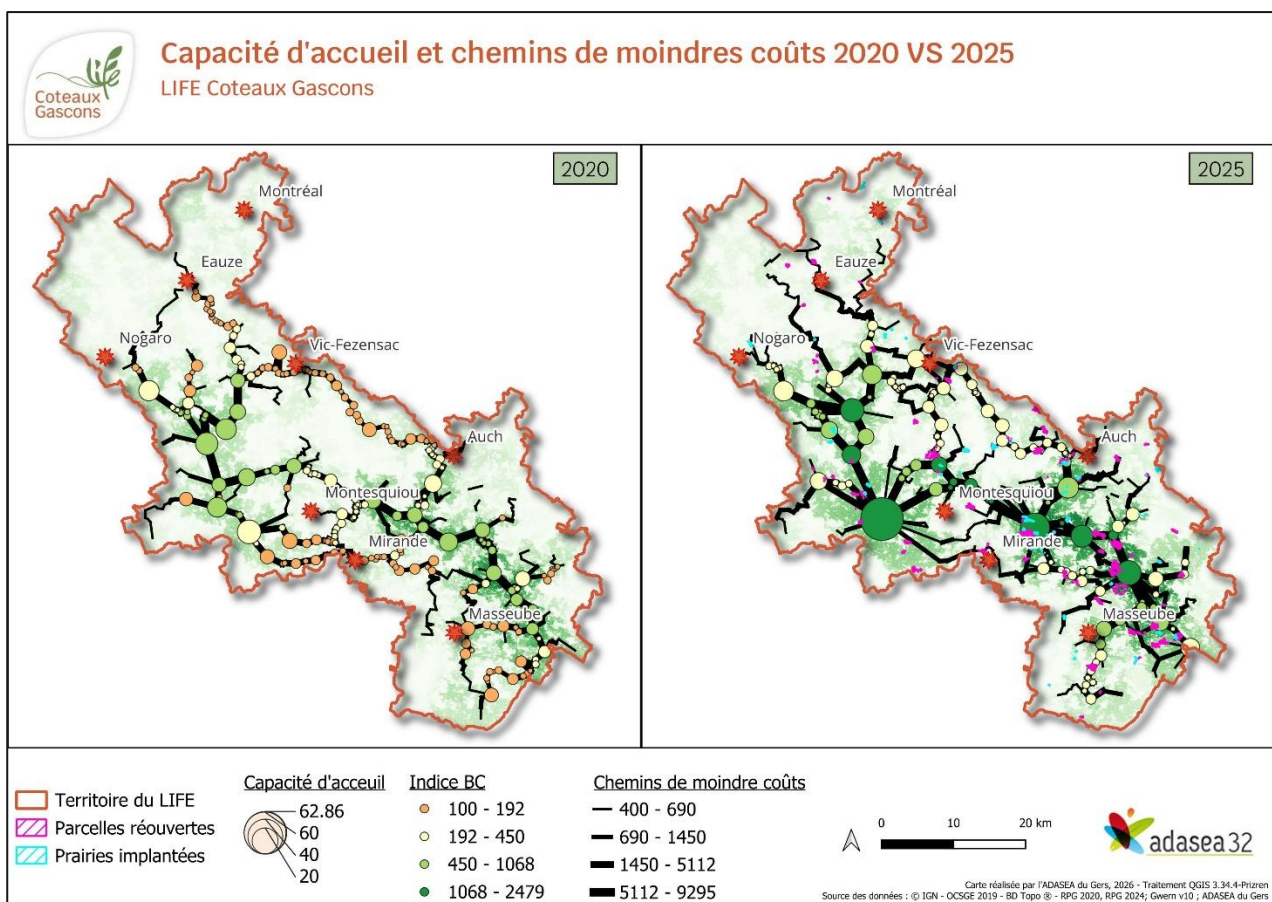


Figure 13 : Carte de l'évolution de la capacité d'accueil, de l'indice BC et des chemins de moindre coût entre 2020 et 2025 sur le territoire LIFE.
Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Pour les deux périodes, la connectivité écologique du territoire présente une **hétérogénéité spatiale marquée**. La partie **Astarac**, dans le sud du territoire, affiche une connectivité nettement meilleure, avec des nœuds de grande capacité d'accueil et des indices BC élevés concentrés autour de Montesquiou et Masseube, là où les réservoirs de biodiversité sont les plus étendus et les mieux préservés. À l'inverse, la partie **Armagnac**, dans le nord et le nord-ouest du territoire, présente une

connectivité plus limitée, avec des nœuds de plus petite taille et des indices BC plus faibles, reflet d'une matrice agricole dominée par les grandes cultures qui réduit la perméabilité du paysage pour les espèces des milieux agropastoraux.

Entre 2020 et 2025, plusieurs évolutions notables sont observables. La capacité d'accueil a augmenté de manière significative, avec l'apparition de nouveaux nœuds et l'agrandissement de nœuds existants, particulièrement dans le secteur centre-sud autour de Montesquiou et Masseube. Ce résultat est directement lié à l'augmentation de la superficie des MOAP documentée précédemment, et témoigne de l'effet concret des travaux de restauration sur la structuration du réseau écologique.

L'indice BC a également évolué positivement entre les deux dates. En 2025, davantage de nœuds affichent des valeurs élevées (cercles vert foncé), signalant l'émergence de nouveaux nœuds jouant un rôle de relais structurant dans le réseau. Cette tendance est particulièrement visible dans le secteur de Montesquiou, où un nœud de très grande capacité d'accueil et d'indice BC élevé s'est fortement renforcé, consolidant son rôle central dans la connectivité du territoire.

Les **chemins de moindre coût** se sont également densifiés et renforcés en 2025, avec des liens plus épais traduisant une meilleure perméabilité des corridors entre les réservoirs de biodiversité. Les parcelles réouvertes (contours roses) et les prairies implantées (contours bleus) apparaissent clairement à proximité des nœuds les plus dynamiques, confirmant le lien direct entre les interventions du LIFE et l'amélioration de la connectivité locale.

b. Évolution des corridors entre 2022 et 2025

La carte suivante met en regard les corridors écologiques identifiés en 2022 et leur état en 2025, après cinq années d'interventions dans le cadre du programme LIFE.

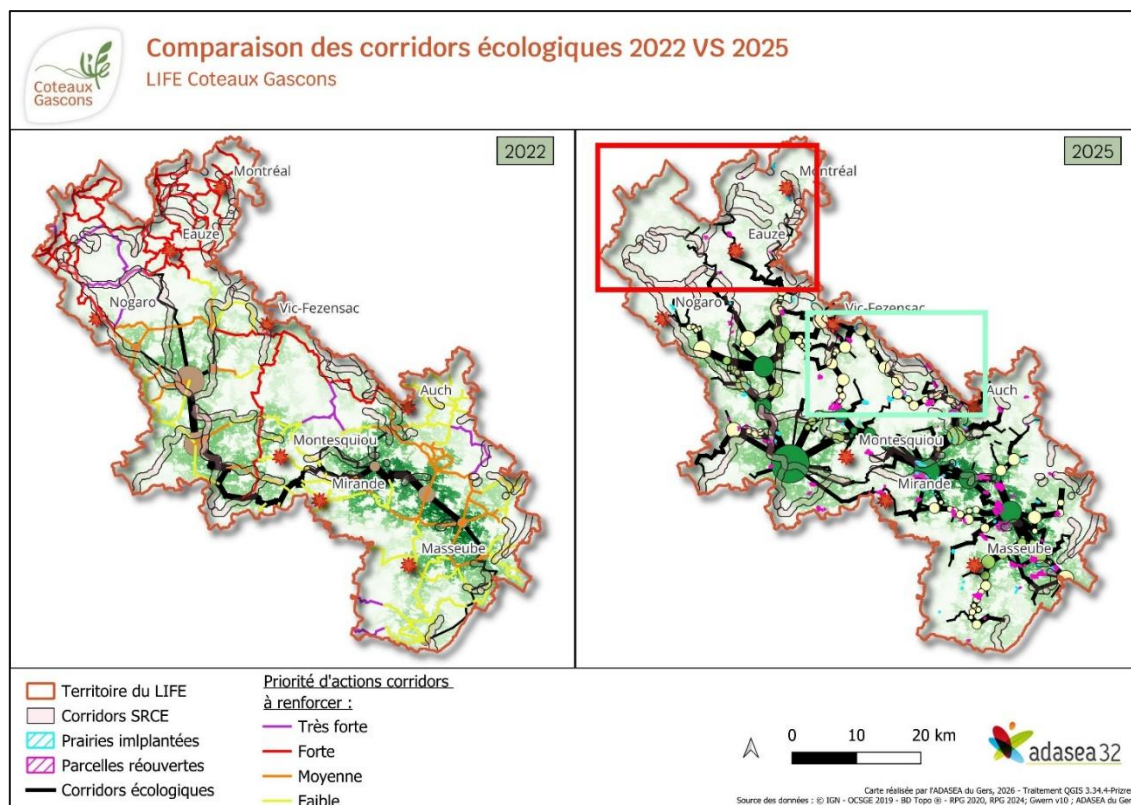


Figure 14 : Carte de comparaison des corridors écologiques entre 2022 et 2025.

Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

En 2022, une étude de référence avait permis d'identifier et de hiérarchiser les corridors écologiques du territoire selon leur priorité de renforcement, allant de très forte (violet) à faible (jaune). Cette hiérarchisation a guidé le ciblage géographique des actions de restauration conduites du programme LIFE.

La comparaison avec la carte de 2025 permet d'évaluer les effets de ces interventions sur l'état des corridors. Deux secteurs méritent une attention particulière, mis en évidence par les encadrés sur la carte 2025.

Le **secteur nord du territoire**, encadré en rouge, correspondant à la zone entre Montréal et Eauze, concentrait en 2022 des corridors classés en priorité très forte et forte. En 2025, ce secteur présente encore des chemins de moindre coût peu développés et de faible qualité, traduisant une perméabilité limitée du paysage. Cela témoigne de la difficulté à améliorer la connectivité dans un secteur fortement dominé par les grandes cultures de l'**Armagnac**, où les surfaces restaurées restent insuffisantes pour créer des continuités écologiques fonctionnelles.

Le **secteur centre-nord**, encadré en bleu, entre Vic-Fezensac et Auch, montre en revanche une évolution plus positive. Les corridors identifiés en 2022 comme prioritaires dans ce secteur présentent en 2025 des chemins de moindre coût plus nombreux et plus épais, suggérant que les actions de restauration y ont amélioré la perméabilité du paysage de manière perceptible.

c. Évolution de la connectivité équivalente (EC) à l'échelle du territoire du LIFE

L'indice de connectivité équivalente (EC) s'élève à **31 108 ha** en 2020 et à **42 907 ha** en 2025 (figure 15), soit une augmentation de **38%**, dépassant largement l'objectif de **+20%** fixé par le programme LIFE.

Cette progression s'explique par deux facteurs complémentaires. D'une part, la surface totale de MOAP sur le territoire a augmenté de 12% entre 2020 et 2025 (de 75 548 ha à 84 622 ha), une dynamique qui reflète à la fois les travaux de restauration conduits dans le cadre du LIFE et l'évolution plus générale de l'occupation du sol sur le territoire. D'autre part, et c'est là que l'effet des actions LIFE est le plus lisible, le taux de progression de l'EC est **3,2** fois supérieur à celui de la surface brute de MOAP. Cet écart traduit un effet réseau significatif : les patches restaurés ne se sont pas ajoutés de façon isolée, mais ont renforcé les connexions entre habitats existants, amplifiant la connectivité fonctionnelle bien au-delà de ce que le seul gain surfacique aurait permis d'atteindre.

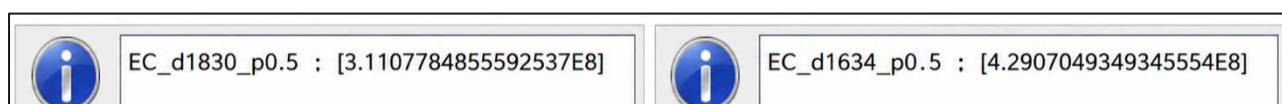


Figure 15 : Valeurs de l'indice de connectivité équivalente (EC) calculées par Graphab pour 2020 à gauche et 2025 à droite. Les valeurs sont exprimées en m² (notation scientifique) : $3,11 \times 10^8$ m² (31 108 ha) en 2020 et $4,29 \times 10^8$ m² (42 907 ha) en 2025. Sources : ADASEA du Gers, Graphab.

2) ANALYSE SUR LES MAILLES DE 25 km²

L'analyse à l'échelle des mailles de 25 km² permet d'affiner la lecture des résultats en évaluant localement l'impact des travaux LIFE selon le contexte écologique de chaque secteur. Pour chaque type de maille, la comparaison 2020 vs 2025 se concentre sur l'évolution de la capacité d'accueil et de l'indice BC, qui sont les indicateurs les plus sensibles aux changements de qualité des habitats à cette échelle.

a. Dans un réservoir de biodiversité avec un taux élevé de surfaces restaurées

La carte ci-dessous montre l'évolution de la connectivité dans un réservoir de biodiversité ayant bénéficié d'un fort niveau d'intervention.

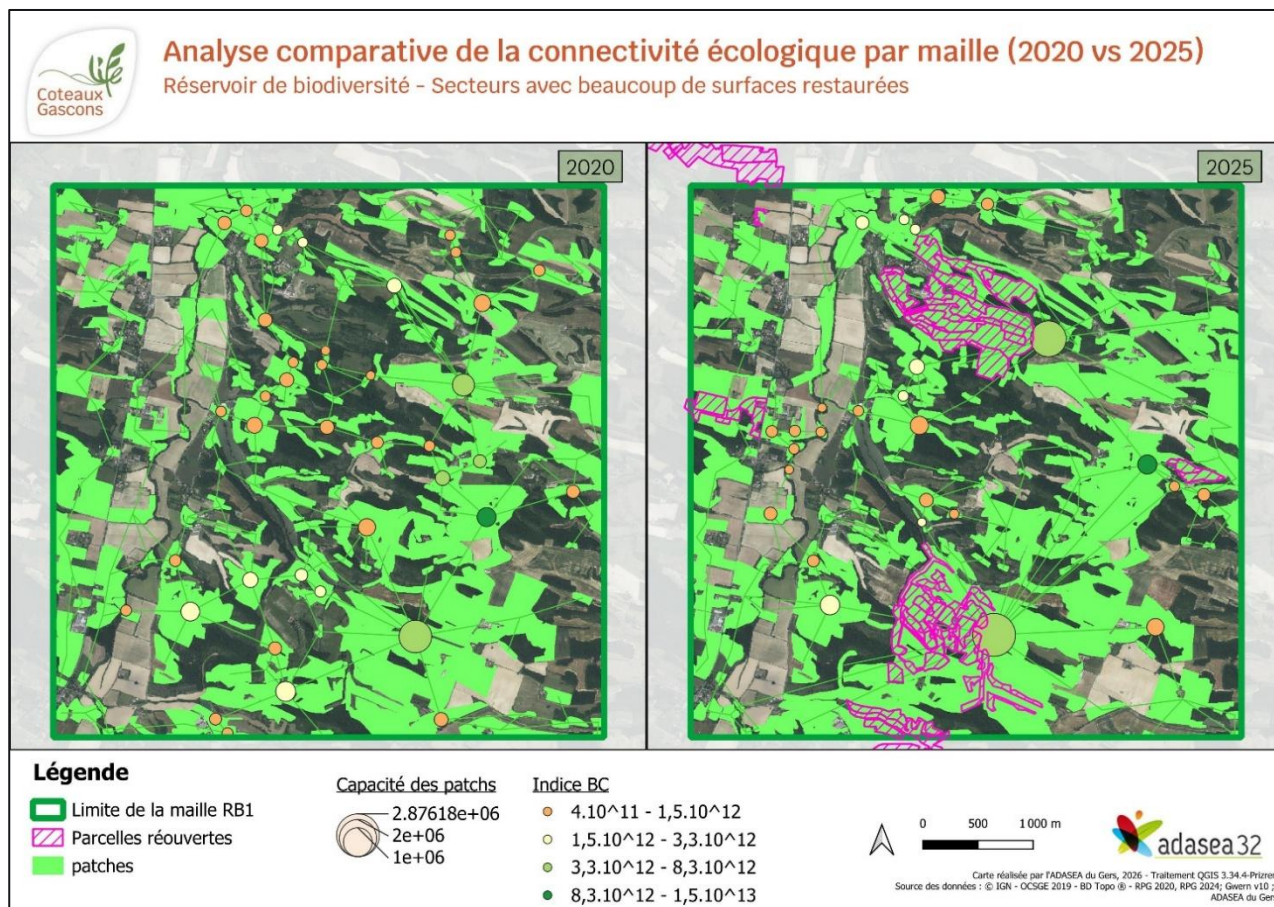


Figure 16 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille dans un réservoir de biodiversité avec beaucoup de surfaces restaurées (2020 vs 2025).

Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil présente une augmentation nette entre 2020 et 2025, visible à travers l'agrandissement des patches et surtout le raccord de plusieurs petits patches initialement fragmentés en entités plus vastes et continues. Ce phénomène est particulièrement marqué dans les zones ayant fait l'objet de travaux, où les surfaces restaurées ont permis de structurer de grands ensembles homogènes de milieux agropastoraux.

L'indice BC montre également une amélioration significative, avec une augmentation du nombre de patches appartenant aux classes élevées, pouvant atteindre les valeurs les plus fortes (jusqu'à environ $1,5 \times 10^{13}$). Ces patches deviennent ainsi des nœuds majeurs du réseau écologique.

L'effet des travaux de restauration apparaît ici clairement structurant : en augmentant la surface et la continuité des habitats, ils permettent non seulement de renforcer la capacité d'accueil, mais aussi d'améliorer fortement la fonctionnalité du réseau. Les zones restaurées ne se contentent pas d'ajouter de la surface, elles contribuent à reconnecter des éléments auparavant isolés, réduisant la fragmentation locale et favorisant une meilleure circulation des espèces à l'échelle de la maille.

b. Dans un réservoir de biodiversité sans surface restaurée

La carte ci-dessous présente l'évolution de la connectivité dans un réservoir de biodiversité n'ayant pas bénéficié de travaux de restauration.

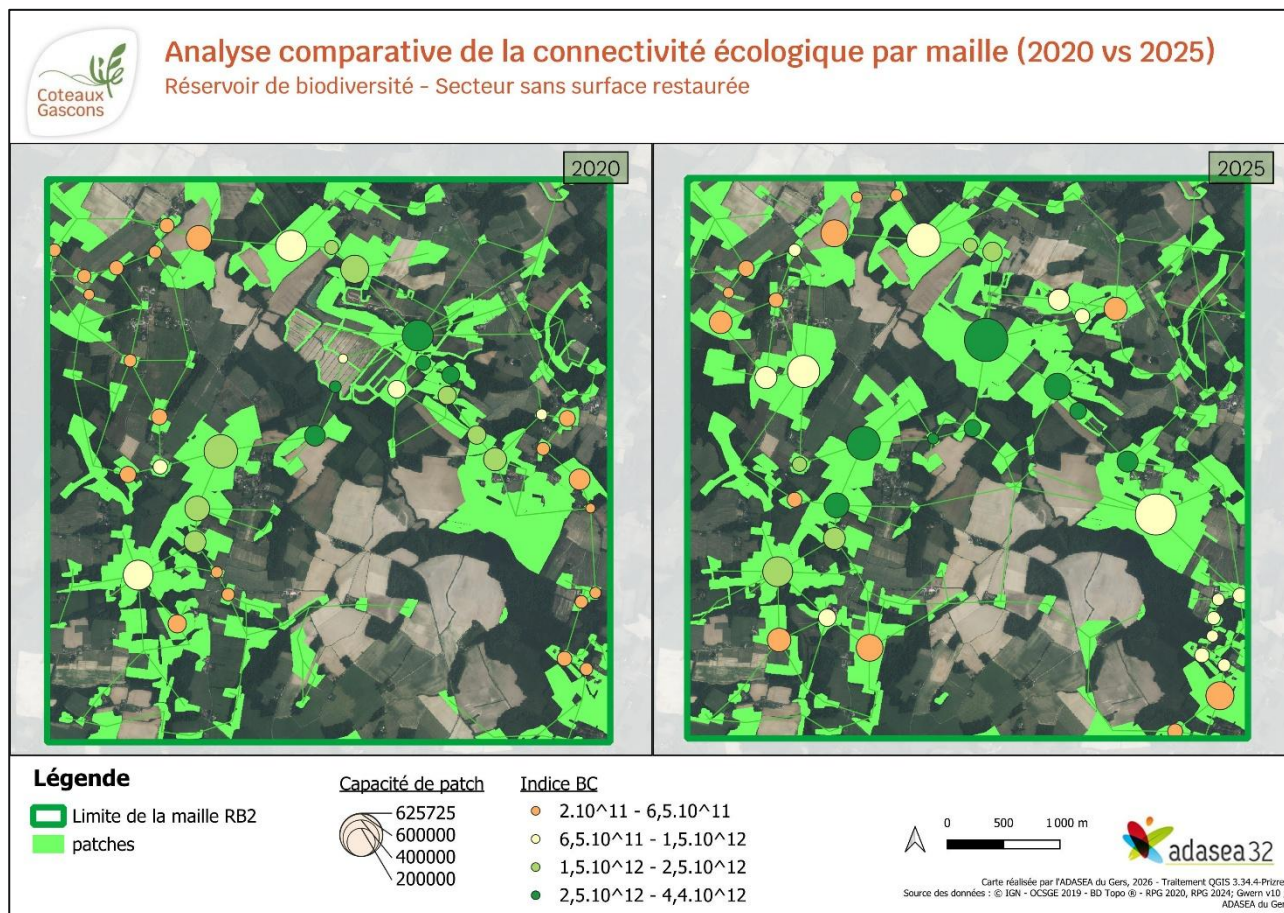


Figure 17 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille dans un réservoir de biodiversité sans surface restaurée (2020 vs 2025).

Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil montre malgré tout une augmentation visible entre 2020 et 2025, avec des patches globalement plus étendus et parfois mieux connectés entre eux. Cette évolution s'accompagne d'une amélioration de l'indice BC, avec une présence plus marquée de valeurs élevées (jusqu'à environ $4,4 \times 10^{12}$), traduisant un renforcement du rôle de certains patches dans le réseau écologique.

Cependant, en l'absence de travaux de restauration identifiés sur ce secteur, cette amélioration ne peut pas être attribuée à des actions directes du programme LIFE. Elle est plutôt liée à une augmentation globale des surfaces de milieux agropastoraux sur la maille, qui favorise une meilleure connectivité en augmentant la taille des habitats.

Ainsi, cette maille met en évidence que l'amélioration de la connectivité écologique peut également résulter d'évolutions de l'occupation du sol indépendantes des travaux de restauration.

c. Dans un corridor écologique avec un taux élevé de surfaces restaurées

La carte illustre l'évolution de la connectivité dans un secteur situé au sein d'un corridor écologique ayant bénéficié de nombreuses actions de restauration.

