

PROJET ÉOLIEN

Renouvellement Haut-Cabardès (10)

Réponse à l'avis de la MRAe Occitanie

N° 2025APO100

Rédigé en septembre 2025

CEPE HAUT-CABARDES
Zone Industrielle de Courtine
115 rue du Mourelet
84000 AVIGNON

SOMMAIRE

PARTIE I : PREAMBULE	3
Objet du document	3
Contributeurs	3
Références	3
 PARTIE II : REPONSES AUX DEMANDES DE COMPLEMENTS	 4
Qualité de l'étude d'impact	4
1. Analyse des impacts du projet	4
2. Evaluation des impacts cumulés avec le chantier Braquette	7
3. Evaluation des émissions de gaz à effet de serre	9
4. Avis du PNR Haut-Languedoc	9
Prise en compte de l'environnement	10
5. Paysage	10
6. Habitats naturels, faune, flore	11
7. Bruit	15

PARTIE I : PREAMBULE

Objet du document

Ce mémoire contient l'ensemble des réponses aux remarques et recommandations formulées dans l'avis de la MRAE Occitanie n°2025APO100

Ce mémoire reprend la même structure que l'avis lui-même afin d'assurer une bonne lisibilité des informations fournies ainsi qu'une bonne correspondance avec les demandes de l'administration.

Contributeurs

Plusieurs thématiques sont traitées dans le présent mémoire conformément aux demandes formulées par la MRAE Occitanie.

Afin d'apporter les réponses aux demandes de l'administration relatives à ces différents sujets, la CEPE HAUT-CABARDES s'est appuyée sur l'expertise de Q ENERGY France, ainsi que sur les productions réalisées dans les dossiers rédigés par des bureaux d'études reconnus et spécialisés, à savoir :

- **Etude d'impact** : Corieaulys
- **Expertise paysage et patrimoine** : Corieaulys et SARL PEPIN-HUGONNOT
- **Expertise Flore/habitats** : Corieaulys
- **Expertise avifaunistique** : EXEN
- **Expertise chiroptérologique** : EXEN

Références

Le présent document est basé sur les documents suivants :

- Avis MRAe n°2025APO100 ;
- Dossier de demande d'autorisation environnementale déposé le 20 décembre 2024.

