

Revue critique

RNN Pinail – Plan de transformation

Juillet 2025



vertigo
lab

Document préparé par



Vertigo Lab

87 quai des Queyries
Ecosystème Darwin
33100 BORDEAUX

Pour le compte de :

Association GEREPI

Kévin Lelarge, conservateur RNN Pinail

34B Place de la Libération
86210 Vouneuil-sur-Vienne
www.reserve-pinail.org



Table des matières

Table des matières.....	2
Introduction.....	3
1. Bilan d'émissions prospectif 2030.....	4
1.1. Introduction.....	4
1.2. Evolution des émissions entre 2023 et 2030.....	4
1.3. Répartition des émissions de GES.....	5
1.4. Evolution des émissions réduites et séquestrées.....	6
2. Principaux postes d'émission et axes d'amélioration.....	7
2.1. Déplacements.....	7
2.1.1. Déplacements des visiteurs.....	7
2.1.2. Déplacements professionnels des salariés.....	12
2.1.3. Déplacements domicile-travail.....	14
2.2. Pratiques agricoles et impact du troupeau.....	17
2.3. Énergies renouvelables et autonomie énergétique.....	19
2.3.1. Installation de panneaux photovoltaïques.....	19
2.3.2. Impact de l'installation et gain CO ₂	19
2.3.3. Scénarios envisagés pour la Réserve.....	20
3. Trajectoire carbone et évolution des intensités carbone.....	22
3.1. Trajectoires carbone de différents scénarios par rapport à un scénario compatible avec l'Accord de Paris.....	22
3.2. Evolution des intensités carbone entre 2023 et 2030.....	24
3.3. Conclusion.....	26
3.4. Perspectives.....	26
4. Annexes.....	27

Introduction

Dans le cadre de la transition bas carbone de la Réserve Naturelle du Pinail, une revue critique du bilan carbone prospectif a été réalisée afin d'évaluer la fiabilité des hypothèses, d'identifier les marges d'amélioration et de proposer des actions concrètes pour orienter la stratégie de réduction des émissions. Ce travail s'appuie sur l'évaluation préalable de l'empreinte carbone actuelle de gestion de l'aire protégée par son gestionnaire, l'association GEREPI, dont les résultats synthétiques sont présentés en annexe 1.

Cette revue critique s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue et vise à garantir la pertinence des résultats obtenus. Elle repose sur une analyse détaillée des principaux postes d'émission, sur une évaluation des incertitudes associées aux données utilisées, ainsi que sur une proposition d'axes d'amélioration réalistes et adaptés au contexte spécifique de la réserve et de son plan de transformation dont les orientations synthétiques sont présentées en annexe 2.

L'objectif est double : fournir une vision éclairée des limites du bilan carbone et identifier des leviers d'action concrets pour maximiser l'impact des efforts de réduction des émissions.

1. Bilan d'émissions prospectif 2030

1.1. Introduction

Pour mener à bien ce bilan d'émissions prospectif à l'horizon 2030, nous avons considéré le même périmètre géographique, ainsi que les mêmes postes d'émissions que pour le Bilan Carbone 2023, excepté pour le poste des investissements pour lequel nous avons dû procéder à une évolution méthodologique. En effet, là où dans la méthodologie Ademe nous avons appliqué des taux d'amortissement et calculé un poste à part entière pour les investissements, cette méthodologie n'était pas applicable pour un bilan d'émissions prospectif. Nous avons donc comptabilisé ces émissions dans d'autres postes d'émissions (par exemple, l'achat du buddy a été comptabilisé dans les émissions relatives aux achats de biens) et appliqué un coefficient de renouvellement à l'ensemble des biens et des services.

Par ailleurs, nous avons considéré une inflation nulle entre 2023 et 2030 pour que les acteurs de la Réserve puissent s'approprier aisément les valeurs monétaires renseignées. La valeur de l'inflation n'est de toute façon pas homogène selon les biens et services et ne peut être prédite à l'horizon 2030 avec certitude.

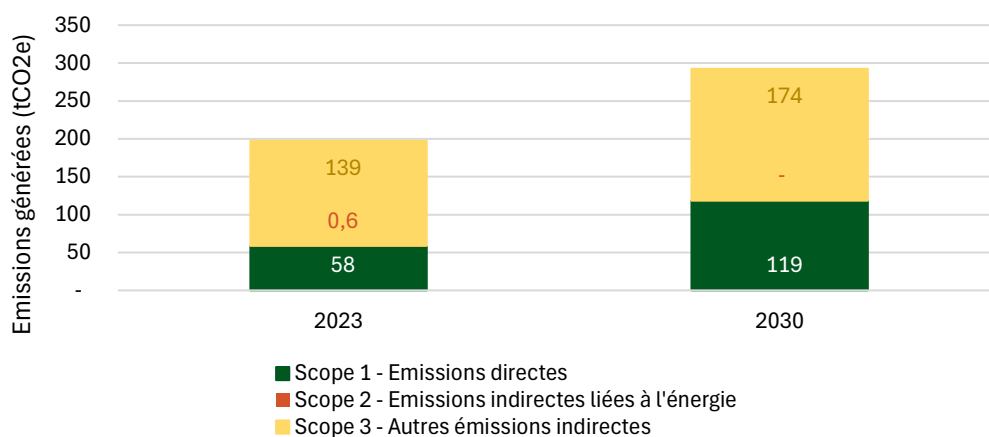
1.2. Evolution des émissions entre 2023 et 2030

Dans le cadre du plan de transformation de la Réserve naturelle nationale (RNN) du Pinail, une projection des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 a été réalisée. Les résultats montrent une **augmentation de 47 % des émissions totales de GES entre 2023 (210 tCO₂e) et 2030**. Cette hausse est principalement attribuable à :

- La montée en charge du **troupeau pastoral** (+100 % d'émissions en scope 1),
- L'augmentation du **nombre de visiteurs** et des investissements matériels, notamment en infrastructures et équipements techniques (scope 3, +60 %),
- En parallèle, les émissions de **scope 2 (liées à l'électricité achetée)** seront nulles grâce à l'autonomie énergétique obtenue via l'installation de 300 m² de panneaux photovoltaïques.

Le graphique correspondant met en évidence le déplacement des parts relatives entre scopes, avec une forte montée en charge du scope 3, qui reste majoritaire, suivi du scope 1.

Evolution des émissions de GES générées entre 2023 et 2030

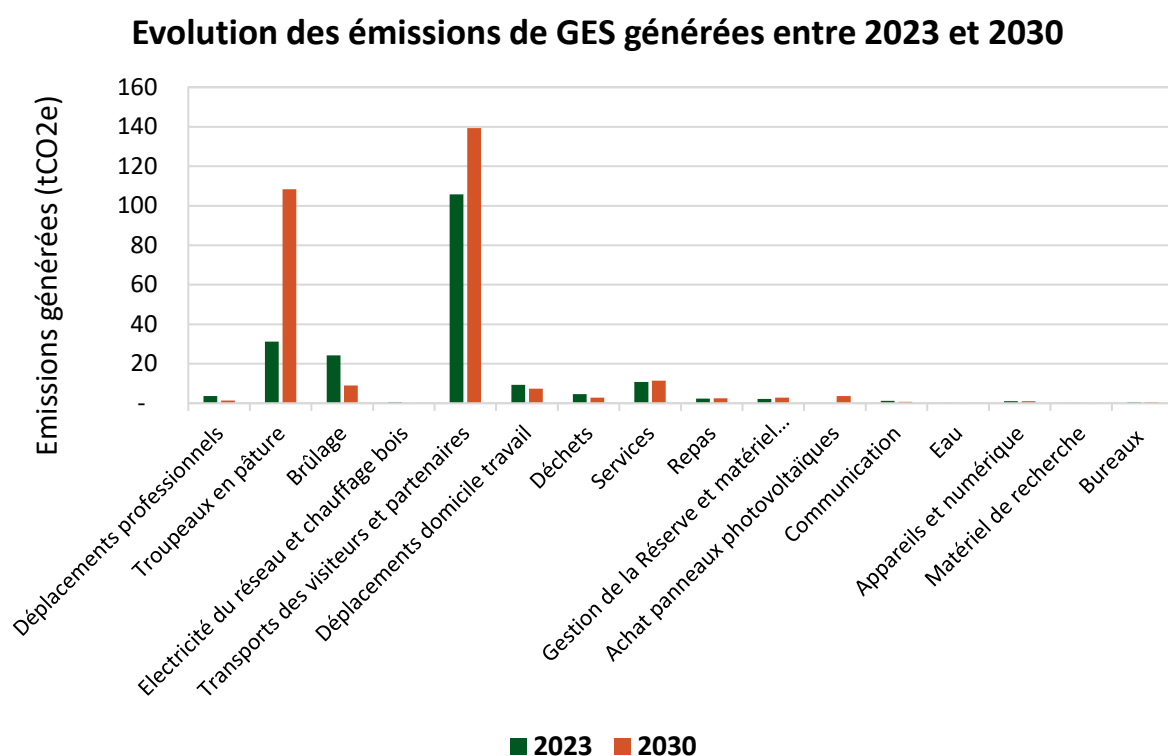


1.3. Répartition des émissions de GES

Les cinq principaux postes d'émissions identifiés pour 2030 sont :

1. Les **transports des visiteurs et partenaires**,
2. Le **troupeau** (pâturage itinérant),
3. Le **brûlage dirigé** de la biomasse,
4. Les **services externalisés** (alimentation, prestataires, assurances),
5. Les **déplacements domicile-travail** des agents.

Ces différents postes se répartissent de la manière suivante :



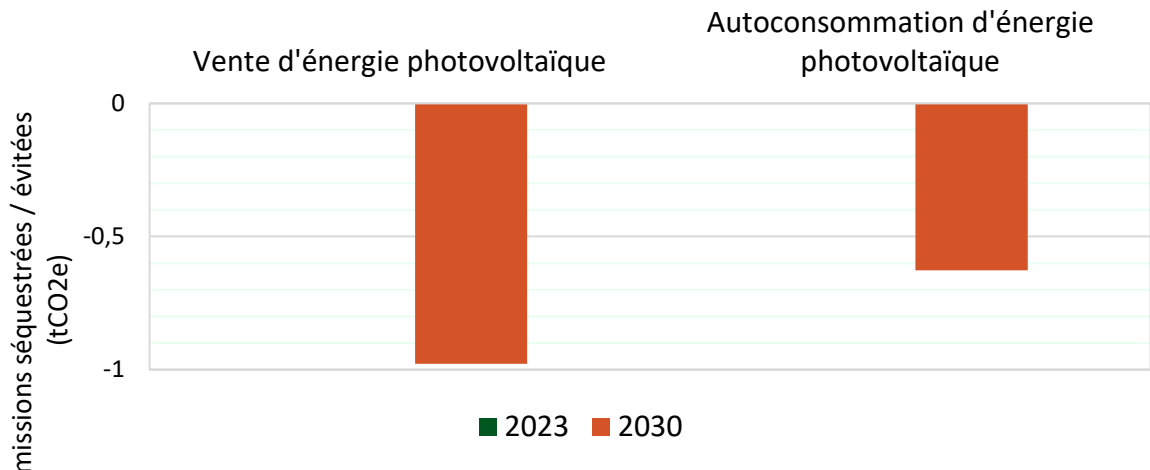
1.4. Evolution des émissions réduites et séquestrées

Le plan prévoit :

- Une **réduction annuelle de 0,6 tCO₂e** liée à l'abandon de l'achat d'électricité,
- Une **réduction de 1 tCO₂e/an** au bénéfice du réseau, grâce à la revente d'électricité photovoltaïque,
- Une **séquestration estimée à 817 tCO₂e en 2030**, extrapolée à partir de la valeur actuelle des écosystèmes, sans prise en compte des effets potentiels du changement climatique sur leur capacité de stockage.

Les résultats de réduction sont illustrés dans des histogrammes quantifiant les émissions :

Evolution des émissions de GES évitées entre 2023 et 2030



Concernant les émissions séquestrées, l'objectif de la mission n'était pas de faire une évaluation quantitative précise des émissions en fonction de l'évolution du milieu naturel et du climat. Pour les émissions séquestrées en 2030, nous avons réalisé une extrapolation à partir des données 2023 : la Réserve se dote de 4ha supplémentaires de prairie. Ces émissions séquestrées s'élèvent à 817 tCO₂e / an à l'horizon 2030.

2. Principaux postes d'émission et axes d'amélioration

2.1. Déplacements

Les déplacements constituent le poste d'émission le plus important dans le bilan d'émissions de la Réserve Naturelle du Pinail, impacté par la fréquentation croissante du site et les modes de transport privilégiés par les visiteurs, partenaires et salariés. Cette section vise à analyser les incertitudes associées aux données de déplacement, les marges d'amélioration possibles, ainsi que les actions recommandées pour réduire l'empreinte carbone de ce poste.

2.1.1. Déplacements des visiteurs

Calculs et hypothèses

Les déplacements des visiteurs représentent le poste d'émission principal de la Réserve Naturelle du Pinail. En 2023, les **14 977 visiteurs et partenaires** ont généré une empreinte carbone totale de **106 tCO₂e**. Pour modéliser l'évolution de ces émissions en 2030, nous avons appliqué deux hypothèses :

- La Réserve prévoit une augmentation de son nombre de visiteurs par **1,5** en 2030 par rapport à 2023 (soit **22 465 visiteurs**).
- En 2030, le parc automobile français est supposé être constitué de 15% de véhicules électriques¹.