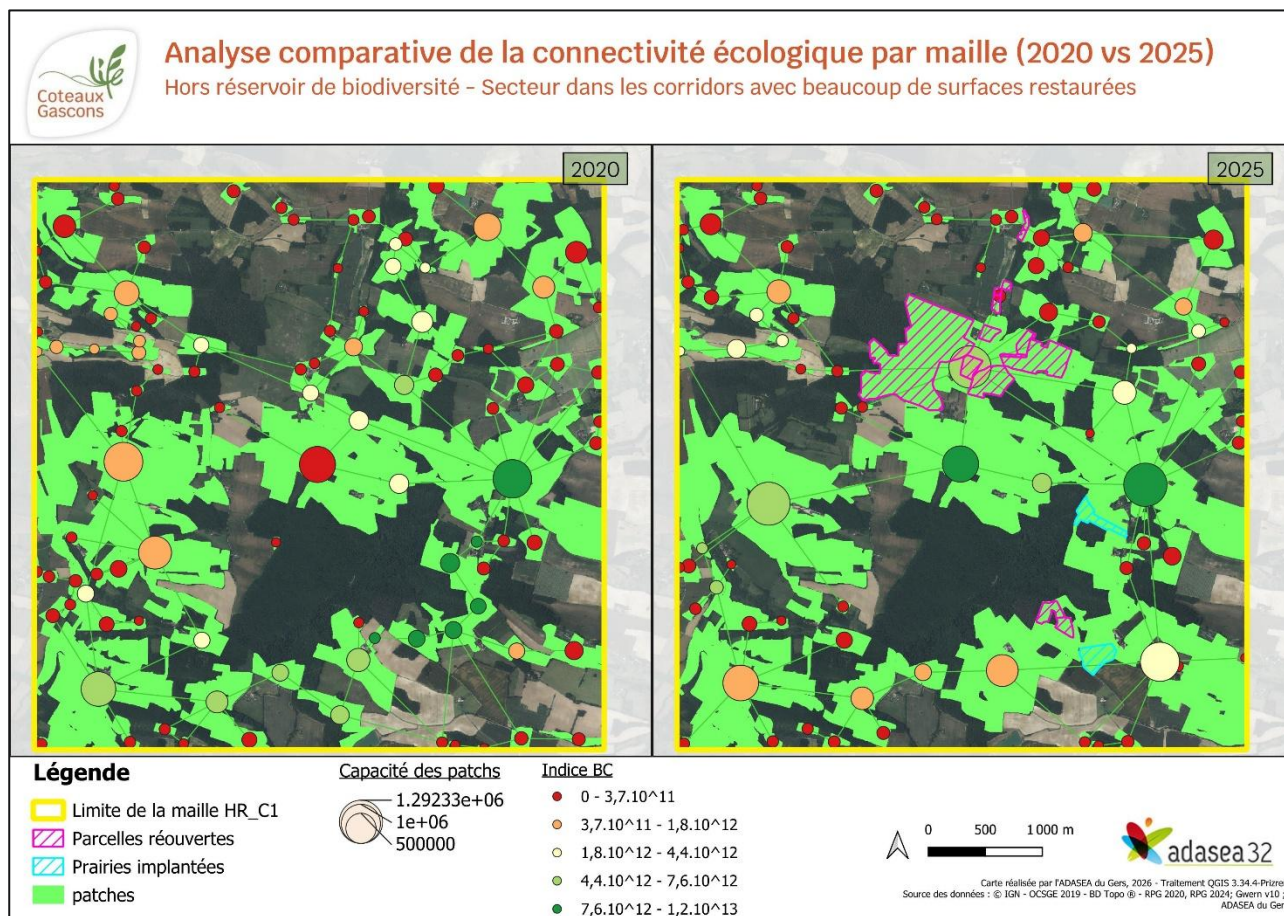


Figure 18 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille dans un corridor écologique avec beaucoup de surfaces restaurées (2020 vs 2025).
Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil augmente de manière visible entre 2020 et 2025, notamment dans les zones ayant fait l'objet de travaux, où l'on observe un agrandissement des patches ainsi qu'une meilleure continuité entre eux. Les surfaces restaurées permettent de combler certains espaces auparavant fragmentés, renforçant ainsi la structure du corridor.

L'indice BC présente également une amélioration notable, avec une augmentation du nombre de patches appartenant aux classes élevées (jusqu'à environ $1,2 \times 10^{13}$). Certains patches prennent un rôle plus central dans le réseau, notamment dans la partie centrale du corridor, où l'on observe l'émergence de nœuds structurants facilitant les connexions entre différentes zones du paysage.

Les travaux de restauration jouent ici un rôle clairement déterminant : en augmentant la surface des habitats et en renforçant leur continuité, ils permettent de transformer un corridor initialement fonctionnel mais fragile en un axe de circulation écologique plus robuste. Les zones restaurées participent directement à la structuration du réseau en améliorant les connexions entre patches et en facilitant les déplacements des espèces à travers la maille.

d. Dans un corridor écologique avec peu de surfaces restaurées

La carte ci-dessous montre l'évolution de la connectivité dans un corridor écologique ayant bénéficié de peu de surfaces restaurées.

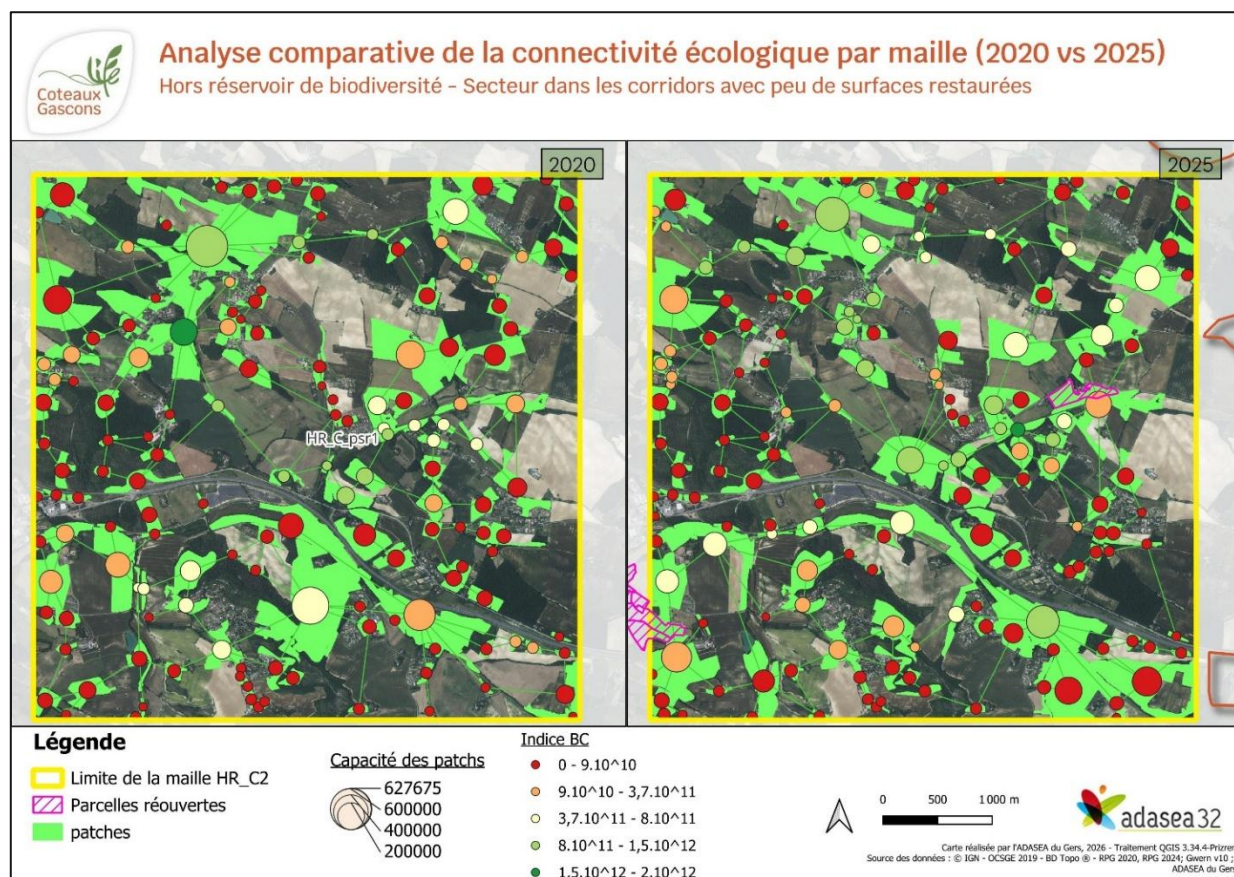


Figure 19 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille dans un corridor écologique avec peu de surfaces restaurées (2020 vs 2025).

Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil reste globalement limitée, avec des patches de taille modérée et relativement dispersés dans une matrice agricole dominante. La présence de la route, visible sur les deux périodes, constitue un élément de fragmentation qui contraint les connexions écologiques entre les deux parties de la maille.

L'indice BC demeure majoritairement faible à intermédiaire (environ 0 à $1,5 \cdot 10^{12}$). Néanmoins, une amélioration localisée est observable à proximité des zones ayant fait l'objet de travaux de restauration, où certains patches voient leur rôle renforcé dans le réseau, avec une augmentation de leur centralité.

Par ailleurs, une évolution inverse est également visible dans la partie ouest de la maille, où la disparition d'un nœud important suggère une perte de surface de milieux agropastoraux, probablement liée à une conversion en culture. Cette modification entraîne une dégradation locale de la connectivité, illustrant la sensibilité du réseau à l'évolution de l'occupation du sol.

Ainsi, cette maille met en évidence un double phénomène : d'une part, un effet positif mais ponctuel des travaux de restauration, et d'autre part, des dynamiques d'usage du sol pouvant entraîner une perte de connectivité. L'ensemble reste donc marqué par une amélioration limitée et localisée, sans restructuration globale du corridor.

e. Dans une Zone à Forte Densité de MOAP (ZFD) avec un taux élevé de surfaces restaurées

La carte illustre l'évolution de la connectivité dans une zone caractérisée par une forte densité de milieux ouverts agropastoraux et ayant bénéficié d'un nombre important de travaux de restauration.