PARTIE II : REPONSES AUX DEMANDES DE COMPLEMENTS

Qualité de l'étude d'impact

1. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

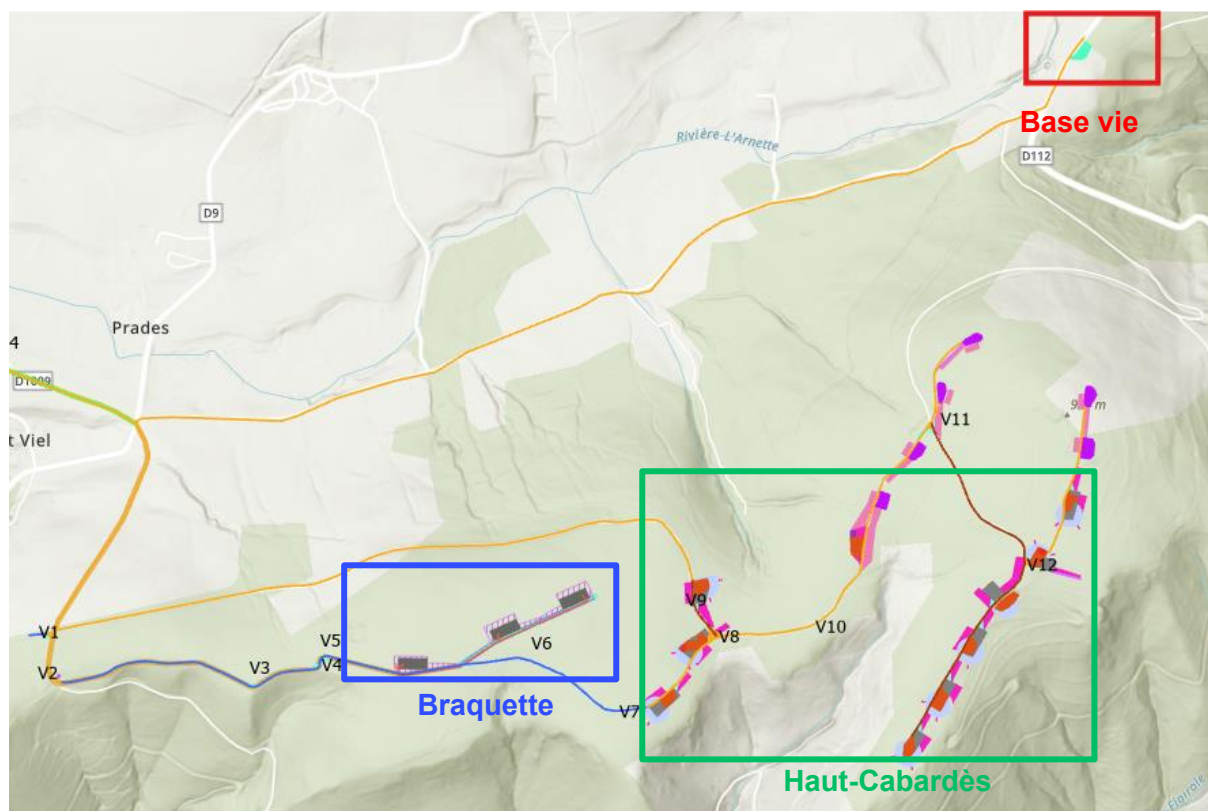
p.5 La MRAe recommande de compléter l'analyse des impacts du projet (volumes de terrassement, excavations conformément à l'arrêté ministériel du 22 juin 2020, calendrier du chantier de dépose, localisation de la base de vie, virages de la RD1009...), d'analyser des hypothèses de raccordement vers des postes source ayant une capacité disponible suffisante à ce jour, et de proposer des mesures adaptées.

Eléments de réponse :

Les éléments relatifs aux impacts du projet sont présentés dans la partie **3.C – Description technique du projet de renouvellement du parc éolien du Haut-Cabardès** (p.116 de l'étude d'impact).

- **Volumes de terrassement :**
Les volumes totaux ne sont pas connus à ce stade du projet. Toutefois, compte tenu de la topographie du site et de ses enjeux, les surfaces ont été adaptées afin d'accueillir les volumes de déblais excavés et les talus qui en résulteront. Les volumes exacts seront calculés par le prestataire exécutant le génie civil. Les terres végétales seront séparées des limons et stockées en andains. En cas d'impossibilité de régaler les terres sur site en fin de chantier, elles seront évacuées vers des centres de tri adaptés.
- **Excavations et fondations :** Le volume des excavations sera d'environ **1 200 m³** et celui des fondations d'environ **350 m³**.
- **Calendrier du chantier :** Le calendrier prévisionnel prévoit un **démantèlement des éoliennes existantes fin 2027**, suivi des **travaux de terrassement et fondations fin 2028**. Le câblage interviendra début 2029, l'acheminement et le montage des machines au cours du second semestre 2029, pour une mise en service industrielle envisagée fin 2029 ou début 2030. Ce calendrier sera affiné et validé en fonction des prescriptions réglementaires et des contraintes opérationnelles.
- **Base vie :** Elle sera localisée le long de la RD112, sur une parcelle déjà partiellement artificialisée (p.129 de l'étude d'impact). La localisation est indiquée sur la carte ci-dessous. Une **visite d'écologue a été réalisée le 27/08/2024** : le site correspond à une pâture en cours d'enfrichement avec la présence d'anciens dépôts de gravillons. Aucune espèce patrimoniale n'a été recensée.

Un contrôle préalable sera réalisé avant le démarrage des travaux. Les opérations de débroussaillage et de terrassement seront menées conformément aux périodes de restrictions environnementales.