En appliquant un facteur d'émission réduit pour 15 % des visiteurs motorisés (pour les visiteurs se déplaçant en véhicules individuels, hors scolaires qui se déplacent en cars scolaires), les émissions projetées à 2030 s'élèvent à **139 tCO₂e**, contre 159 tCO₂e si l'augmentation avait été linéaire sans transition énergétique. Cette approche permet de prendre en compte une partie des effets bénéfiques attendus de la décarbonation progressive du transport individuel.

L'hypothèse formulée sur l'évolution du parc de véhicules français présente plusieurs limites :

- Elle suppose qu'un échantillon représentatif de visiteurs de la Réserve possède un véhicule électrique, acte d'achat pouvant être largement dépendant des catégories socio-professionnelles de visiteurs (coût d'accès de l'électrique) et des contextes de visites (scolaires, familles locales, touristes, etc.).
- Elle ne prend pas en compte la disponibilité de bornes de recharge électrique sur le site, ou à proximité, qui pourrait constituer un frein à l'usage de véhicules électriques.
- L'hypothèse repose également sur une uniformité des usages des véhicules électriques, alors qu'il est probable qu'ils soient plus largement plébiscités en zones urbaines que rurales.

Piste d'action 1 : réalisation d'une enquête de mobilité auprès des visiteurs

Avant d'envisager des mesures concrètes pour réduire l'empreinte carbone liée aux déplacements des visiteurs, il nous paraît essentiel de **mener une enquête de mobilité**. Cet outil permettra de mieux comprendre le profil des visiteurs, leur mode privilégié de déplacement, leurs motifs de déplacement vers la Réserve, ainsi que les efforts qu'ils sont prêts à fournir pour faire évoluer leurs habitudes en matière de déplacements.

L'enquête de mobilité doit permettre de recueillir des informations précises sur :

- ✓ Le type de véhicule utilisé : thermique, hybride, électrique ;
- ✓ Les distances parcourues pour se rendre à la réserve, en distinguant les visiteurs locaux, régionaux, nationaux et scolaires ;
- ✓ Les habitudes de covoiturage, en identifiant la part réelle des trajets réalisés en covoiturage par rapport aux hypothèses initiales, ainsi que le nombre de personnes par véhicule ;
- ✓ La nature du déplacement : déplacement spécifique pour visiter la réserve, ou combiné avec d'autres activités (tourisme, visites familiales, etc.) ;
- ✓ La sensibilité des visiteurs à des solutions de transport alternatif (navettes dédiées, parkings relais, pistes cyclables, etc.).

¹ Développer les véhicules électriques : article publié par le ministère de la Transition Ecologique et de l'Aménagement des Territoires. Chiffre donné dans le cadre des travaux de planification écologique, et en préparation de la prochaine révision de la SNBC

Ces données permettront non seulement de valider ou d'affiner les hypothèses actuelles, mais également de mieux cibler les actions prioritaires pour réduire les émissions liées aux déplacements.

Par exemple, si une proportion significative de visiteurs se rend à la Réserve en combinant cette visite avec d'autres activités touristiques ou professionnelles, il conviendra de pondérer leur impact carbone en conséquence. De même, pour affiner les hypothèses de covoiturage : actuellement, la modélisation repose sur une hypothèse de taux de covoiturage estimée pour certaines catégories de visiteurs (2,5 personnes par véhicule individuel). Si l'enquête révèle une pratique de covoiturage plus courante ou, au contraire, plus rare que prévu, cela pourra influencer sur l'empreinte carbone totale.

L'enquête permettra de mieux comprendre l'acceptabilité des mesures qui pourraient être envisagées au niveau local : navettes électriques, incitations au covoiturage, développement de pistes cyclables, etc.

Facilité de mise en œuvre : ★

L'enquête de mobilité est relativement facile à organiser, notamment via des supports numériques (QR code, formulaire en ligne) ou papier à l'entrée de la Réserve. Sa réussite dépend de la mobilisation des équipes pour la conception, la diffusion et l'analyse des données. Elle peut être confiée à un service civique ou menée en partenariat avec un organisme externe, ce qui allège sa mise en œuvre.

Coût de mise en œuvre : ★

Le coût est modéré. En interne, les frais sont essentiellement liés au temps humain. En cas d'externalisation (bureau d'étude, réseau étudiant), un budget plus conséquent est à prévoir.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★

L'enquête n'a pas d'impact direct sur les émissions, mais constitue un préalable stratégique à toute action pertinente sur les déplacements. Elle permet d'affiner les hypothèses de modélisation et d'identifier les leviers de réduction les plus adaptés aux profils des visiteurs.

Co-bénéfices RSE : ★★

L'enquête joue un rôle pédagogique en sensibilisant les visiteurs à leurs modes de déplacement et peut favoriser l'adhésion à des solutions alternatives (navettes, covoiturage, mobilités douces). Elle facilite également la coopération avec les acteurs du territoire en apportant des données fiables.

Piste d'action 2 : installation d'une borne de recharge électrique

Afin de favoriser la transition vers des modes de transport moins émissifs, et en cohérence avec l'hypothèse de 15 % de véhicules électriques dans le parc automobile français en 2030, il est recommandé de développer des infrastructures adaptées sur le site de la Réserve ou à proximité. La mise en place d'une borne de recharge pour véhicules électriques permettrait d'encourager les visiteurs disposant de véhicules électriques à se déplacer jusqu'à la Réserve, tout en répondant à une demande croissante liée à l'électrification progressive du parc automobile. Cette borne pourrait, dans l'idéal, être alimentée par

l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques de la Réserve (voir partie « Énergies renouvelables et autonomie énergétique »), garantissant ainsi une empreinte carbone minimale pour la recharge. Il serait pertinent de prévoir une étude de faisabilité pour déterminer la capacité nécessaire en fonction de l'affluence estimée et de la part de véhicules électriques attendue parmi les visiteurs, estimée à environ 15 % du parc automobile total en 2030.

Facilité de mise en œuvre : ★★

L'installation technique d'une borne de recharge murale, adaptée aux usages privés et en entreprise (7 kW) est relativement simple, en particulier si l'infrastructure électrique du site est déjà adaptée. Toutefois, certains éléments peuvent compliquer la mise en œuvre : nécessité de faire une demande préalable auprès du gestionnaire du réseau électrique, travaux pour tirer une ligne électrique dédiée, intégration de la borne au système photovoltaïque, obtention d'autorisations ou de financements...

Coût de mise en œuvre : ★★

Le coût varie selon la puissance, le type d'installation, et les options associées (monétique, supervision, abri, etc.). Ce coût d'installation varie entre 1 200 et 2 500 €HT pour une borne murale.²

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★★★

Cette action facilite l'usage de l'électrique et permet donc une réduction des émissions associées au poste des déplacements. Cette solution peut s'avérer très efficace en matière de réduction des GES : sur la base des hypothèses établies (15 % de visiteurs en véhicules électriques, 50 km A/R), cela représente une réduction de plus de 20 tCO₂e chaque année. L'installation d'une borne standard (puissance 11 à 22 kW) représente une empreinte carbone moyenne de 500 à 800 kgCO₂e/borne (fabrication, transport, installation, maintenance sur 10 ans).³

Co-bénéfices RSE : ★★

L'installation de bornes valorise la production sur site d'électricité renouvelable (si couplée aux panneaux solaires), sensibilise les visiteurs à l'électrique et aux pratiques bas-carbone et peut favoriser des partenariats avec les collectivités ou acteurs locaux (mobilité, énergies, tourisme vert).

Piste d'action 3 : plaidoyer politique pour le développement du réseau de transports en commun et les mobilités douces

Parallèlement à la réalisation de l'enquête de mobilité, la Réserve pourrait engager un travail de plaidoyer auprès des collectivités locales pour améliorer l'accessibilité en transports en commun. Plutôt que de proposer la mise en place de navettes dédiées uniquement à la Réserve, qui est une solution coûteuse et difficilement soutenable pour les

² Rapport GIREVE, AVERE France (2022-2023) ; Etudes comparatives de l'ICCT ; Données de fabricants (EVBox, Schneider Electric, ABB notamment)

³ Rapport GIREVE, AVERE France (2022-2023) ; Etudes comparatives de l'ICCT ; Données de fabricants (EVBox, Schneider Electric, ABB notamment)

collectivités, l'objectif serait de favoriser le passage de lignes de bus existantes à proximité du site, avec la création d'un arrêt proche de l'entrée de la Réserve.

Ce type d'aménagement pourrait s'intégrer dans un schéma de mobilité plus global entre Poitiers, Chauvigny, Vouneuil-sur-Vienne, Bonneuil-Matours et Montamisé, qui sont des communes situées dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour de la Réserve. Il s'agirait de faire en sorte que les itinéraires de bus régionaux ou départementaux incluent un arrêt à proximité du site ou un arrêt relais connecté à une solution douce (piste cyclable ou service de location de vélo).

Une autre piste consisterait à promouvoir la mise en place de pistes cyclables sécurisées depuis les villages voisins, en particulier Montamisé⁴. Des vélos en libre-service ou des parkings vélo aménagés pourraient compléter cette offre.

Facilité de mise en œuvre : ★

Cette action repose essentiellement sur la mobilisation des collectivités locales, des opérateurs de transport et la planification d'infrastructures à moyen/long terme. Elle nécessite des échanges politiques, une coordination territoriale, et potentiellement des arbitrages budgétaires à l'échelle intercommunale. Sa mise en œuvre effective dépendra donc du contexte politique local et des priorités territoriales.

Coût de mise en œuvre : ★

Le plaidoyer ne nécessite que peu de ressources financières directes pour la Réserve. Il implique toutefois du temps de coordination, la production d'arguments chiffrés (issus de l'enquête de mobilité) et éventuellement des rencontres avec les collectivités et partenaires institutionnels.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★★★

Si la mise en œuvre est effective (création d'un arrêt de bus à proximité, extension d'une ligne existante, liaison vélo entre la gare de Chauvigny et la Réserve, etc.), les émissions réduites peuvent être très intéressantes, notamment en limitant la part de la voiture individuelle dans les déplacements visiteurs.

Co-bénéfices RSE : ★★★

Cette action favorise l'inclusion sociale (accès facilité pour les publics non motorisés, scolaires, publics éloignés, etc.), améliore la qualité de l'air localement, et s'inscrit dans une dynamique de mobilité durable au niveau territorial.

Piste d'action 4 : incitations et sensibilisation aux déplacements responsables

Pour encourager les visiteurs à adopter des modes de transport plus durables comme le covoiturage, le vélo ou les transports en commun, la Réserve pourrait mettre en place des **incitations** à leur utilisation. L'idée serait de proposer des avantages spécifiques aux visiteurs qui choisissent des mobilités douces. Cela pourrait prendre la forme d'activités gratuites ou de réductions sur le prix de certaines activités (aujourd'hui gratuites), comme par exemple, une visite naturaliste thématique offerte pour tout choix de mobilité douce. De telles incitations permettraient de valoriser les efforts de ceux qui optent pour des modes

⁴ Montamisé est desservi par des services de transport à la demande tels que le **Flex'e-bus** du réseau Vitalis de Grand Poitiers. Ce service nécessite une réservation préalable et ne couvre pas directement la réserve, mais pourrait être envisagé comme une solution partielle pour améliorer l'accessibilité.

de transport moins émissifs (covoiturage, mobilité douce), tout en sensibilisant les visiteurs à l'impact positif de leurs choix.

Enfin, une **campagne de sensibilisation** et d'incitation au covoiturage peut être réalisée. L'idée serait de s'appuyer sur des plateformes existantes pour proposer un système de mise en relation facilitée entre visiteurs, notamment via des solutions numériques (application dédiée, groupes de discussion sur les réseaux sociaux, partenariats avec des services de covoiturage locaux).

Facilité de mise en œuvre : ★

Cette action est relativement simple à mettre en place, car elle repose sur des outils de communication, des avantages symboliques, et des partenariats avec des plateformes existantes de covoiturage ou réseaux sociaux.

Coût de mise en œuvre : ★

Le coût est modéré. Il peut inclure la production de supports de communication, et possiblement la création ou la gestion d'un espace numérique de mise en relation pour le covoiturage.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★

L'efficacité dépendra fortement du taux d'adhésion des visiteurs à ces incitations. Elle est modeste à court terme, mais les changements de comportements peuvent produire des effets positifs durables si les mesures sont bien ciblées et répétées dans le temps. Cette piste constitue un bon levier complémentaire aux infrastructures et aux offres de transport, mais elle ne peut suffire seule à transformer profondément les pratiques.

Co-bénéfices RSE : ★★

Cette action renforce l'engagement citoyen et la sensibilisation à la transition écologique.

2.1.2. Déplacements professionnels des salariés

Calculs et hypothèses

En 2023, le véhicule thermique de la Réserve émettait 0,8 tCO₂e pour 5330km réalisés sur l'année. Il servait à la fois à l'entretien de la Réserve, notamment à relier le Moulin à la Maison de la Réserve, mais également aux déplacements professionnels des salariés.

Piste d'action 1 : mise à disposition d'un buggy électrique pour les déplacements internes

En 2030, la Réserve souhaite se doter d'un buggy électrique pour faciliter les déplacements internes au site, réduisant ainsi la dépendance aux véhicules thermiques. Ce buggy devrait parcourir 3150 km par an, soit environ 70 km par semaine sur une base de 45 semaines travaillées par an, pour une empreinte annuelle de 0,3 tCO₂e. La relocalisation de la Maison de la Réserve à proximité immédiate du Moulin, prévue d'ici 2030, permettra de centraliser les fonctions d'accueil, de gestion et d'entretien, réduisant ainsi la nécessité de

déplacements motorisés sur de longues distances. Le buggy électrique viendra en appui aux missions d'entretien sur le terrain.