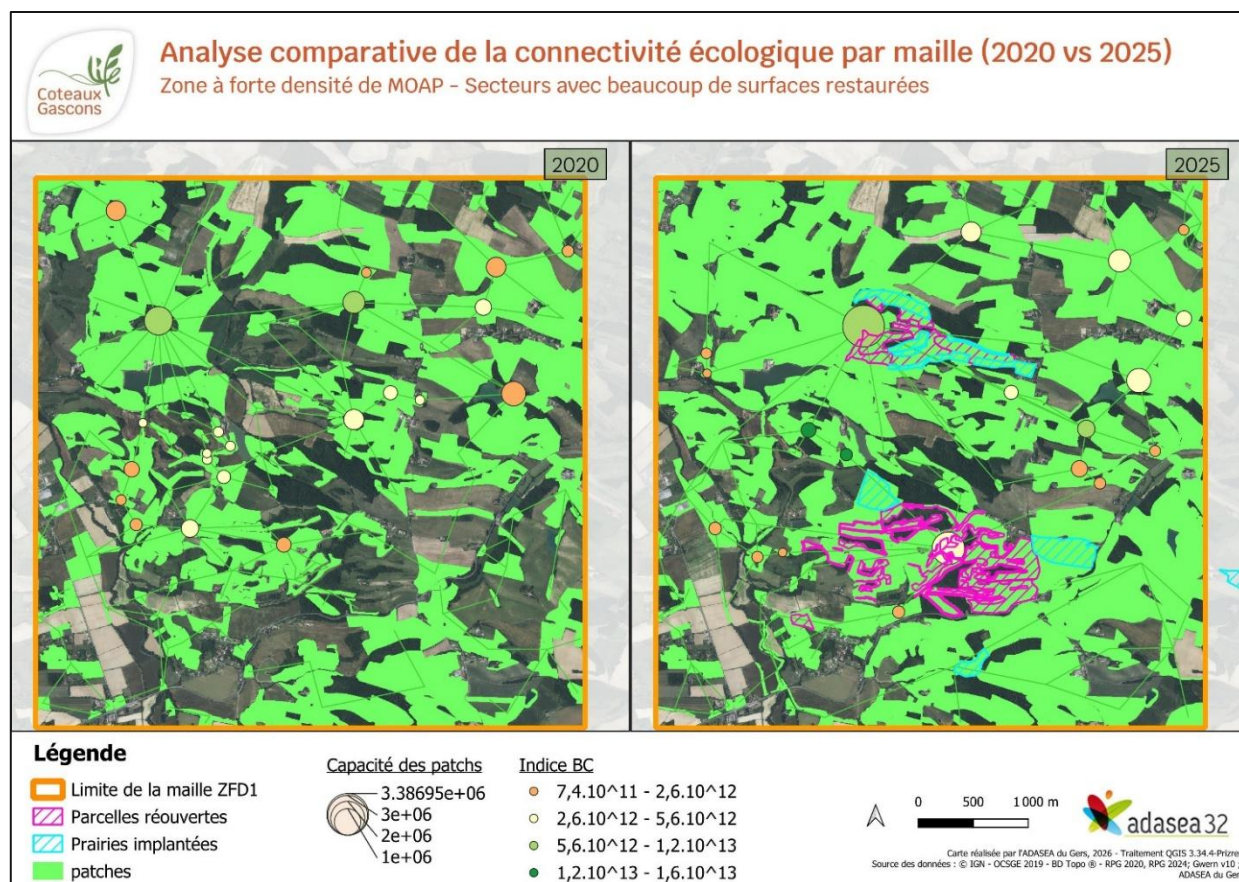


Figure 20 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille dans une zone à forte densité de MOAP avec beaucoup de surfaces restaurées (2020 vs 2025).
Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil est déjà élevée en 2020, ce qui traduit la présence d'un réseau de milieux agropastoraux déjà bien installé. Cependant, entre 2020 et 2025, cette capacité d'accueil augmente de manière visible, en particulier dans les secteurs ayant bénéficié de travaux. Les zones restaurées ne se traduisent pas uniquement par l'ajout de nouvelles surfaces : elles permettent aussi le regroupement de petits patches auparavant dissociés en patches plus grands et plus continus.

L'indice BC évolue également positivement, avec une présence accrue de patches dans les classes élevées à très élevées, jusqu'à environ $1,6 \times 10^{13}$. Certains nœuds renforcent ainsi leur rôle dans le réseau écologique, en particulier à proximité des secteurs restaurés, où la centralité devient plus forte. Cela montre que l'augmentation de surface s'accompagne aussi d'un gain fonctionnel dans l'organisation du réseau.

Ainsi, dans cette maille, les travaux de restauration ne viennent pas seulement conforter une trame déjà favorable : ils contribuent aussi à augmenter concrètement la capacité d'accueil des habitats, en fusionnant localement plusieurs petits patches en ensembles plus vastes. L'effet observé est donc double, à la fois surfacique et fonctionnel, avec un renforcement de la continuité écologique dans une zone déjà stratégique à l'échelle du territoire.

f. Dans une Zone à Forte Densité de MOAP (ZFD) avec peu de surfaces restaurées

La carte ci-dessous illustre l'évolution de la connectivité dans une zone à forte densité de milieux agropastoraux ayant bénéficié de peu de surfaces restaurées.

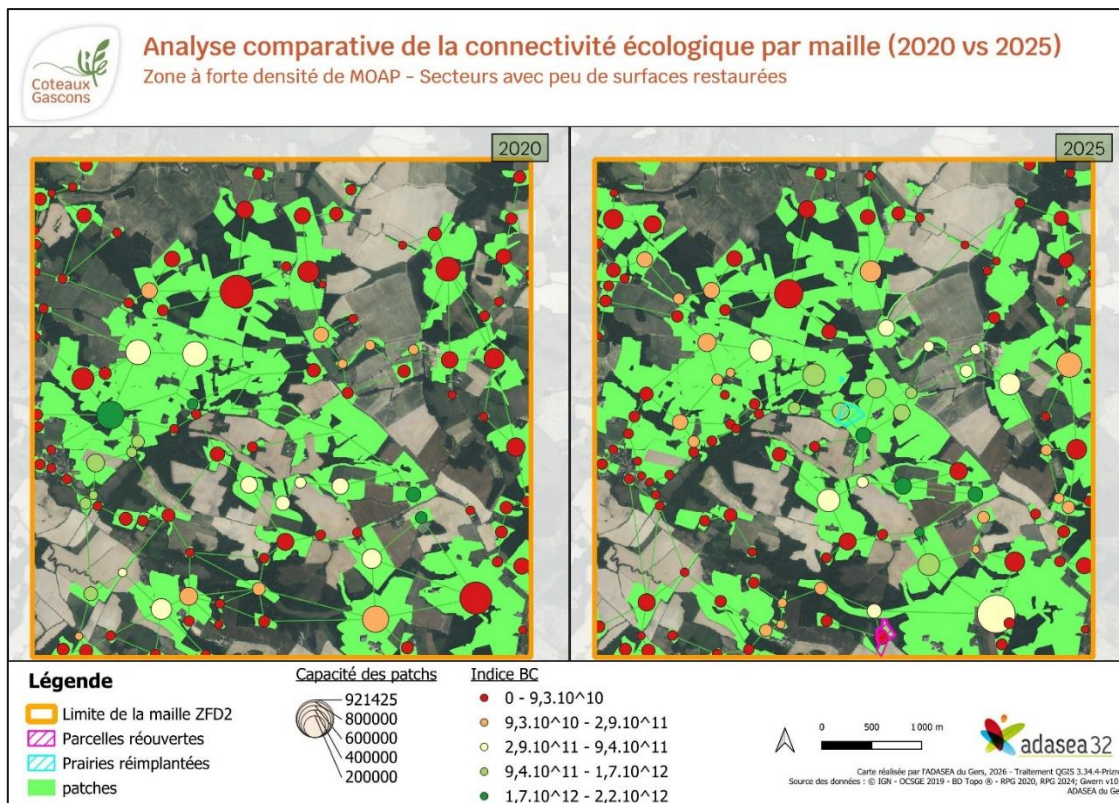


Figure 21 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille dans une zone à forte densité de MOAP avec peu de surfaces restaurées (2020 vs 2025).
Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil est déjà élevée en 2020, avec des patches relativement étendus et bien répartis dans le paysage. À l'échelle globale, cette capacité évolue peu entre 2020 et 2025, traduisant une structure déjà favorable et relativement stable.