Localisation de la base vie



Photographie de l'emplacement de la base vie

- **Virages le long de la RD1009 :**

Les aménagements prévus concernent principalement des élargissements de voirie sur les accotements afin de faciliter l'acheminement des convois exceptionnels. Les modalités de restauration des pistes existantes et de construction des pistes à créer sont détaillées **p.121 de l'étude d'impact**.

Par ailleurs, les effets du projet sur les accès extra-sites sont présentés en **6.C.2.a.1 – Passage sur emprises (p.407)**, précisant les impacts temporaires et les mesures de remise en état prévues.



- **Hypothèses de raccordement (3.C.3.m, p.130) :**

Les hypothèses de raccordement sont présentées en **3.C.3.m (p.130 de l'EIE)**.

La procédure de raccordement ne peut être réglementairement engagée qu'une fois les autorisations obtenues. À ce stade, seules des hypothèses sont avancées, privilégiant un passage en domaine public.

Selon les données disponibles (S3RENR, site Caparéseau), il est probable que le projet de renouvellement du parc éolien du Haut-Cabardès soit raccordé au **poste source de Conques-sur-Orbiel**, situé à environ 28 km des structures de livraison.

La description des travaux de raccordement figure page **130**, les propositions de mesures pages **196**, et les effets détaillés des hypothèses pages **213**. La carte du tracé envisagé est présentée page **215**.

Quel que soit le scénario retenu, le tracé définitif sera déterminé par **Enedis**, gestionnaire de réseau, qui en est à la fois **maître d'ouvrage et maître d'œuvre**.

Le tracé définitif sera déterminé après obtention des autorisations, dans le cadre de la procédure d'approbation d'ouvrage, en concertation avec les services concernés. Le raccordement sera réalisé en souterrain, généralement en bord de route ou de chemin, conformément aux normes en vigueur.

Conformément aux pages **196 et 213 de l'EIE**, les impacts potentiels du raccordement ont été analysés, notamment sur :

- les zones humides (prévention des effets de drainage liés aux tranchées),
- la ressource en eau et les périmètres de protection de captages d'eau potable,
- les traversées de cours d'eau (solutions techniques adaptées : encoffrement sur ponts, fonçage, passage sous buse...),
- la remise en état immédiate des emprises après ouverture de tranchées (**27,5 km prévus, 50 cm de largeur en moyenne**, cf. p.209).

Ces mesures spécifiques viennent compléter les mesures générales de prévention des pollutions accidentelles déjà prévues pour le projet.

Conclusion : En conclusion, l'EIE intègre bien l'analyse des impacts liés au raccordement et propose des mesures adaptées pour en limiter les effets (**Page 213 et page 196**). Dans tous les cas, ce n'est qu'une fois la demande d'autorisation environnementale déposée et instruite que le projet de raccordement pourra être étudié en détail, sous maîtrise

d'ouvrage du gestionnaire de réseau.

Il convient de rappeler que, par sa décision n°455753 du 27 mars 2023, le Conseil d'État a confirmé qu'« *en vertu de l'article L.321-6 du Code de l'énergie, le raccordement des ouvrages de production d'électricité incombe aux seuls gestionnaires de réseaux* » et constitue une opération distincte de la procédure d'autorisation unique.

2. EVALUATION DES IMPACTS CUMULES AVEC LE CHANTIER BRAQUETTE

p.5 Elle recommande d'évaluer les impacts cumulés dans le cas où le chantier de renouvellement du parc du Haut Cabardès et celui de la construction de la « Braquette » se feraient dans le même temps.