Bien que ce nouveau véhicule ne se substitue pas directement à l'ancien usage du véhicule thermique, il s'inscrit dans une logique de réduction ciblée des émissions pour les déplacements internes. À distance parcourue équivalente, le passage à un véhicule électrique permet de diviser par plus de deux⁵ les émissions de gaz à effet de serre, tout en limitant les nuisances sonores et les perturbations pour la faune locale.

Par ailleurs, le buggy nécessite environ 470 kWh par an pour son fonctionnement (calculé sur une consommation moyenne de 15 kWh pour 100 km parcourus). Cette électricité est intégralement produite par les 300 m² de panneaux photovoltaïques de la Réserve (voir partie « Énergies renouvelables et autonomie énergétique »), ce qui permet de réduire davantage l'empreinte carbone globale des déplacements internes.

Facilité de mise en œuvre : ★

Cette action ne présente pas de difficulté particulière de mise en œuvre.

Coût de mise en œuvre : ★★

Le coût est modéré et varie selon la gamme de véhicule envisagée.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★

L'achat d'un buggy permet de réduire les émissions de GES, toutefois cette réduction est peu significative comparativement aux autres émissions liées aux déplacements.

Co-bénéfices RSE : ★

Cette action permet une meilleure préservation de la qualité de l'air sur la Réserve et réduit les nuisances sonores pour les animaux. Par rapport à un véhicule plus conventionnel, le buggy permet également de mieux préserver les sols lors des allées et venues.

Piste d'action 2 : remplacement du véhicule thermique de la Réserve par un véhicule électrique et électrification du matériel

En 2023, les achats de carburants (essence et gazole) nécessaires au fonctionnement des véhicules de service et du matériel de gestion représentaient une dépense totale de 2070 € (grand livre comptable). Cette consommation a généré près de 3 tCO₂e sur l'année, dont 2,2 tCO₂e issues des carburants utilisés pour les équipements de gestion (comme les débroussailleuses ou les motofaucheuses) et 0,6 tCO₂e pour le véhicule thermique utilisé par l'équipe.

En 2030, le passage à un véhicule électrique permet de diviser significativement cette empreinte. À raison d'une consommation moyenne de 15 kWh pour 100 km, le véhicule nécessitera environ 1 500 kWh par an pour parcourir les 10 000 km estimés. Cette électricité sera entièrement fournie par les 300 m² de panneaux photovoltaïques installés sur la Maison de la Réserve (voir partie dédiée), ce qui permet de réduire les émissions associées aux

⁵ À kilométrage équivalent, cela représente une réduction d'environ 60 % des émissions par rapport à un véhicule thermique classique.

électrons du réseau (mix énergétique moyen français). Ainsi, l'empreinte carbone de la phase d'usage est quasi nulle.

Cette action permettrait une réduction de plus d'1,2 tCO₂e par an.

Facilité de mise en œuvre : ★

La mise en place de cette action nécessite un investissement initial important (achat d'un véhicule électrique, renouvellement du matériel de gestion), ainsi qu'une planification logistique pour adapter les usages aux équipements électriques (autonomie, recharges, période de recharges, puissance). Toutefois, ces technologies sont aujourd'hui largement disponibles sur le marché et bien maîtrisées, ce qui rend la mise en œuvre réaliste à court terme.

Coût de mise en œuvre : ★★★

Le coût d'acquisition d'un véhicule électrique neuf et de matériel de gestion électrique reste élevé⁶. À cela s'ajoute le coût d'installation éventuel de prises ou bornes de recharge, bien que les panneaux photovoltaïques de la Réserve puissent assurer l'autoconsommation sous bonnes conditions météorologiques. L'investissement initial est donc conséquent, bien que les coûts d'usage soient ensuite faibles.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★

L'action permet une réduction directe de 1,2 tCO₂e/an, ce qui en fait un levier intéressant de décarbonation. À cela s'ajoute la disparition progressive des émissions liées à l'entretien mécanique de véhicules thermiques, ainsi que les coûts associés.

Co-bénéfices RSE : ★★★

Outre la réduction des émissions, l'électrification améliore la qualité de l'air localement (zéro émission de particules ou NO_x sur site), réduit les nuisances sonores et diminue les risques de pollution liés aux carburants (stockage, fuite, manipulation).

2.1.3. Déplacements domicile-travail

Calculs et hypothèses :

En 2023, les trajets domicile-travail ont généré un total de **9,4 tCO₂e**, calculé sur la base de **43 383 km parcourus** par **6,8 ETP**. Ce résultat repose sur l'hypothèse d'une utilisation majoritaire de véhicules thermiques individuels, sans prise en compte de covoiturage ou de moyens de transport décarbonés comme le vélo ce qui pourrait sous-estimer les marges de progrès.

L'objectif fixé pour 2030 est de réduire cette empreinte carbone, malgré une augmentation prévue du nombre d'ETP à **7,4**. L'empreinte carbone projetée pour 2030 est estimée à **7,3 tCO₂e**, soit une réduction notable par rapport à 2023. Ce progrès repose sur plusieurs initiatives concrètes :

⁶ Malgré les aides publiques à l'achat d'un véhicule électrique

- ✓ Hébergement sur site (au sein du mobil-home construit d'ici 2030 et prévu à cet effet) de deux services civiques, équivalant à 1,1 ETP n'effectuant plus de trajets domicile-travail grâce à l'installation d'un mobil-home en bois sur la Réserve.
- ✓ Adoption du vélo par un salarié de la Réserve, pour ses déplacements quotidiens qui était initialement opéré en véhicule thermique.

Ces efforts permettent une réduction significative des émissions, bien que l'utilisation de véhicules thermiques pour 5,3 ETP en 2030 reste prédominante. Le facteur d'émission utilisé pour ces calculs demeure de 0,22 kgCO₂e/km, correspondant à un véhicule thermique moyen en 2018⁷. Ce chiffre est conservateur au regard des évolutions attendues du parc de véhicules français, mais il permet de modéliser un scénario où aucune amélioration technologique majeure n'aurait été adoptée par les salariés de la Réserve d'ici 2030.

Piste d'action 1 : hébergement sur site

L'installation d'un mobil-home sur la Réserve pour accueillir **1,1 ETP** présente un **levier intéressant de réduction de l'empreinte carbone liée aux déplacements domicile-travail**. En effet, ce choix permet d'éliminer l'impact carbone des trajets quotidiens qui auraient été effectués par ces salariés, en favorisant une présence sur site.

Le mobil-home génère des émissions de GES de **3,6 tCO₂e** pour la phase de fabrication, ce qui correspond au FE moyen d'un mobil-home de 25 m² éco-construit (bois, paille, pierre, terre). Afin de prendre en compte sa durée de vie estimée à 30 ans, un coefficient de renouvellement est appliqué, répartissant cette empreinte carbone sur la période d'utilisation prévue. Cela revient à un impact annuel de **0,1 tCO₂e/an**.

En comparaison, l'empreinte carbone des trajets domicile-travail pour **1,1 ETP** a été estimée à **1,5tCO₂e par an**, calculée sur la base d'une distance annuelle moyenne parcourue de **7 018 km⁸**. Sur une période équivalente de 30 ans, cela représenterait une émission totale de 45,3 tCO₂e.

Ainsi, l'installation de ce mobil-home permet de réduire d'**environ 42 tCO₂e⁹ sur 30 ans** (1,4 tCO₂e / an).

Cependant, cette mesure doit être nuancée par la prise en compte d'éventuels effets rebond. En effet, les personnes résidant sur le site pourraient générer d'autres types de déplacements pour répondre à leurs besoins personnels (courses, loisirs, soins, etc.), notamment en soirée ou les week-ends. Ces trajets ne sont pas comptabilisés dans le cadre professionnel, mais peuvent, dans certains cas, atténuer partiellement les gains estimés sur les déplacements domicile-travail. Il conviendra donc d'observer, à l'usage, si cette solution reste globalement favorable sur le plan climatique, ce que la localisation de la Réserve, relativement isolée, pourrait influencer.

Facilité de mise en œuvre : ★

L'installation d'un mobil-home est techniquement réalisable et ne nécessite qu'un permis de construire, avec une coordination logistique relativement légère. Cette solution reste

⁷ Base Empreinte® : Voiture – motorisation moyenne – 2018, France continentale

⁸ Moyenne calculée à partir de la moyenne des déplacements réalisés par les salariés de la Réserve en 2023 qui coïncide également avec l'étude de l'INSEE concernant la distance de déplacement-domicile travail moyenne annuelle.

⁹ 45,3 tonnes de CO₂ liés aux déplacements domicile travail sur 30 ans moins l'empreinte carbone du mobil-home de 3,6 tonnes

néanmoins relativement difficile à mettre en œuvre dans le cas où la construction se fait en autonomie. La Réserve a déjà prévu cet aménagement, ce qui facilite sa mise en œuvre.

Coût de mise en œuvre : ★★

Le coût initial d'un mobil-home éco-construit reste modéré par rapport à d'autres solutions structurelles (comme la construction d'un logement classique), mais il représente tout de même un investissement non négligeable au regard du budget de la Réserve.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★★

Cette action permet d'éviter 1,4 tCO₂e/an, ce qui en fait un levier plutôt efficace (l'équivalent de 1,1 ETP de trajets évités).

Co-bénéfices RSE : ★★

L'accueil de salariés ou volontaires sur site facilite la réactivité face aux enjeux de gestion écologique, peut limiter les déplacements annexes (sur site, logistique quotidienne), et participe à une plus grande proximité avec les milieux naturels. Toutefois, il existe un risque modéré d'effets rebond à surveiller (déplacements personnels supplémentaires). L'éco-construction peut par ailleurs permettre de faire travailler des artisans locaux et de valoriser des co-produits et matériaux produits localement. Ainsi, cela peut permettre de générer des retombées socio-économiques positives sur le territoire.

Piste d'action 2 : mise à disposition d'un véhicule électrique pour les déplacements domicile-travail

La Réserve peut aller encore plus loin dans sa démarche de réduction d'empreinte carbone en mettant à disposition un véhicule électrique pour les déplacements domicile-travail des salariés (effectués avec le même véhicule que celui mentionné en partie « Déplacements professionnels des salariés »).

L'hypothèse actuelle repose sur une moyenne de 6 380 km parcourus par ETP chaque année. Cela représente environ 1,4 tCO₂e/an. En passant à un véhicule électrique, dont le facteur d'émission est estimé à 0,103 kgCO₂ par km parcouru (selon le mix électrique français actuel), l'empreinte carbone serait réduite à 0,7 tCO₂e/an.

En d'autres termes, proposer un véhicule électrique à un salarié permettrait d'amoindrir de moitié l'empreinte carbone liée à ses déplacements domicile-travail. **En 2030, les ratio des émissions relatives aux déplacements domicile-travail par salarié est d'environ 1 tCO₂e¹⁰ par ETP contre 1,4 tCO₂e par ETP en 2023.**

En 2019, un actif se déplaçant pour aller au travail émet en moyenne 0,7 tCO₂e/an, tous modes de transport confondus.¹¹ Dans le cas de la Réserve, l'empreinte carbone des trajets domicile-travail est estimée à 1,4 tCO₂e par ETP en 2023, soit le double de la moyenne nationale. Cette différence s'explique principalement par une utilisation quasi exclusive de véhicules thermiques individuels et l'absence de transports en commun ou d'alternatives décarbonées dans la zone. L'introduction d'un véhicule électrique permettrait de réduire

¹⁰ Soit une baisse de près de 30% de l'empreinte carbone associée à chaque salarié pour les déplacements domicile-travail.

¹¹ Statistique issue de la publication *Déplacements domicile-travail : des émissions de gaz à effet de serre très variables selon les territoires*, décembre 2023, par le ministère de la Transition Ecologique

cette empreinte alignant ainsi les émissions issues des déplacements de la Réserve sur la moyenne nationale.

Facilité de mise en œuvre : ★

La mise à disposition d'un véhicule électrique nécessite la mise en place d'infrastructures (bornes de recharge) et une gestion logistique, mais reste techniquement facilement réalisable.

Coût de mise en œuvre : ★★★

L'investissement initial pour l'acquisition du véhicule et des infrastructures de recharge est significatif, mais peut être amorti sur le long terme.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★

Cette action permet de réduire de moitié les émissions liées aux déplacements domicile-travail pour un salarié, représentant une économie de 0,7 tCO₂e/an. Cette réduction est significative, mais reste négligeable par rapport aux émissions relatives aux transports des visiteurs.

Co-bénéfices environnementaux : ★★

En plus de la réduction des émissions de GES, l'utilisation de véhicules électriques diminue la pollution sonore et atmosphérique locale.

2.2. Pratiques agricoles et impact du troupeau

Calculs et hypothèses

La gestion du troupeau constitue un poste d'émission important pour la Réserve Naturelle du Pinail (37% des émissions en 2030). En 2023, le troupeau était composé de 38 moutons avec un facteur d'émission (FE) de 720 kgCO₂e / animal / an, ainsi que de 3 chèvres avec un FE de 1 259 kgCO₂e / animal / an. Cela représente un total de **41 têtes générant plus de 30 tCO₂e/an**.