Cependant, en se concentrant sur les zones ayant fait l'objet de travaux de restauration, des évolutions locales sont perceptibles. Les parcelles restaurées s'intègrent dans le réseau existant et contribuent ponctuellement à l'agrandissement de certains patches ou à un meilleur raccordement entre eux. Cette dynamique est visible notamment dans la partie centrale de la maille, où les travaux s'accompagnent d'une structuration plus nette des habitats.

L'indice BC reste globalement dans des classes intermédiaires (jusqu'à environ $1,7 \times 10^{12}$), mais on observe localement, à proximité des zones restaurées, une augmentation de la centralité de certains patches. Ces derniers jouent alors un rôle légèrement renforcé dans les connexions écologiques, traduisant un gain fonctionnel à petite échelle.

Ainsi, dans cette maille, les travaux de restauration ont un effet réel mais localisé. Ils viennent améliorer ponctuellement la connectivité en renforçant certains nœuds du réseau, sans pour autant modifier significativement l'organisation globale, qui reste largement déterminée par la forte densité initiale de milieux agropastoraux.

g. En dehors des corridors et des réservoirs avec peu de surfaces restaurées

Cette carte montre l'évolution de la connectivité dans un secteur situé en dehors des principaux réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques, avec peu de surfaces restaurées.

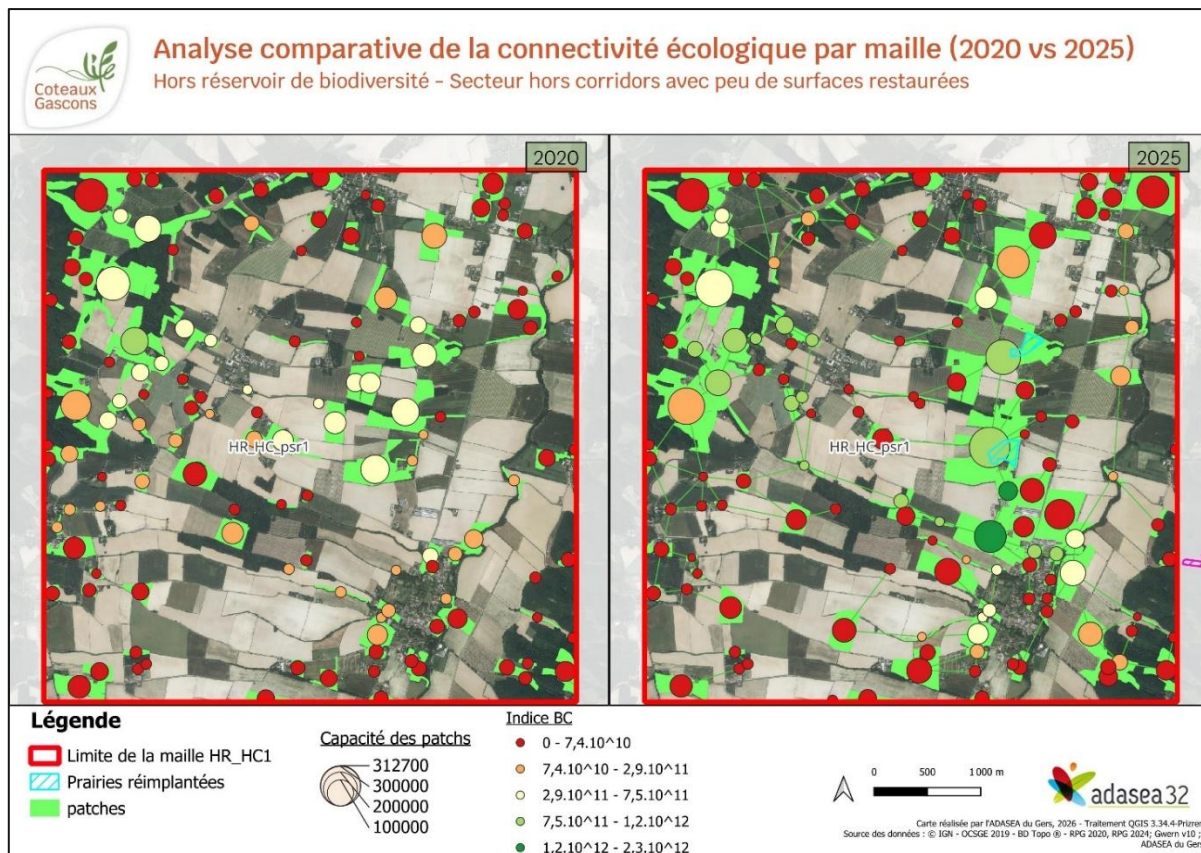


Figure 22 : Carte de l'analyse comparative de la connectivité écologique par maille hors corridors et réservoirs avec peu de surfaces restaurées (2020 vs 2025).

Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

Dans cette maille, la capacité d'accueil est globalement faible à modérée en 2020, avec des patches de petite taille, dispersés dans une matrice agricole dominante. Cette configuration traduit un paysage peu favorable à la connectivité, marqué par une forte fragmentation des habitats.

En 2025, la capacité d'accueil évolue légèrement, avec un agrandissement localisé de certains patches, notamment à proximité des zones ayant fait l'objet de travaux de restauration. Ces interventions permettent ponctuellement de renforcer la surface de milieux agropastoraux et d'améliorer leur continuité à très petite échelle.

L'indice BC reste cependant majoritairement faible (la plupart ne dépassant pas $7,5 \times 10^{11}$), traduisant un réseau peu structuré. Une amélioration locale est toutefois perceptible autour des zones restaurées, où certains patches voient leur centralité augmenter et jouent un rôle légèrement plus important dans les connexions écologiques.

Ainsi, dans cette maille, les travaux de restauration ont un effet réel mais très localisé, limité par le contexte global défavorable du paysage. En l'absence de structures écologiques fortes comme des corridors ou des réservoirs, les gains de connectivité restent modestes et ne permettent pas une amélioration significative du fonctionnement global du réseau.

h. Synthèse de l'analyse des mailles de 25 km²

L'analyse des différentes mailles met en évidence des contrastes nets dans l'évolution de la connectivité écologique selon le contexte paysager et le niveau d'intervention.

Dans les secteurs ayant bénéficié d'un taux élevé de surfaces restaurées, les résultats montrent une amélioration significative à la fois de la **capacité d'accueil** et de l'**indice BC**. Cette amélioration se traduit par un agrandissement des patchs, mais également par leur regroupement en ensembles plus continus, réduisant la fragmentation locale. L'augmentation des valeurs de BC, pouvant atteindre les classes les plus élevées (jusqu'à environ 10^{13}), indique que ces patchs jouent un rôle accru dans la structuration du réseau écologique. Les travaux de restauration apparaissent ainsi comme un levier efficace pour renforcer la connectivité, notamment dans les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques.

Dans les secteurs avec peu de surfaces restaurées, les effets observés sont plus limités et souvent localisés. Les travaux contribuent ponctuellement à améliorer la connectivité, en augmentant la capacité d'accueil ou en renforçant la centralité de certains patchs, mais ces améliorations ne suffisent pas à modifier significativement l'organisation globale du réseau. Par ailleurs, certaines évolutions négatives, comme la disparition de patchs liée à des **changements d'usage du sol**, peuvent localement contrebalancer les gains apportés par les restaurations.

Les zones à forte densité de milieux agropastoraux présentent un fonctionnement particulier. La connectivité y est déjà relativement élevée en 2020, en raison de la forte présence d'habitats favorables. Dans ces contextes, les travaux de restauration viennent principalement **renforcer et optimiser** un réseau existant, en augmentant la surface des patchs et leur rôle fonctionnel, plutôt que de créer de nouvelles continuités.

Enfin, dans les secteurs situés en dehors des corridors et des réservoirs, la connectivité reste globalement faible malgré les interventions. Les travaux y ont un effet limité, contraint par une **matrice agricole dominante** et une forte fragmentation du paysage, ce qui limite leur capacité à structurer durablement le réseau écologique.