Eléments de réponse :

Les deux projets disposent de calendriers indépendants :

Parc de la Braquette (autorisé depuis 2019) :

- Travaux de terrassement et création des pistes et plateformes : septembre 2026
- Réalisation des massifs : octobre–novembre 2026
- Livraison et levage des machines : août–octobre 2027
- Mise en service industrielle : janvier 2028

Parc du Haut-Cabardès (dossier de renouvellement déposé fin 2024) :

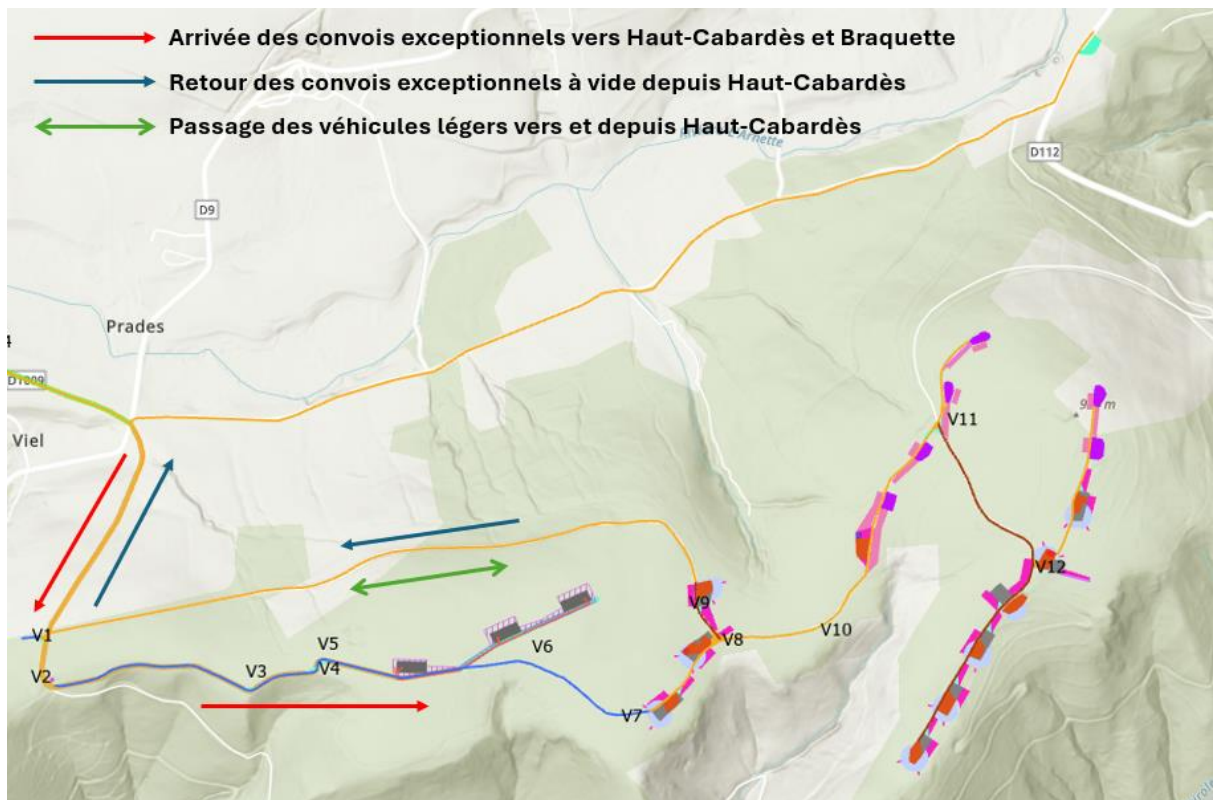
- Instruction et consultation : 2025
- Obtention de l'autorisation et financement : 2026
- Début du démantèlement : 2027
- Reconstruction et mise en service ultérieure : 2028/2029

Ainsi, la seule concomitance concerne les **travaux de levage et de réception des éoliennes de Braquette (été–automne 2027)** et le **démarrage du démantèlement des éoliennes du Haut-Cabardès (fin 2027)**.

Toutefois, cette concomitance n'est pas certaine : le parc de Braquette ne compte que **trois machines à lever** (durée estimée des travaux à deux semaines). Passée cette étape, les travaux restants (câblage & raccordements) génèrent peu de circulation, réduisant d'autant la probabilité et l'ampleur d'un chevauchement significatif entre les deux chantiers.