Pour **2030**, la Réserve prévoit une augmentation substantielle de la taille du troupeau. Le nouveau troupeau comprendra **150 têtes**, réparties comme suit :

- 50 chèvres, avec un FE maintenu à 1,26 tCO₂e / animal / an (soit 63 tCO₂e/an)
- 100 moutons, avec un FE réduit à 0,42 tCO₂e par an et par animal (soit 42 tCO₂e/an)

Cette réduction du facteur d'émission pour les moutons repose sur **une meilleure adaptation du calcul** au mode de fonctionnement spécifique de la Réserve. Contrairement à l'hypothèse précédente, qui s'appuyait sur un facteur d'émission générique¹², cette nouvelle estimation se base sur le **système Roquefort** issu de la Base Empreinte, correspondant à un élevage extensif en plein air avec une alimentation naturelle et peu d'intrants. Ce choix méthodologique est pertinent pour modéliser l'empreinte carbone des moutons de la Réserve, élevés en système extensif avec un pâturage majoritaire sur les espaces naturels de la Réserve et une autonomie alimentaire élevée.

¹² Issue de la Base Empreinte

En conséquence, l'empreinte carbone totale du troupeau pour 2030 s'élève à **106 tCO₂e/an**¹³, cette augmentation étant due à l'accroissement du cheptel.

En 2030, la Réserve prévoit également d'intensifier son activité d'élevage en faisant naître environ **90 agneaux chaque année**. Cet élevage s'inscrit dans une logique de pratiques extensives, proches du système Roquefort : les agneaux sont élevés au lait en hiver puis bénéficient d'une liberté totale de pâturage sur les espaces naturels de la Réserve. Contrairement à des systèmes biologiques plus intensifs, aucun complément alimentaire industriel n'est apporté, ce qui contribue à limiter l'empreinte carbone globale. L'empreinte des agneaux avoisine **les 2 tCO₂e/an**.

Piste d'action 1 : collaboration avec un agriculteur local pour faire pâturer ses troupeaux sur la Réserve

Au lieu que la Réserve ne se dote d'un plus grand troupeau qui participerait à la gestion de la Réserve, une collaboration avec un agriculteur local pourrait être envisagée. En collaborant avec un agriculteur, les animaux pourraient être élevés en dehors de la Réserve pendant certaines périodes de l'année, tout en continuant à pâturer sur les espaces naturels de la Réserve de manière régulière et organisée.

L'entretien des milieux naturels, notamment les landes, prairies et clairières, serait favorisé par un pâturage contrôlé. Le pâturage extensif contribuerait également à réduire la biomasse inflammable, diminuant ainsi les risques d'incendie tout en maintenant des conditions propices au développement de la végétation typique de la Réserve. La régénération naturelle de certaines zones serait facilitée par l'alternance de périodes de pâturage et de repos des sols.

Cette solution permettrait de maintenir les bénéfices écologiques du pâturage tout en réduisant significativement l'empreinte carbone liée aux infrastructures fixes. En effet, bien que le troupeau reste présent et émetteur de gaz à effet de serre qu'il appartienne à la Réserve ou non, l'absence de construction d'infrastructures spécifiques sur la Réserve, telles que la bergerie/hangar (2 tCO₂e/an), les panneaux photovoltaïques dédiés (~4 tCO₂e/an), ou encore le chien de berger (~1 tCO₂e/an), permettrait d'éviter près de **7 tCO₂e/an**.

Plutôt qu'une suppression totale du pâturage, qui serait certes efficace en matière de réduction d'émissions mais peu souhaitable à l'échelle écologique et territoriale, cette approche partenariale offre un compromis : maintien de la gestion pastorale, réduction de l'impact carbone des équipements, et ancrage renforcé dans les dynamiques agricoles locales. Le pâturage contribue en effet à la structuration des milieux ouverts, à la limitation des risques d'incendie, à la valorisation agricole et à l'enrichissement organique des sols, notamment.

Facilité de mise en œuvre : ★★

¹³ En conservant le FE de 720kg de CO₂ par mouton, l'empreinte du troupeau aurait été de 135 tonnes de CO₂ contre les 105 actuellement.

Cette solution est largement dépendante des activités agricoles à proximité de la Réserve. Elle nécessite la mise en place d'une collaboration fiable et durable, et d'une bonne coordination logistique (périodes de pâturage, surveillance, gestion des clôtures).

Coût de mise en œuvre : ★

Cette solution présente un coût réduit pour la Réserve par rapport à la solution initialement envisagée d'accroissement du troupeau, puisque l'investissement dans des infrastructures lourdes (bergerie, panneaux, chien, frais de vétérinaire, etc.) est évité.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★★

La réduction des émissions est modérée mais concrète (~7 tCO₂e/an réduites dues à l'absence de construction de la bergerie/hangar, de panneaux photovoltaïques et de chien de berger).

Co-bénéfices RSE : ★★★

La collaboration avec un agriculteur permettrait, outre les bénéfices pour la biodiversité associés au pâturage, de favoriser l'ancrage territorial et le maintien d'une activité agricole locale compatible avec la biodiversité.

2.3. Énergies renouvelables et autonomie énergétique

Calculs et hypothèses

2.3.1. Installation de panneaux photovoltaïques

Avec un total de 82 000 kWh/an, l'installation de 300 m² de panneaux photovoltaïques sur la toiture de la Bergerie/Hangar en 2030 permet de couvrir l'ensemble des besoins énergétiques du site, incluant les bâtiments (maison de la réserve, mobil-home, hangar), les équipements (véhicules électriques tels que le buggy et éventuellement d'autres outils électriques) et de revendre le surplus d'électricité au réseau.

En 2023, la consommation énergétique totale de la Réserve est estimée à 13 000 kWh ; les panneaux photovoltaïques devraient ainsi produire plus que nécessaire pour assurer l'autoconsommation. En effet, 48 m² de panneaux solaires semblent suffisants pour répondre aux besoins énergétiques de la Réserve. L'excédent de production pouvant être vendu au réseau est estimé à plus de 69 000 kWh/an.

2.3.2. Impact de l'installation et gain CO₂

L'analyse de l'impact carbone des panneaux photovoltaïques repose sur une comparaison entre les émissions produites par leur utilisation et leur maintenance, et les émissions qui auraient été générées par l'équivalent en électricité produite par le mix énergétique français en 2023.

En France, le facteur d'émission moyen du mix électrique en 2023 est de **0,058 kg CO₂/kWh**¹⁴. De son côté, le facteur d'émission des panneaux photovoltaïques est plus bas (~0,044

¹⁴ Du fait d'un mix énergétique peu carboné (énergie nucléaire et hydroélectrique notamment). Source : base Empreinte

kgCO_{2e} /kWh pour une fabrication en Chine), dont la majeure partie est imputable à la fabrication des panneaux. Ainsi, l'empreinte carbone liée à la consommation d'énergie photovoltaïque est négligeable.

L'utilisation de l'électricité produite par les panneaux solaires permet d'éviter environ **4 tCO_{2e}/an** par rapport à une consommation du mix électrique français. Toutefois, en comptabilisant également la fabrication et la maintenance des panneaux photovoltaïques, les émissions réduites ne s'élèvent plus qu'à près de **1 tCO_{2e}/an**.

2.3.3. Scénarios envisagés pour la Réserve

L'installation de panneaux photovoltaïques au sein de la Réserve s'inscrit dans une stratégie globale de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de renforcement de l'autonomie énergétique à l'horizon 2030. En fonction des choix de gestion liés au troupeau, deux scénarios distincts peuvent être envisagés. Le premier correspond à celui retenu pour la trajectoire bas carbone de la Réserve, co-construite avec l'équipe gestionnaire, tandis que le second permet d'évaluer l'impact de la suppression des infrastructures associées à l'élevage.

- ✓ **Scénario 1 (scénario utilisé pour la transition bas carbone de la Réserve) : Installation de 300 m² de panneaux photovoltaïques avec maintien du troupeau sur site**

Dans ce scénario, la Réserve installe **300 m² de panneaux photovoltaïques** sur le bâtiment destiné à accueillir le troupeau. La production annuelle totale est estimée à **82 200 kWh**. Cette production couvre largement les besoins électriques de la Réserve, estimés à environ **13 000 kWh par an**. Le surplus d'électricité, soit environ **69 200 kWh par an**, peut être vendu au réseau.

L'empreinte carbone de fabrication des panneaux, calculée avec un facteur d'émission pour des panneaux fabriqués en Chine (43,9 gCO_{2e}/kWh), est estimée à **91 tCO_{2e}** sur une durée de vie de **25 ans**. Cela correspond à **3,6 tCO_{2e}/an**.

Ce scénario est avantageux pour l'autonomie énergétique totale de la Réserve, mais implique des émissions de GES conséquentes liées au troupeau (~31 tCO_{2e} en 2023 et 106 tCO_{2e} en 2030), ainsi qu'au bâtiment dédié à leur hébergement (~**2,2 tCO_{2e}/an** pour une durée de vie de 50 ans).

Facilité de mise en œuvre : ★★

Ce projet nécessite un investissement initial important, des démarches administratives et une coordination technique (choix du prestataire, raccordement éventuel au réseau, maintenance). Ils seront installés sur des toitures déjà prévues à cet effet, donc ne nécessite pas d'emprise au sol, cela facilitera également par la suite les démarches administratives.

Coût de mise en œuvre : ★★★

Le coût moyen d'une installation photovoltaïque de cette ampleur est estimé à 165 000€¹⁵. Cela représente un investissement d'environ 16% de l'enveloppe budgétaire totale nécessaire aux investissements du plan de transformation de la Réserve. Cela pourra être partiellement compensé sur le long terme par la revente du surplus d'électricité au réseau.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★

L'installation de panneaux ne permet pas de réduction significative des émissions de GES associées à l'électricité. En revanche, dans ce scénario, le maintien du troupeau sur site implique des investissements émetteurs en GES (bergerie, hangar, etc.).

Co-bénéfices RSE : ★★

L'électricité produite localement permet d'alimenter les équipements électriques de la Réserve (véhicule, buggy, etc.) et d'assurer l'autonomie énergétique de la Réserve. Le maintien du troupeau présente par ailleurs de multiples bénéfices mentionnés en partie « Pratiques agricoles et impact du troupeau »

- ✓ **Scénario 2** : Suppression totale des panneaux photovoltaïques et des nouvelles infrastructures liées à la gestion du troupeau

Ce scénario repose sur l'externalisation complète de la gestion du troupeau auprès d'un agriculteur local, et sur l'abandon de l'installation de panneaux photovoltaïques sur la Réserve. Il permet une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre liées à la construction et à l'aménagement des infrastructures techniques aujourd'hui envisagées pour maintenir le troupeau sur site.

En externalisant le troupeau, la Réserve n'aurait plus besoin de construire la bergerie-hangar prévue, ni d'installer les 300 m² de panneaux solaires destinés à alimenter ce bâtiment et les équipements associés (véhicules électriques, matériels de gestion, etc.).

Les bénéfices de ce scénario se traduisent par :

- La suppression de l'empreinte carbone liée à la fabrication des panneaux photovoltaïques, estimée à 3,6 tCO₂e/an (91 tCO₂e sur 25 ans).
- La suppression de l'empreinte carbone du bâtiment bergerie-hangar, estimée à 2,2 tCO₂e/an (en intégrant la structure et l'électricité sur 50 ans).
- La non-constitution d'autres postes d'émission secondaires liés à l'entretien mécanique ou au gardiennage comme le chien de troupeau pour un gain additionnel d'environ 1,2 tCO₂e/an.

Au total, ce scénario permet une économie de près de 7 tCO₂e/an, tout en maintenant les bénéfices écologiques du pâturage si celui-ci est organisé par l'agriculteur partenaire sur les terrains de la Réserve. Il suppose toutefois de renoncer à l'autonomie énergétique via le photovoltaïque et de s'appuyer sur un modèle de partenariat pérenne avec un acteur agricole externe.

Facilité de mise en œuvre : ★★

¹⁵ D'après l'étude financière menée en parallèle avec Vertigo Lab dans le cadre de l'analyse de la valeur ajoutée de la Réserve (évaluation des services écosystémiques), 2024-2025.

Le scénario suppose de nouer un partenariat formel avec un agriculteur de proximité, ce qui nécessite du temps, de la concertation et une coordination de la gestion des pâturages. Il est néanmoins plus simple à mettre en œuvre que la création d'infrastructures lourdes.

Coût de mise en œuvre : ★

Ce scénario est avantageux économiquement : il évite les investissements lourds liés à la construction de bâtiments et à l'achat de panneaux photovoltaïques.

Efficacité sur les émissions de gaz à effet de serre : ★★

Ce scénario permet une réduction des émissions associées aux infrastructures techniques, sans nuire à la gestion du site, à condition de maintenir un pâturage extensif.

Co-bénéfices RSE : ★★

Le scénario favorise les interactions territoriales et la coopération avec les acteurs agricoles locaux. En revanche, l'abandon des panneaux solaires réduit les marges de manœuvre de la Réserve en matière d'autonomie énergétique.