Dans l'ensemble, ces résultats montrent que les actions de restauration améliorent effectivement la connectivité écologique, mais que leur efficacité dépend fortement du contexte spatial. Elles sont particulièrement efficaces lorsqu'elles s'inscrivent dans des zones déjà structurées ou stratégiques, comme les corridors ou les réservoirs de biodiversité, où elles permettent de renforcer des dynamiques existantes et d'optimiser le fonctionnement du réseau écologique à l'échelle du territoire.

C. ÉVOLUTION DE LA FRAGMENTATION DU PAYSAGE ENTRE 2020 ET 2025

Les résultats issus de Fragscape permettent d'évaluer l'évolution de la fragmentation du paysage entre 2020 et 2025 à l'échelle du territoire LIFE. La comparaison des indices CBC calculés pour les deux dates offre une lecture complémentaire à l'analyse de connectivité réalisée avec Graphab, en apportant une vision globale du degré de morcellement des habitats naturels et semi-naturels à l'échelle du paysage.

La carte ci-dessous représente l'indice de fragmentation CBC calculé pour chaque hexagone du territoire, pour les années 2020 et 2025. Les hexagones sont colorés selon leur valeur d'indice, allant du rouge foncé pour les valeurs les plus faibles, traduisant une forte fragmentation, au vert foncé pour les valeurs les plus élevées, traduisant un paysage peu fragmenté où les habitats naturels sont continus d'un hexagone à l'autre.

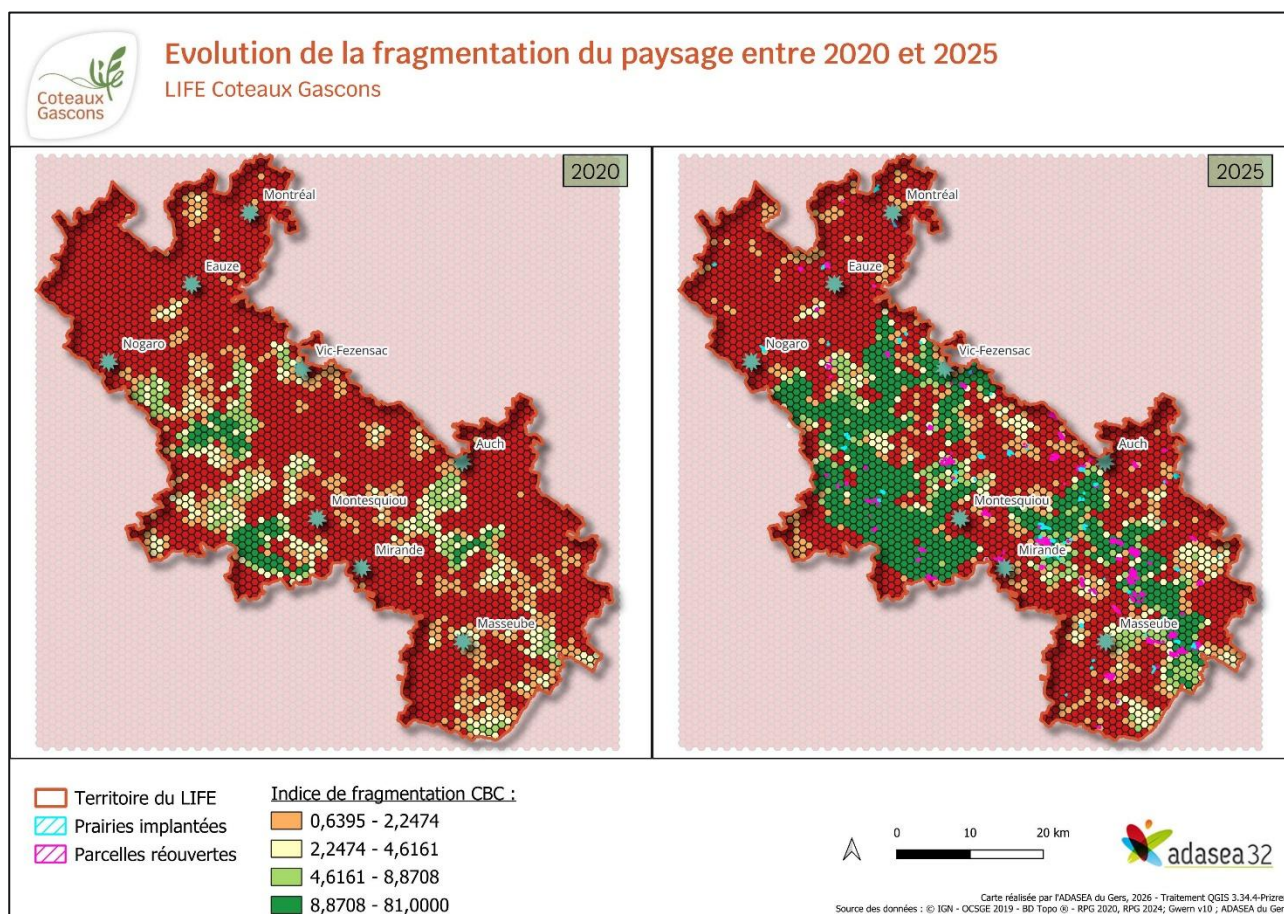


Figure 23 : Carte de l'évolution de la fragmentation du paysage entre 2020 et 2025 sur le territoire LIFE.
Source : ADASEA du Gers, GRAPHAB

L'analyse de l'évolution de l'indice de fragmentation met en évidence des dynamiques spatiales cohérentes avec les résultats obtenus sur la connectivité écologique via Graphab.

Entre 2020 et 2025, une amélioration de la structure du paysage est observable sur une large partie du territoire, avec une augmentation des valeurs élevées de l'indice CBC (en vert), traduisant une diminution de la fragmentation et une meilleure continuité des habitats. Cette évolution est particulièrement marquée dans la partie sud du territoire, correspondant au secteur de l'Astarac, où l'on observe une concentration plus importante d'hexagones présentant des niveaux de fragmentation faibles à modérés. Ces résultats confirment que ce secteur bénéficie d'un paysage plus favorable à la connectivité écologique, en lien avec une densité plus importante de milieux agropastoraux et les actions de restauration menées.

À l'inverse, la partie nord et nord-ouest du territoire, correspondant à l'Armagnac, reste majoritairement caractérisée par des valeurs faibles de l'indice CBC (en rouge), traduisant une fragmentation élevée du paysage. Malgré quelques améliorations ponctuelles, ce secteur demeure dominé par une matrice agricole intensive qui limite la continuité des habitats et freine l'amélioration globale de la connectivité.

Ainsi, cette analyse de la fragmentation confirme les tendances observées avec Graphab : une amélioration notable dans les secteurs les plus favorables et ciblés par les actions de restauration, notamment en Astarac, et des progrès plus limités dans les zones les plus contraignantes comme l'Armagnac. Elle met en évidence l'importance du contexte paysager dans l'efficacité des actions de restauration, et souligne la nécessité de poursuivre les efforts dans les secteurs les plus fragmentés.

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

A. LIMITES DE L'ETUDE

Plusieurs limites méthodologiques et liées aux données doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats présentés dans ce livrable.

La première limite concerne l'**ancienneté de certaines données sources**. L'OCS GE utilisée comme fond de base date de 2019, et la couche de pelouses sèches de référence date de 2016. Ces données ne reflètent donc pas nécessairement la réalité du territoire, ce qui peut introduire un biais dans l'évaluation des évolutions entre 2020 et 2025.

La deuxième limite porte sur les **difficultés de la photo-interprétation des MOAP**. Cet exercice, bien que réalisé avec soin par l'ADASEA 32, reste soumis à une part de subjectivité et d'incertitude, notamment pour distinguer certaines prairies par rapport aux cultures dont les signatures spectrales sont proches sur les orthophotos.

La troisième limite concerne la **généralisation des espèces dans l'analyse de connectivité**. Les paramètres retenus dans Graphab, notamment les valeurs de résistance, ont été définis à dire d'experts pour un groupe généraliste lié aux milieux agropastoraux, sans être calibrés pour une espèce cible précise. Les résultats reflètent donc une connectivité potentielle générale plutôt qu'une connectivité réelle pour une espèce donnée.