Dans une hypothèse de coactivité, les effets potentiellement cumulés se limitent à une augmentation ponctuelle du trafic de poids lourds et à un cumul de nuisances sonores et de dérangements faunistiques. Ces impacts restent toutefois contenus grâce à plusieurs mesures :

- **Maîtrise des impacts liés au transport** : Q ENERGY, forte de l'expérience acquise lors de la construction du parc existant et des études d'accès menées pour Braquette, dispose d'un itinéraire commun validé par les services compétents. L'utilisation d'accès communs permet de limiter la dispersion des emprises et de réduire l'occupation de nouveaux espaces.
- **Itinéraires d'accès optimisés** :
 - Passage des convois et engins lourds par la piste d'accès sud (commune aux deux projets).
 - Redescente par le chemin nord, réservé aux véhicules légers et aux retours à vide, permettant de fluidifier la circulation.



- **Prescriptions environnementales** : les travaux sont encadrés, avec les mêmes périodes de restrictions environnementales appliquées sur les deux chantiers, garantissant la maîtrise des perturbations sur les milieux naturels (*Mesure "Période de restriction pour la faune, page 396 de l'étude d'impact"*).
- **Suivi écologique coordonné** : la présence simultanée d'un écologue sur les deux chantiers permettra de suivre les opérations sensibles, de détecter plus efficacement les effets cumulés sur la faune et la flore et de mettre en œuvre des mesures correctives immédiates (*Mesure "Suivi de chantier" page 400 de l'étude d'impact"*).
- **Plan de prévention** : intégration du risque de coactivité dans les plans de prévention et coordination entre prestataires afin de sécuriser les manœuvres et éviter les interférences.

En conclusion, même dans l'éventualité d'une concomitance limitée aux travaux de finalisation de Braquette et au démantèlement du parc du Haut-Cabardès, les impacts cumulés se limiteraient à une hausse ponctuelle du trafic et à des nuisances temporaires. Grâce à l'organisation des accès, aux prescriptions environnementales et au suivi coordonné des chantiers, ces impacts resteront **faibles, temporaires et maîtrisés**.

3. EVALUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

p.5 L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre doit être complétée et adaptée au renouvellement de ce parc.

Eléments de réponse :

La présente section constitue une modification du bilan carbone présenté dans le dossier initial (pages 200 à 207). Elle intègre désormais deux éléments qui n'avaient pas été considérés dans l'évaluation d'origine : d'une part, **le démantèlement et la remise en état du parc actuel, et d'autre part, les gains de stockage liés aux surfaces revégétalisées.**

Les pages en annexe 1 mettent à jour le bilan carbone présenté dans le dossier initial pour prendre en compte les remarques de l'avis de la MRAE.

4. AVIS DU PNR HAUT-LANGUEDOC

p.6 Il est recommandé de recueillir et annexer l'avis du parc naturel régional du Haut Languedoc à l'étude d'impact.

Eléments de réponse :

Le projet de renouvellement du Haut-Cabardès est implanté en **dehors du périmètre du Parc naturel régional du Haut-Languedoc (PNRHL) (EIE p. 101, §3.B.2.d). À ce titre, la consultation du PNR n'est pas requise.**

La limite du Parc, située à 4,91 km de la zone d'implantation, n'intercepte que la partie nord de l'aire d'étude éloignée et s'arrête sur les crêtes de la Montagne Noire, à la limite Tarn/Aude. L'Étude d'Impact Environnemental (2024, p. 244) rappelle le contexte du Parc et sa Charte, et intègre sa proximité dans l'analyse environnementale.

Le projet respecte les prescriptions de la **Charte 2012-2027**, notamment la hauteur maximale des éoliennes limitée à **125 m en bout de pale**.

La nouvelle Charte 2028-2043 (validée le 10 juillet 2025) introduit des seuils actualisés, dont une hauteur maximale portée à 150 m en bout de pale. Le dimensionnement retenu pour le projet reste conforme à ces nouvelles orientations.