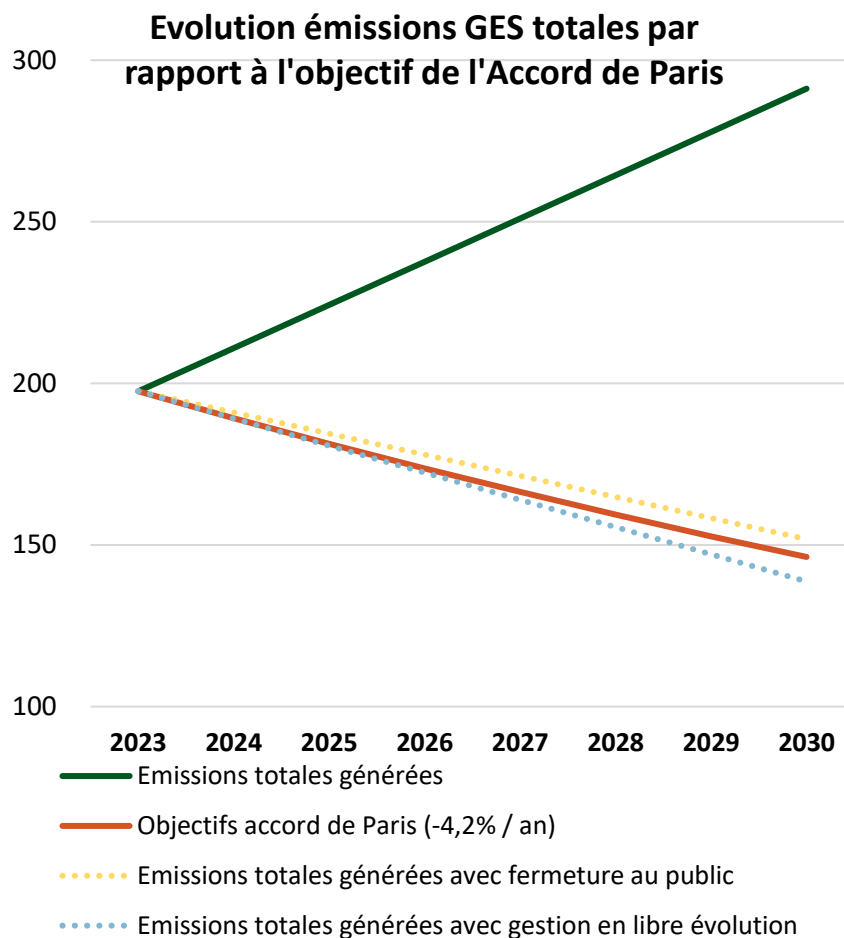
3. Trajectoire carbone et évolution des intensités carbone

3.1. Trajectoires carbone de différents scénarios par rapport à un scénario compatible avec l'Accord de Paris

Nous avons réalisé une modélisation graphique permettant de comparer la trajectoire carbone de la Réserve au seuil compatible avec l'Accord de Paris (baisse de -4,2%/an entre 2020 et 2030, selon le PNUE¹⁶). Pour ce faire, plusieurs scénarios d'évolution de la Réserve ont été définis :

- La trajectoire des émissions totales générées par la Réserve
- Celle qu'il faudrait suivre pour respecter l'Accord de Paris
- La trajectoire des émissions sans les déplacements des visiteurs et partenaires (fermeture progressive à partir de 2024 et totale en 2030), afin de simuler une **fermeture au public de la Réserve**
- La trajectoire des émissions dans le cas où la Réserve est progressivement **gérée en libre évolution** (libre évolution partielle en 2024 et totale en 2030)

¹⁶ Emissions Gap Report, rapport du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2019)

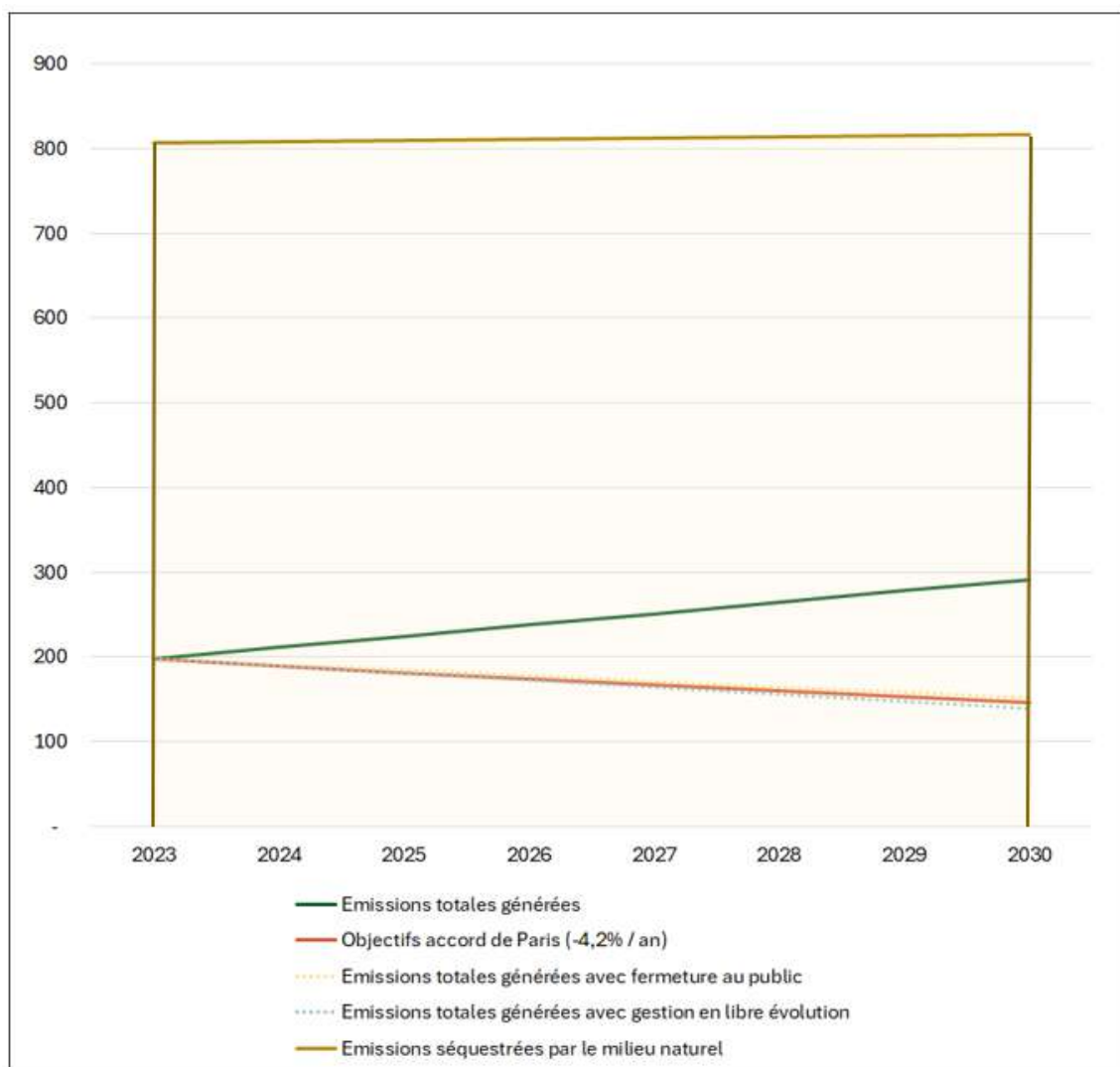


Les résultats montrent un **écart croissant** avec les objectifs de l'Accord de Paris, même avec les mesures prévues dans le cadre du plan de transformation. Deux alternatives montrent des émissions moindres :

- Une **fermeture au public** à partir de 2030,
- Une **mise en libre évolution des milieux naturels**.

Cependant, ces scénarios se heurtent à d'autres finalités de la réserve, parmi lesquelles l'accueil du public, l'éducation, la sensibilisation, le maintien des habitats rares, etc. De plus, il convient de nuancer les émissions de la Réserve qui émet nettement moins que la quasi-totalité des acteurs économiques. On compare ici 300 tCO₂e contre près d'1 Md tCO₂e pour les plus gros émetteurs français (BNP Paribas, Société Générale).

Si l'on met en perspective les émissions générées avec les émissions séquestrées, on se rend compte que la séquestration couvre l'ensemble des émissions de la Réserve :



3.2. Evolution des intensités carbone entre 2023 et 2030

Afin de relativiser les émissions de gaz à effet de serre par rapport à une unité d'activité ou de production, la pratique veut que l'on calcule des intensités carbone. Ces intensités permettent de comparer plusieurs entreprises au sein d'un même secteur selon la valeur qu'elles génèrent pour la société, mais également pour une même entreprise de suivre ses progrès au cours du temps.

Contrairement à des entreprises qui vendent des biens et des services, calculer des ratios d'intensité par M€/CA n'est pas pertinent pour la Réserve. La valeur ajoutée de la Réserve réside notamment dans le nombre de personnes sensibilisées et dans le nombre d'hectares préservés / gérés durablement. Nous avons donc calculé des ratios d'émissions / visiteur et d'émissions / ha géré. Le tableau ci-après présente l'évolution de ces ratios entre 2023 et 2030 :

Indicateur	Unité	Valeur 2023 RNN PINAIL	Valeur 2030 RNN PINAIL	Variation
Emissions des achats de biens / ha géré	kgCO2e/ha	0,05	0,07	+50%
Emissions des achats de services / ha géré	kgCO2e/ha	0,068	0,070	+3%
Emissions des troupeaux en pâture / ha géré	kgCO2e/ha	0,2	0,7	+243%
Emissions des transports de visiteurs & partenaires / ha géré	kgCO2e/ha	0,7	0,9	+29%
Emissions totales générées / <u>ha géré</u>	kgCO2e/ha	1240	1789	+44%
Emissions totales générées / <u>visiteur</u>	kgCO2e/visiteur	0,0132	0,0130	-1%

Avec la mise en place du plan de transformation, on augmente de +44% le ratio relatif aux émissions générées / ha géré. Cette hausse est portée par les émissions associées aux troupeaux en pâture, aux achats de biens et aux déplacements des visiteurs.

En ce qui concerne le ratio relatif aux émissions totales générées / visiteur, celui-ci baisse de 1% entre 2023 et 2030, du fait de l'accroissement du nombre de visiteurs par 1,5.

3.3. Conclusion

Le plan de transformation bas carbone de la RNN du Pinail, tout en augmentant ponctuellement les émissions, permet une meilleure résilience écologique et une exemplarité en matière de gestion des milieux naturels. Les efforts relatifs aux énergies renouvelables, à la gestion pastorale et à la mobilité sont structurants, même si la compatibilité avec les objectifs climatiques reste un défi. Notamment, **la décarbonation des transports des visiteurs et partenaires** permettrait de tendre vers une trajectoire compatible avec l'Accord de Paris. Or, les actions relatives à cette décarbonation relèvent de **décisions politiques** sur lesquelles la Réserve n'a pas de pouvoir d'action significatif.

De plus, le **prisme carbone ne peut suffire à lui seul à guider les décisions**, qui doivent aussi intégrer les dimensions de biodiversité, de sensibilisation et éducation, de bien-être de la population, et de qualité des écosystèmes.

3.4. Perspectives

Outre les pistes d'actions envisagées au cours de cette revue critique, plusieurs perspectives ont été évoquées lors de la réunion de restitution parmi lesquelles :

- Déterminer la provenance du carbone de l'élevage (biogénique vs fossile)
- Caractériser les risques : patrimoine naturel, humain
- Evaluer les services écosystémiques à horizon 2030 avec la mise en place du plan de transformation pour avoir à disposition les différents prismes de vues



01 **Annexe**

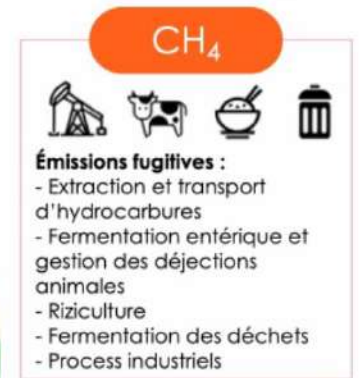
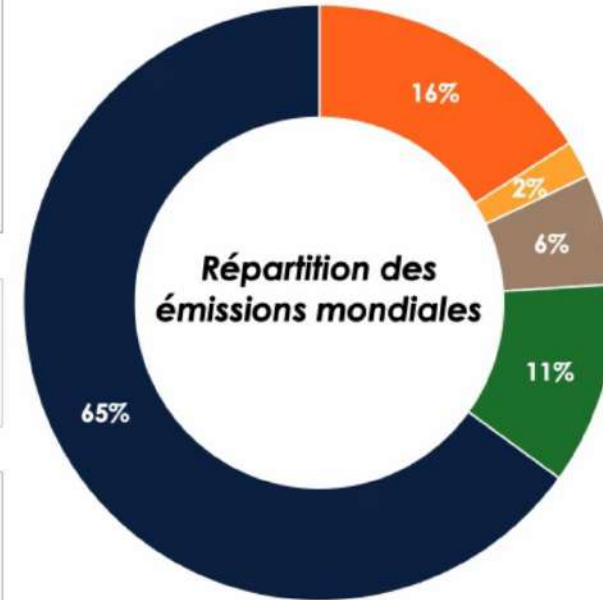
Bilan carbone 2023

Introduction à la comptabilité carbone



Le Bilan Carbone, c'est quoi ?