Enfin, la résolution du **raster de 20 mètres**, bien qu'adaptée à une analyse à l'échelle du territoire, peut conduire à une sous-représentation des éléments linéaires fins du paysage tels que les haies ou les bandes enherbées, qui jouent pourtant un rôle important dans la connectivité.

B. CONCLUSION

Ce livrable apporte une évaluation quantifiée et spatialisée de l'évolution de la connectivité écologique sur le territoire du LIFE Coteaux Gascons entre 2020 et 2025.

Les résultats issus de Graphab et de Fragscape montrent une amélioration globale de la connectivité sur le territoire, particulièrement marquée dans les secteurs ayant bénéficié d'un taux élevé de surfaces restaurées. Cette dynamique positive est notamment très visible dans le secteur de l'Astarac, où la structure du paysage, déjà favorable, permet aux actions de restauration de produire des effets significatifs. À l'inverse, le secteur de l'Armagnac reste globalement plus fragmenté, avec des améliorations plus limitées en raison d'un contexte agricole plus contraignant. À l'échelle globale du territoire, l'indice de connectivité équivalente (EC) progresse de 38% entre 2020 et 2025, dépassant largement l'objectif de +20% fixé par le programme. Cette augmentation résulte conjointement de l'accroissement général des surfaces de MOAP sur le territoire et de l'effet réseau produit par les actions de restauration LIFE.

L'analyse à l'échelle des mailles met en évidence que les travaux de restauration ont contribué de manière significative à l'amélioration de la connectivité écologique, notamment en augmentant la capacité d'accueil des habitats et en renforçant le rôle de certains patchs dans le réseau. Toutefois, ces évolutions ne sont pas uniquement liées aux actions menées dans le cadre du programme LIFE. Elles s'inscrivent également dans des dynamiques plus larges d'évolution de l'occupation du sol, en particulier l'augmentation des surfaces de milieux agropastoraux, qui participent également à l'amélioration du fonctionnement écologique du paysage.

La fragmentation du paysage a quant à elle diminué de manière perceptible dans les secteurs d'intervention prioritaires, témoignant de l'effet cumulatif des actions de restauration conduites durant le programme.

Les données et la méthodologie développées dans le cadre de cette étude ont vocation à être valorisées bien au-delà du seul programme LIFE. En interne, elles permettront d'affiner la priorisation des actions futures en intégrant les zones à forte concentration de MOAP et les corridors LIFE comme enjeux prioritaires, et d'enrichir les diagnostics agroécologiques réalisés sur le territoire.

Au-delà du LIFE, ces données et cette méthodologie ont déjà contribué à plusieurs démarches territoriales et institutionnelles. Ils apportent des éléments cartographiques et analytiques utiles à l'élaboration du Schéma de Cohérence Territoriale de Gascogne, du projet de Parc Naturel Régional de l'Astarac, ainsi que des Plans Locaux d'Urbanisme Intercommunaux des communautés de communes Val de Gers, Astarac Arros, Grand Armagnac et Cœur d'Astarac. Ils ont également été mobilisés dans le cadre d'une étude d'enrichissement conduite par la Direction Départementale des Territoires du Gers, et contribuent au bilan du premier plan d'actions territorial pour les aires protégées de l'Agence Régionale de la Biodiversité Occitanie.

Ces perspectives illustrent la portée des travaux engagés dans le cadre du LIFE Coteaux Gascons, qui dépassent le seul cadre du programme pour irriguer plus largement les politiques publiques de biodiversité à l'échelle départementale et régionale.

V.BIBLIOGRAPHIE

- Clauzel, C., Gaber, C., & Godet, C. (s.d.). Fiche 1 : Introduction à Graphab.
- Vuidel, G., & Foltête, J.-C. (s.d.). Graphab : logiciel de modélisation de la connectivité paysagère. Laboratoire ThéMA (Université de Franche-Comté, CNRS).
- Chailloux, M. (s.d.). Fragscape : extension QGIS pour l'analyse de la fragmentation. IRSTEA – Centre de ressources Trame Verte et Bleue.
- Jaeger, J. A. G. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation.
- Ministère de la Transition Écologique. (2010). Loi Grenelle II – Trame Verte et Bleue.
- ESRI. (s.d.). Comparaison grille carrée et grille hexagonale (support ArcGIS).

VI.ANNEXE

Annexe 1 : Liste des métriques de connectivité et leur niveau de calcul présentes dans Graphab
(Sourcesup par RENATER)

Famille	Métrique de connectivité	Code	Niveau de calcul			Delta métriques
			Global	Comp.	Local	
Métriques pondérées	Flux	F	×	×	×	
	Connectivité équivalente	EC	×	×		×
	Probabilité de Connectivité	PC	×	×		×
	Flux d'interaction (remplace FPC)	IF			×	
	Fractions de delta Probabilité de Connectivité	dPC				×
	Indice de centralité intermédiaire	BC			×	
	Indice Intégral de Connectivité	IIC	×	×		×
	Flux circuit	CF			×	
Métriques de surface	Taille moyenne des composantes	MSC	×			
	Taille de la plus grande composante	SLC	×			
	Probabilité de coïncidence de classe	CCP	×			
	Taille de composante attendue	ECS	×			
Métriques topologiques	Degré du noeud	Dg			×	
	Coefficient de groupement	CC			×	
	Centralité de proximité	CCe			×	
	Excentricité	Ec			×	
	Corrélation de connectivité	CCor			×	
	Nombre de composantes	NC	×			
	Diamètre	GD	×	×		×
	Indice d'Harary	H	×	×		×
	Lambda de Wilks	W	×			

Terme	Signification
n	Nombre de taches
nc	Nombre de composantes
n_k	Nombre de taches de la composante k
N_i	Ensemble des taches voisines de la tache i
a_i	Capacité de la tache i (en général sa surface)
ac_k	Capacité de la composante k (somme des capacités des taches qui la composent)
A	Surface de la zone d'étude
d_{ij}	distance entre les taches i et j (en général la distance de moindre coût qui les sépare)
$e^{-\alpha d_{ij}}$	Probabilité de déplacement entre les taches i et j
α	Frein de la distance vis-à-vis des déplacements
β	Exposant permettant de pondérer plus ou moins la capacité

Connectivité équivalente (EC)	Formule	Signification
Niveau global Niveau composante Delta	$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$	Racine carrée de la somme des produits de la capacité de tous les couples de tâches pondérées par leur probabilité d'interaction.
Valeurs	L'unité correspond à l'unité des capacités des tâches. Valeur minimale : 0 Valeur maximale : capacité totale des tâches	
Commentaire	Pour chaque couple de tâches, le chemin du graphe utilisé est celui qui maximise $e^{-\alpha d}$, c'est-à-dire celui qui minimise la distance d (ou le coût) entre les tâches i et j .	
Référence	[Saura et al.(2011)]	

Indice de centralité intermédiaire (BC)	Formule	Signification
Niveau local	$BC_i = \sum_j \sum_k a_j^\beta a_k^\beta e^{-\alpha d_{jk}}$ $j, k \in \{1..n\}, k < j, i \in P_{jk}$	Somme des plus courts chemins passant par la tâche focale i, chaque chemin étant pondéré par le produit des capacités des tâches reliées et de leur probabilité d'interaction. P_{jk} représente l'ensemble des tâches traversées par le plus court chemin entre les tâches j et k.
Valeurs	Les valeurs dépendent du paramétrage. Elles correspondent à un poids de transit potentiel. Valeur minimale : 0 Valeur maximale : surface totale de l'habitat au carré.	
Commentaire	Avec un paramétrage de $\alpha = 0$ et $\beta = 0$ (pondération uniforme des chemins), on retrouve l'indice BC tel qu'il est utilisé dans d'autres types de graphes. Un paramétrage de $\alpha = 0$ et $\beta = 1$ donne aux chemins un poids égal au produit des capacités des tâches qu'ils relient, quelle que soit leur distance. Dans [Foltête et al.(2012a), Foltête et al.(2012b)], l'indice BC_l a été proposé pour pondérer plus fortement les chemins supérieurs au critère choisi (distance de dispersion par exemple). Mais des tests ont ensuite montré que cet indice était très fortement corrélé au BC pondéré avec $\alpha = 0$. Dans [Bodin and Saura(2010)], le BC_{pc} correspond au BC pondéré avec d égal à la distance de dispersion, α tel que $e^{-\alpha d} = 0.05$ et $\beta = 1$.	
Références	[Bodin and Saura(2010)] [Foltête et al.(2012a)]	