- Un **outil de mesure** qui permet de **quantifier les émissions de GES** (gaz à effet de serre) générées par l'ensemble des activités d'une organisation
- Il **mesure les flux de carbone**, au même titre que la comptabilité financière mesure des flux d'argent
- Il utilise une **unité unique** qui permet de comparer ces différents gaz entre eux selon leur pouvoir de réchauffement sur le climat et de cumuler leurs émissions : **le CO₂ équivalent ou CO₂e** (on utilisera principalement la tonne de CO₂e ou tCO₂e dans cette présentation)



Introduction à la comptabilité carbone

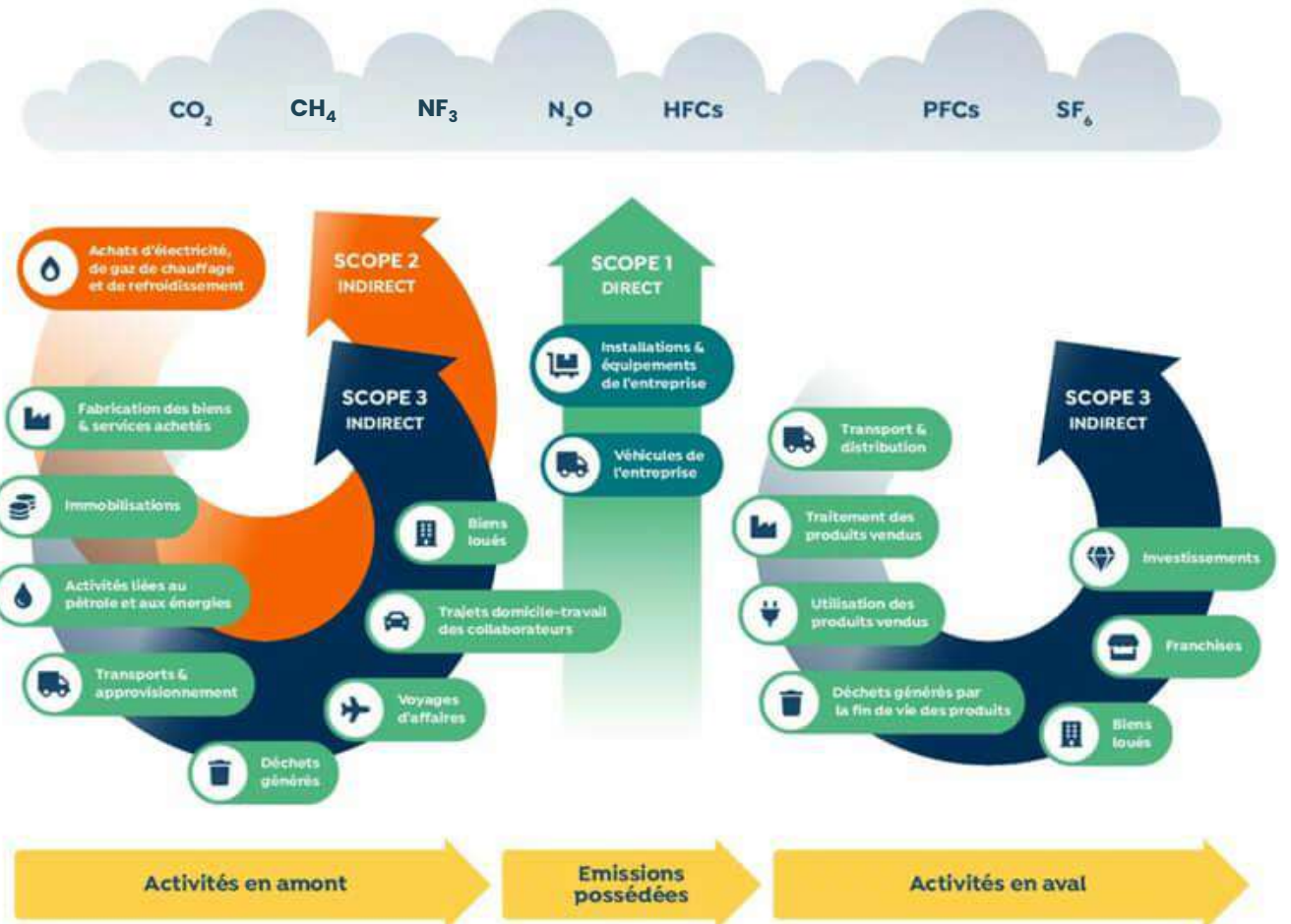


Pourquoi c'est utile ?

1. Identifier les **principales sources d'émissions** : le Bilan Carbone est avant tout une photographie à l'instant t
2. Définir une **stratégie bas carbone**
3. Agir concrètement sur les postes les plus émetteurs pour **réduire ses émissions**



Périmètre des émissions à comptabiliser



Périmètre des émissions et méthodologie

Structure et méthodologie alignées avec celles de l'ADEME et l'ISO 14069

- Périmètre temporel : 01/01/2023 au 31/12/2023
- Sélection de facteurs d'émissions (FE) issues majoritairement de la base de données de l'ADEME. Certains FE sont issus de la littérature scientifique

Source des données d'activités

- Grand livre comptable 2023
- Données postes d'émissions 2023 (fichier Excel)
- Comptes annuels associatifs 2023
- Budget et RH 2023 (fichier Excel)
- Factures 2023

11 catégories d'émissions incluses dans le périmètre du Bilan Carbone

Catégories d'émissions	#	Postes d'émissions	Pertinence
Scope 1	1	Emissions directes des sources fixes de combustion	Oui
	2	Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique	N/A
	3	Emissions directes des procédés hors énergie	N/A
	4	Emissions directes fugitives	Oui
	5	Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)	Oui
Scope 2	6	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Oui
	7	Emissions indirectes liées à la consommation de vapeur, chaleur ou froid	N/A
Scope 3	8	Emissions liées à l'énergie non incluses dans les postes 1 à 7	N/A
	9	Achats de produits ou services	Oui
	10	Immobilisations de biens	Oui
	11	Déchets	Oui
	12	Transport de marchandises amont	N/A
	13	Déplacements professionnels	Oui
	14	Actifs en leasing amont	N/A
	15	Investissements	N/A
	16	Transport des visiteurs et des clients	Oui
	17	Transport de marchandise aval	N/A
	18	Utilisation des produits vendus	N/A
	19	Fin de vie des produits vendus	N/A
	20	Franchise aval	N/A
	21	Leasing aval	N/A
	22	Déplacement domicile travail	Oui
	23	Autres émissions indirectes	Oui

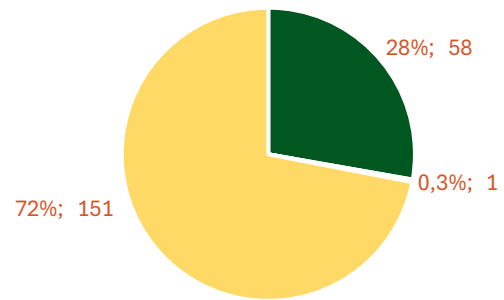
N/A : non applicable aux activités de la Réserve

Oui : intégré au calcul des émissions

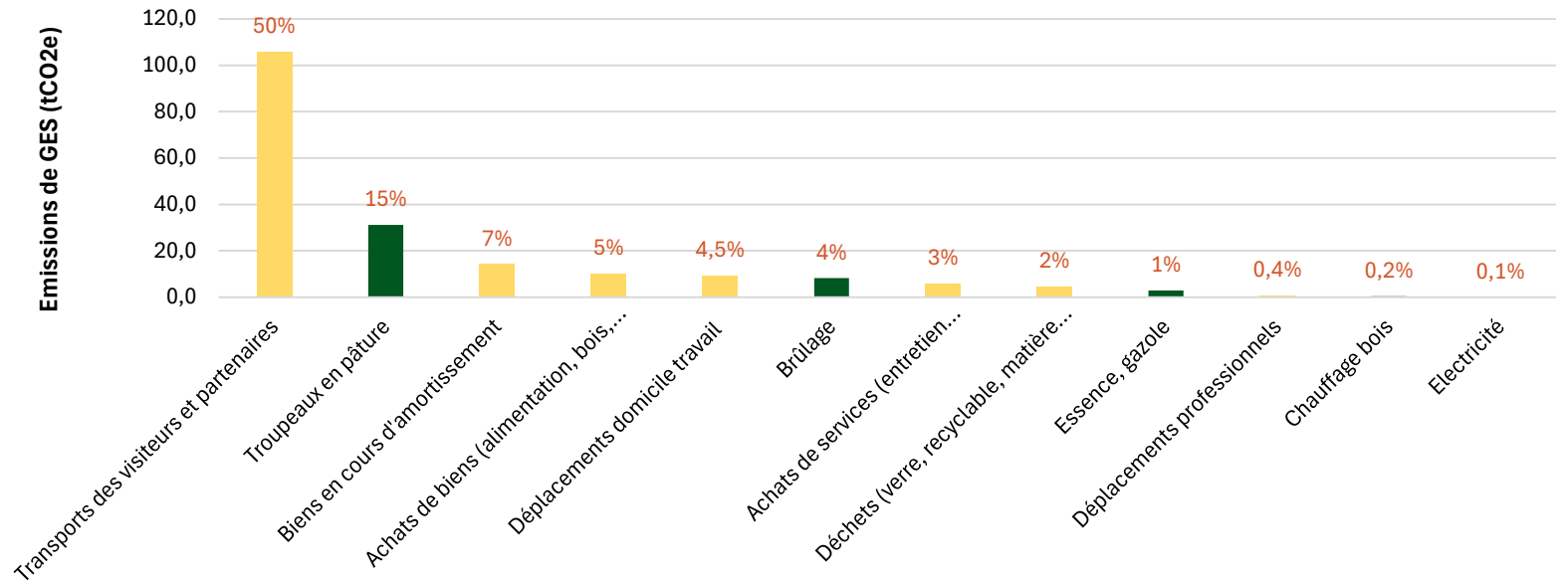
Répartition des émissions

Résultats globaux

Répartition des émissions de GES



- Scope 1 - Emissions directes
- Scope 2 - Emissions indirectes liées à l'énergie
- Scope 3 - Autres émissions indirectes



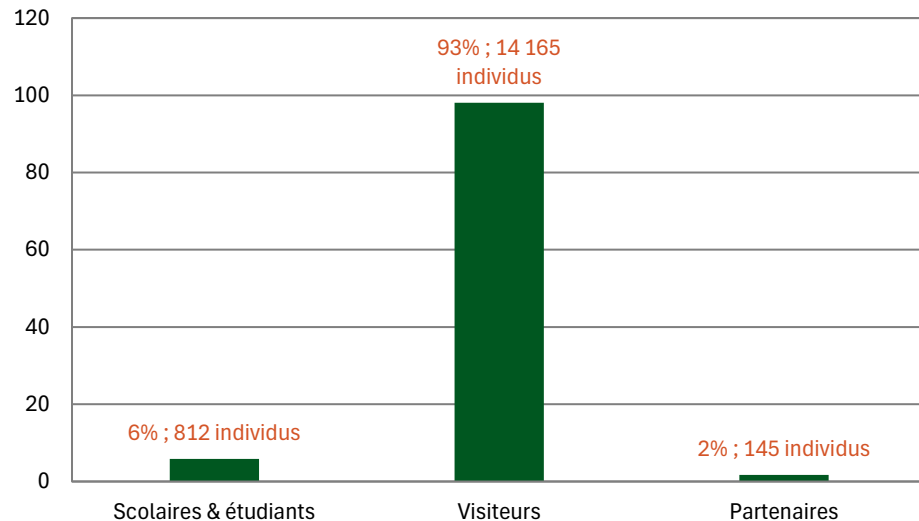
Conclusions & observations

- **Un total de 210 tCO2e pour l'année 2023**
- La majeure partie des émissions est issue des émissions indirectes (scope 3)
- 50% des émissions portées par les transports de visiteurs de la Réserve et des partenaires
- Contribution significative des troupeaux en pâture, biens en cours d'amortissement et achats de biens

Focus : Transports des visiteurs & partenaires

Résultats

Emissions de GES (tCO₂e)



- Les émissions relatives aux transports des visiteurs et partenaires s'élève à **106tCO₂e** en 2023
- Des hypothèses fortes ont été utilisées pour calculer ces émissions (2,5 personnes / véhicule, application d'un coefficient d'amoindrissement pour les visiteurs régionaux qui ne se déplacent pas uniquement pour visiter la réserve)

Conclusions & observations

- Les visiteurs sont ceux qui génèrent le plus d'émissions de GES parmi les différents publics (scolaires, étudiants, visiteurs et partenaires)
- Cette population se déplace uniquement en voiture
- A l'avenir, la réalisation d'enquêtes auprès des visiteurs pourraient permettre une meilleure estimation des émissions associées aux transports

Focus : Troupeaux en pâture

Résultats

- Les troupeaux en pâture représentent 16% des émissions totales avec des émissions qui s'élèvent à **+30tCO2e** pour 2023
- Le cheptel est de 41 têtes (38 moutons et 3 chèvres)

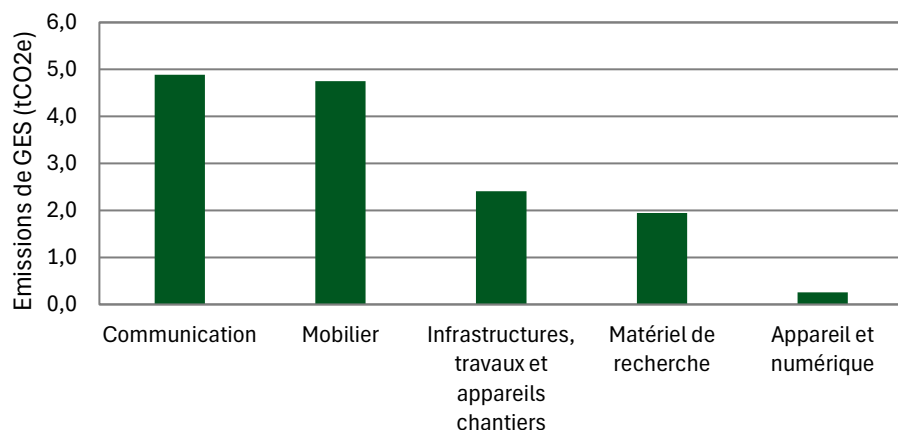
Conclusions & observations

- Le FE d'une chèvre est plus élevé de 43% que celui d'une brebis. Les FE appliqués sont génériques et non spécifiques aux pratiques agronomiques et zootechniques de la Réserve du Pinail
- D'après une étude sur 30 élevages réalisée par le réseau REDCap en 2020*, les principaux postes d'émissions de GES des élevages ovins / caprins sont les suivants :
 - Les émissions de méthane avec la fermentation entérique (1/3), la gestion des effluents au bâtiment, le stockage et la restitution au pâturage (1/5)
 - Les émissions de protoxyde d'azote avec la gestion des effluents et l'épandage de cette fertilisation organique et minérale (15%)
 - Les émissions de dioxyde de carbone avec la production et le transport d'alimentés achetés (14%), la consommation énergétique directe à la ferme, la production et le transport d'engrais minéraux et de produits phytosanitaires
- Dans le cadre du Bilan Carbone prospectif de la Réserve, nous pourrions faire varier ces différentes émissions en fonction des pratiques agronomiques et zootechniques (type d'alimentation des cheptels...) afin de préciser ces émissions et d'évaluer l'impact carbone associé

Focus : Immobilisations

Résultats

Répartition des émissions relatives aux immobilisations



- Les biens amortis génèrent **+14tCO2e** en 2023
- Hormis pour le matériel informatique en cours d'amortissement, les FE utilisés sont des ratios monétaires présentant des incertitudes importantes (~30%)
- Notamment, les supports de communication immobilisés ont été considérés sous le ratio « Services (imprimerie, publicité, architecture et ingénierie, maintenance multi-technique des bâtiments) »
- Le matériel de recherche a de son côté été considéré sous le ratio « Machines et équipements »
- Le ratio « Meubles et autres biens manufacturés » regroupe de son côté les biens immobilisés suivants, du fait de l'usage de matériaux peu émissifs : bergerie, clôtures, bancs, armoire et mobilier
- Enfin, tous les travaux de terrassement, construction de parking, de pontons et réamandrage ont été considérés sous le ratio « Construction »

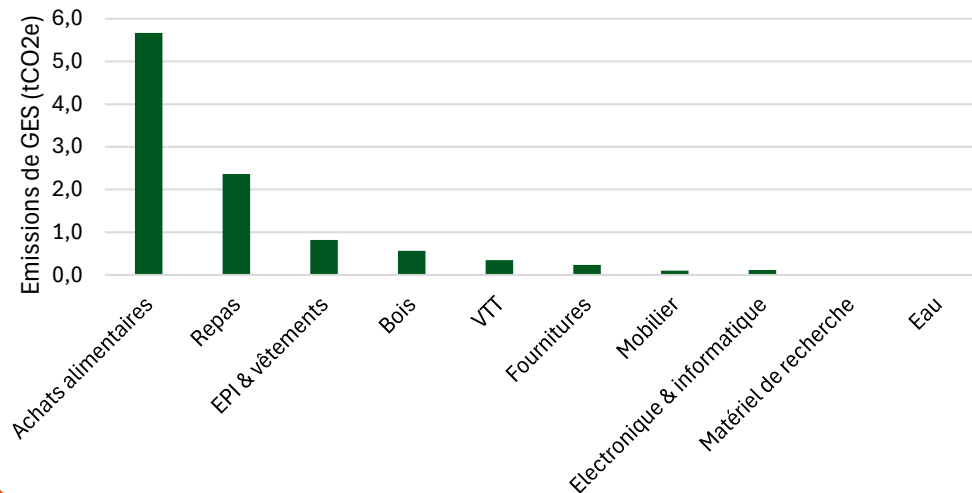
Conclusions & observations

- Les biens amortis sont globalement peu émissifs de manière individuelle et il y a une notion d'incompressibilité de certaines immobilisations
- A titre de comparaison, le CEN de Lorraine qui gère +7200ha, génère **61tCO2e** (voir intensité carbone à l'hectare en slide 8)
- Cependant, quelques biens contribuent significativement aux émissions :
 - Les supports de communication vidéo (~4tCO2e/an)
 - Les sondes et le piézomètre (~2tCO2e/an)
 - Le ponton (<2tCO2e)
 - La clôture pour le pâturage (~1tCO2e)
- A l'avenir, afin de préciser ces émissions, il conviendrait de venir calculer les immobilisations à partir du poids des matériaux utilisés

Focus : Achats de biens

Résultats

Répartition des émissions relatives aux achats de biens



- Les achats de biens génèrent **+10tCO2e** en 2023
- Des ratios monétaires ont été appliqués pour les achats alimentaires, les fournitures et les vêtements, ces ratios présentant des incertitudes importantes
- Les autres données ont été calculées à partir de flux physiques

Conclusions & observations

- Les achats alimentaires contribuent majoritairement à ce poste d'émissions
- Les repas des salariés de la Réserve ont également un impact significatif avec près de **2,5tCO2e** pour l'année (90% de cette empreinte provenant de repas carnivores, alors que les personnes adoptant un régime alimentaire classique ne constituent qu'un tiers des salariés de la Réserve)
- Les vêtements et EPI contribuent à près de **1tCO2e** à l'empreinte. Toutefois, l'ensemble de ces émissions n'a certainement pas vocation à être récurrent

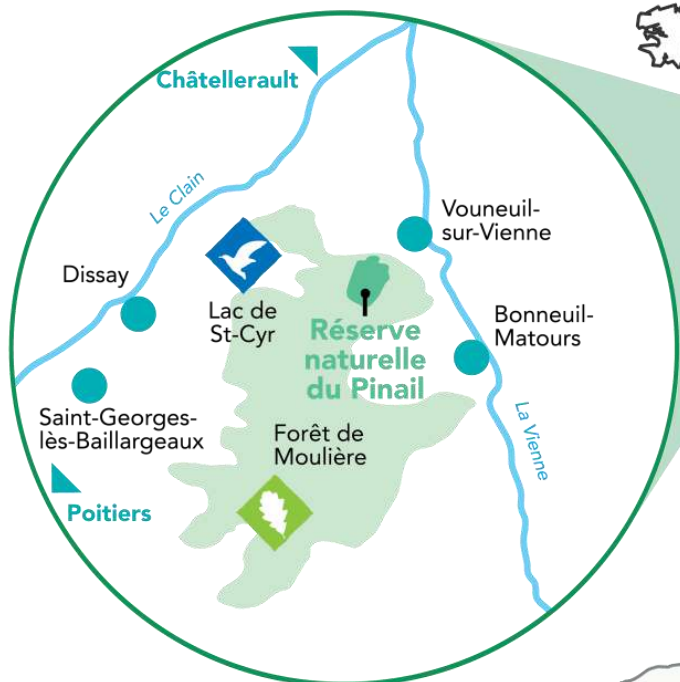


02 **Annexe**

Plan de transformation



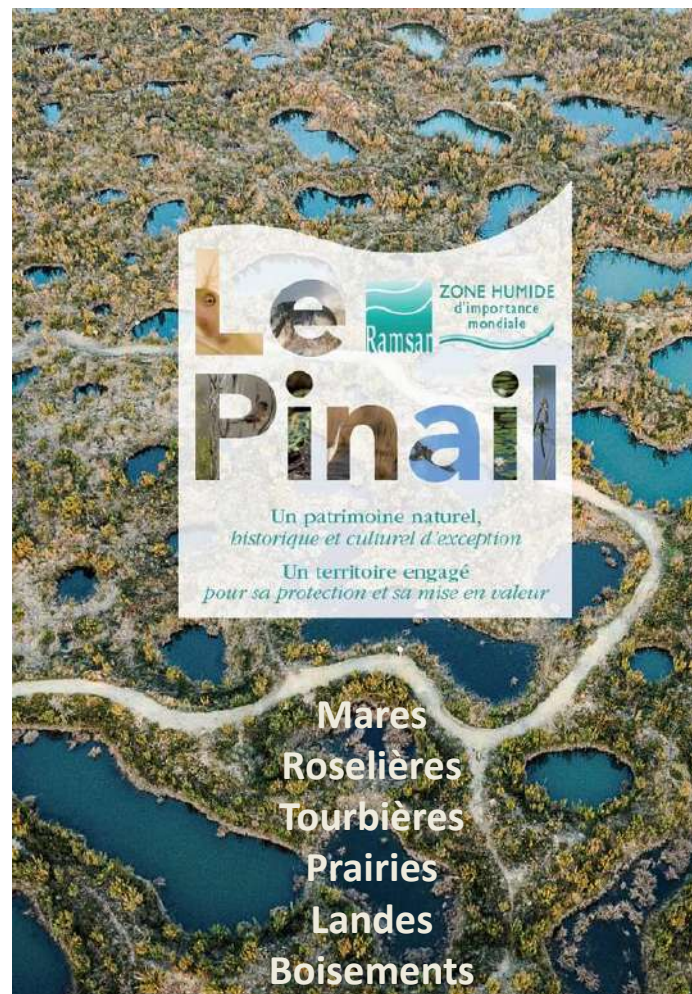
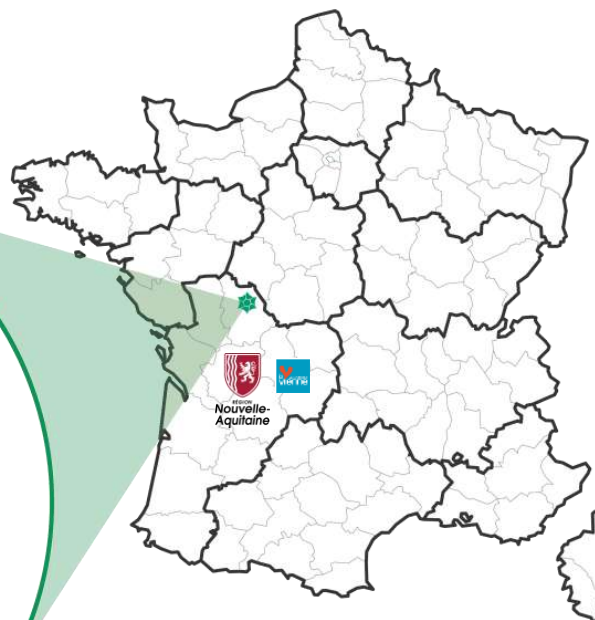
Réserve Naturelle Nationale PINAIL



Une gestion interventionniste
d'un paysage semi-naturel de
landes et mares sur 142 ha



Léon le triton,
la mascotte de la
réserve du Pinail
© V. Hermouet



Plus de 6 000 mares



Plus de 2 600
espèces



Plus de 15 000
visiteurs

La réserve naturelle du Pinail face aux changements climatiques



Août 2016

Août 2019

Août 2023

Prairie humide de Fombredé dit « le marchais »



Augmentation du risque de feu de forêt

Assèchement plus précoce et prolongé



Rechargement hivernal aléatoire



Janvier 2022

Janvier 2023

Janvier 2024

Mare sentinelle de l'observatoire biodiversité - eau - climat

Une mise en péril d'un certain nombre d'espèces et d'activités humaines ?



La réserve naturelle du Pinail face aux changements climatiques



L'avenir du Pinail dépend de notre trajectoire climatique...
La gestion de la réserve contribue elle-même à ces changements en brûlant des énergies fossiles, en cherchant la performance...
N'y aurait-il pas comme un paradoxe dans tout ça ?

STRATEGIE DE GEREPI

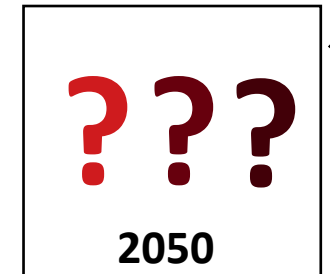
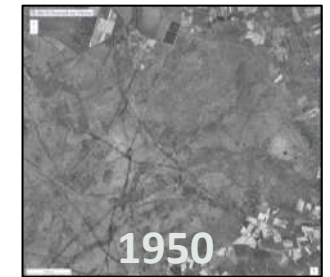
Atténuer le changement climatique

- Réduire les émissions de GES du gestionnaire de la réserve
- Maintenir la capacité de séquestration du carbone par les écosystèmes

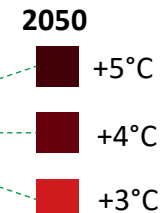
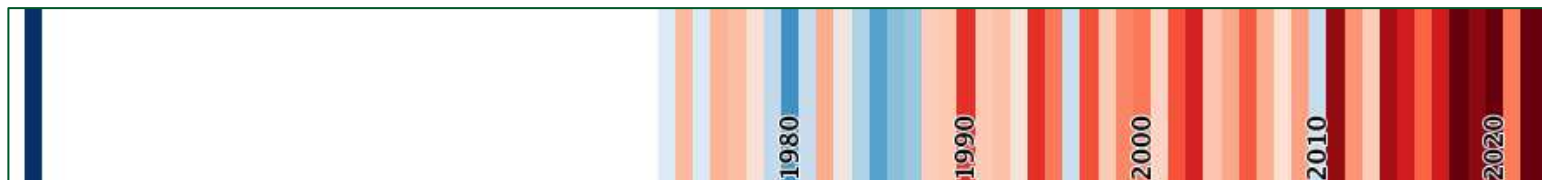
S'adapter à ses impacts

- Augmenter la résilience des écosystèmes

LE PINAIL



STATION DE POITIERS 1936-2024 : ANOMALIES DE TEMPÉRATURES (RÉF. 1971-2000)



Atténuer le changement climatique et irrémédiablement s'adapter

STRATEGIE « BAS CARBONE »

Ambition de sortir de la dépendance aux énergies fossiles sans faire le pari du tout électrique et technologique, tout en étant pragmatique



Du tracteur thermique au buggy électrique en attendant la traction animale ? Et déjà du terrain en VTT !



Vers une gestion plus douce, plus humaine et « lowtech »

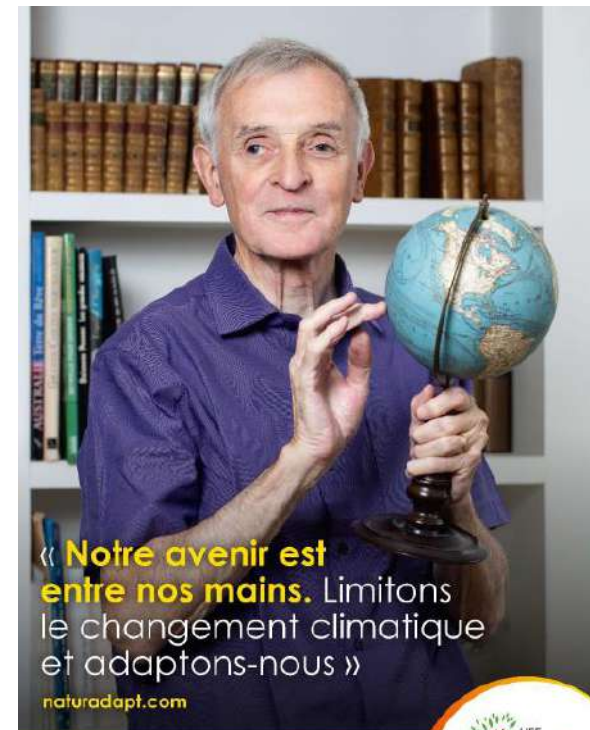
❖ **Sensibilisation des publics, connaissances scientifiques et accompagnement territorial**

Des domaines en « croissance décarbonée »

❖ **Intervention sur les milieux, police de la nature, management et soutien**

Des domaines en « décroissance carbonée »

DE L'AIRE PROTEGEE



Atténuer les changements climatiques et irrémédiablement s'adapter



STRATEGIE « BAS CARBONE »

Description

Une transformation en profondeur du modèle de gestion de la réserve est la réponse la plus adaptée pour tendre vers la sobriété, réduire l'empreinte écologique à son plus bas niveau. Il s'agit de montrer l'exemple, d'ouvrir les perspectives en créant de nouvelles opportunités. La gestion de la réserve est plus douce en faisant le pari du recours privilégié à l'énergie biologique (pâturage itinérant, traction animale, coupe manuelle, etc.) et à la lowtech. L'usage global des ressources est réduit à un bas niveau même si l'énergie électrique est bien présente. Le degré d'intervention sur les milieux peut être qualifié de "à taille humaine" tout en restant ouvert, de manière limitée, pour répondre au mieux aux enjeux de biodiversité actuelle tout en anticipant celle de demain.

Impacts biodiversité et degré d'interventionnisme

Avec une modification des moyens techniques de gestion privilégiant l'énergie biologique, la pression d'intervention sur les milieux est plus douce et localisée si bien que la dynamique végétale conduit à une fermeture plus significative des milieux, bien que potentielle avec l'accroissement du stress hydrique. L'état de conservation des habitats et espèce des milieux les plus ouverts est ainsi altéré temporairement, avant une nouvelle intervention, moins fréquente, basée sur de la microgestion et non plus macrogestion. Les enjeux de conservation sont préservés sur le fil mais le changement climatique impacte irrémédiablement le bon état de conservation des milieux aquatiques et humides, les plus vulnérables, sans pour autant être contributifs. Les interventions par tâche favorisent la dimension adaptative de la gestion en s'accommodant en continu aux espèces présentes, grâce à une plus grande présence in situ. Le curseur d'interventionnisme peu aussi bien se restreindre à l'absence de manipulation d'individus ou d'espèces jusqu'à leur déplacement ou introduction tout en concentrant l'effort de conservation sur la dimension fonctionnelle de la biodiversité à l'échelle territoriale.

Impacts structurels et dimension socioéconomique

Le modèle socioéconomique de gestion de la réserve est transformé et affecte en profondeur le fonctionnement du gestionnaire (adaptation du plan de gestion). Le scénario du "tout biologique" n'est pas sans précédent, ce sont les mêmes modes de gestion mais répartis différemment dans le temps et l'espace, en s'adaptant aux exigences du travail manuel, de la traction animale et du pâturage comme autrefois. Des îlots de vieillissement sont instaurés et la microgestion est assurée sur des zones à enjeux particulier (à noter que le brûlis peut être maintenu sur de plus petites surfaces et sécurisé sans moyens mécaniques). Cette gestion "douce" et plus autonome oriente le gestionnaire vers un fonctionnement de type ferme pédagogique et conservatoire : un investissement d'autant plus important qu'il nécessite davantage de personnel, avec de nouvelles compétences (meneur d'équipe, berger, etc.), tout en offrant l'opportunité de développer de nouvelles actions de sensibilisation. Avec un usage du numérique raisonné et un travail à taille humaine, la diversité et/ou l'intensité des actions développées est réduite (monitoring, réseaux, etc.) mais exemplaire. Le lien au territoire est par ailleurs plus intégré et l'accompagnement des acteurs s'inscrit dans une vision plus fonctionnelle et participative de la protection de la nature.

Atténuer le changement climatique et irrémédiablement s'adapter

Ecoconstruction

En cours

Tourisme
Formation
Animation
Citoyenneté
Biodiversité
Patrimoine
Écologie
Découverte
Nature
Accueil
Territoire
Culture
Éducation
Développement

MAISON DE LA NATURE
La MARE du Pinail (Maison Associative de la Réserve et de l'Environnement)

ENR

+50%

De 15 000 à 22 500 visiteurs/an

Partenariat responsable
(RSE, charte, etc.)

+50%

De 3 000 à 4 500 personnes touchées (animations, formations, etc.)

Fonction

Déplacement doux

Alimentation locale et bio (0% < viande < 20%)

+37%

De 4 ETP à 5,5 ETP
=> resp. stratégique, resp. administratif et financier, resp. scientifique, resp. pédagogique, resp. technique, resp. pastoral

Numérique

Hightech

Lowtech

Atténuer le changement climatique et irrémédiablement s'adapter

Gestion du patrimoine naturel

Écocomplexe de milieux semi-naturels de landes et de mares

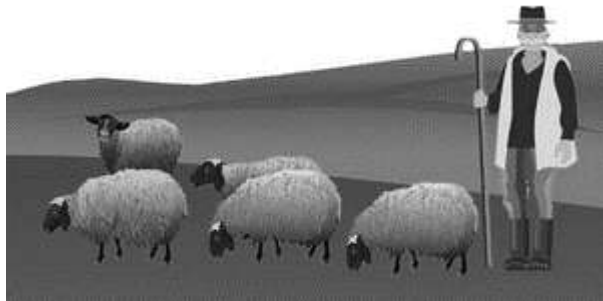
141 espèces protégées en France métro. & 17 sur LRR monde



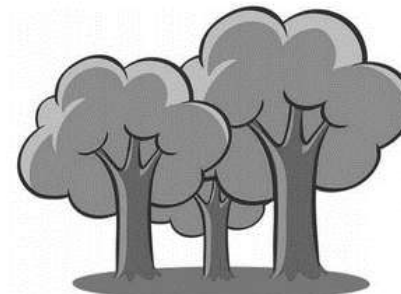
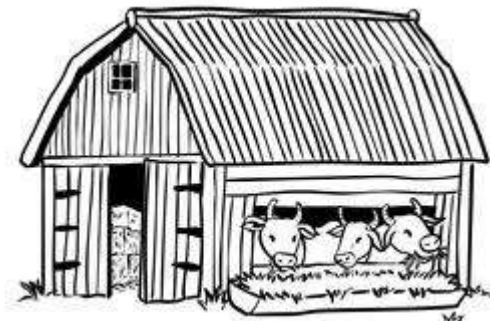
Evolution synchronique de l'écocomplexe de landes et mares du Pinail

Vigilance sur l'accélération de la perte d'habitats ouverts et d'espèces rares et protégés en « lâchant prise »

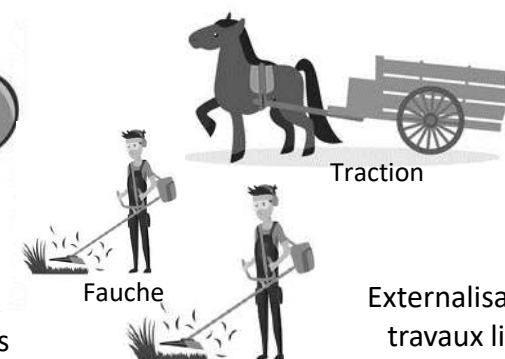
1 bergerie avec 4 ha de prairie



De 41 à 150 moutons et chèvres en pâturage itinérant



Vers 20% d'îlots et corridors en libre évolution



Fauche

Traction

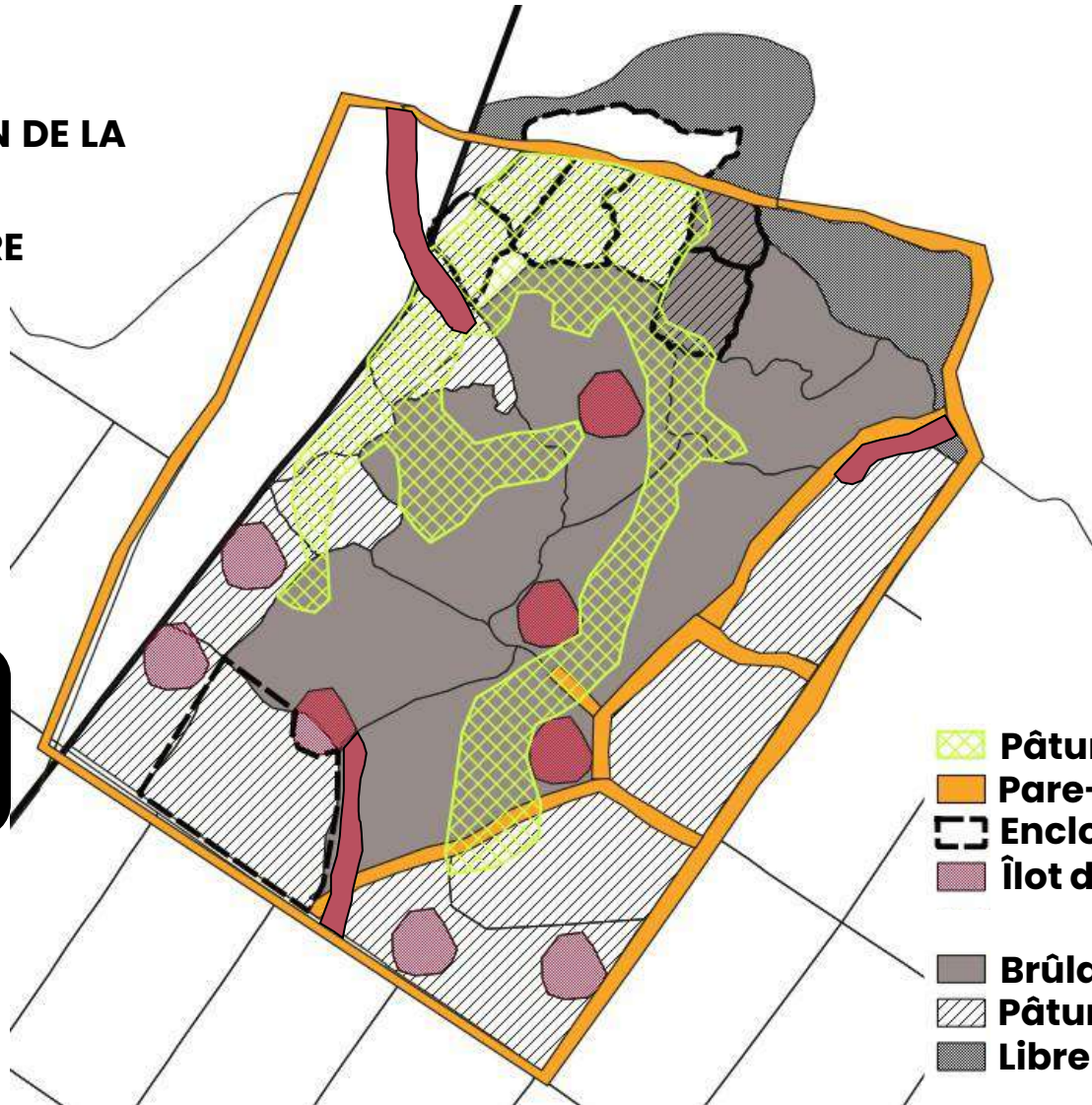
Externalisation de travaux limitée



Petits feux

Atténuer le changement climatique et irrémédiablement s'adapter

**PRÉFIGURATION DE LA
GESTION
CONSERVATOIRE
DE DEMAIN**










**(re)Hétérogénéiser
le paysage pour
diversifier les niches
climatiques**

**« Décarboner » les activités humaines
&
« Recarbonez » les écosystèmes**

**PLAN DE TRANSFORMATION
« BAS CARBONE »**



-  **Pâturage itinérant (continuum de milieux ouverts)**
-  **Pare-feu permanents (DFCI)**
-  **Enclos fixe de pâturage**
-  **Îlot de libre évolution assistée (refuge climatique)**
-  **Brûlage dirigé restreint aux zones de mares**
-  **Pâturage itinérant et fauche complémentaire**
-  **Libre évolution**

vertigo
lab

Luce LE GAT
Consultante-chercheure
lucelegat@vertigolab.eu

Darwin Ecosystème
87 Quai de Queyries
33100 Bordeaux

www.vertigolab.eu