Conclusion : Le projet éolien, situé en dehors du périmètre du PNRHL, ne relève pas de sa Charte. Sa consultation n'est donc pas nécessaire. Il respecte néanmoins les prescriptions techniques de la **Charte 2012-2027** et anticipe les orientations de la **future Charte 2028-2043**. Le projet participe ainsi aux objectifs régionaux et nationaux de transition énergétique, tout en respectant les principes de préservation paysagère et environnementale défendus par le PNRHL.

Prise en compte de l'environnement

5. PAYSAGE

p.10 La MRAe recommande que les effets du projet soient ré-évalués pour une entité constituée de douze éoliennes, intégrant le parc de la « Braquette ».

Eléments de réponse :

Dans un premier temps, il convient de rappeler que le **parc éolien du Haut-Cabardès** et le **parc de la Braquette** sont deux projets juridiquement et administrativement distincts.

Conformément aux **exigences réglementaires** (articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement) et au **Guide relatif à l'élaboration des études d'impact des projets de parcs éoliens terrestres – version révisée octobre 2020** (DGPR, MEDDE), les effets cumulés des deux projets ont été étudiés.

L'analyse, présentée au **chapitre 9 de l'Étude d'impact (p. 669 et suivantes)**, a intégré l'ensemble des parcs existants et projets connus dans un rayon de 10 km (Sambres, Soulan de Nore, Albine, Sauveterre, Braquette). Elle a porté sur :

- Les **effets paysagers** (saturation, encerclement), à partir d'une trentaine de points de vue
- Les **enjeux écologiques et faunistiques**
- Les **effets sur le fonctionnement territorial et l'occupation de l'espace**.

L'analyse paysagère a systématiquement intégré le parc de la Braquette, représenté dans les **photomontages**. Les préconisations formulées ont conduit à organiser les éoliennes du Haut-Cabardès en cohérence avec celles de la Braquette (interdistances, disposition spatiale), aboutissant, selon le bureau d'étude paysagiste Corieaulys, à une **composition équilibrée de deux groupes homogènes de six éoliennes de 125 m**.

La concertation menée entre 2017 et 2020 avec les communes de Cabrespine, Pradelles-Cabardès et la Communauté de Communes de la Montagne Noire, sous la coordination du SYADEN, a conduit à définir un projet de **9 éoliennes de 125 m** pour le Haut-Cabardès, soit une réduction de près de moitié par rapport au projet initial (12 éoliennes de 150 m).

Dans une logique d'harmonisation paysagère, la hauteur des éoliennes de Braquette a également été revue à la baisse, passant de **130 m à 125 m**, afin de garantir une cohérence visuelle entre les deux ensembles.

Fort de son expérience locale, Q ENERGY a capitalisé sur les données issues des deux projets, offrant une meilleure compréhension des dynamiques écologiques du secteur. Le projet de la Braquette avait déjà fait l'objet d'expertises approfondies en 2011–2012 par EXEN (avifaune, chiroptères, autres compartiments faunistiques), données réutilisées pour le renouvellement du Haut-Cabardès (*EIE*, p. 257–261). La MRAe souligne d'ailleurs que l'étude « *rappelle et exploite les nombreuses données acquises depuis 2012 sur le secteur* » (*Avis MRAe*, p. 7).

Cette cohérence se prolonge dans la phase d'exploitation : les **suivis environnementaux** prévus pour le Haut-Cabardès sont harmonisés avec ceux de la Braquette, garantissant comparabilité et mutualisation des données, notamment pour :

- le suivi de mortalité (*EIE*, p. 401) ;
- le suivi comportemental de l'Aigle royal (*EIE*, p. 404) ;
- le suivi comportemental du Faucon crécerellette (*EIE*, p. 404).

Les deux projets ont été conçus dans une **logique de cohérence territoriale et paysagère**. Les effets cumulés sur la faune et le paysage sont étudiés et maîtrisés. La concertation et la prise en compte par le porteur de projet des demandes du territoire pour les deux projets garantissent une intégration harmonisée et une lecture cohérente du paysage, tout en respectant les procédures et objectifs propres à chacun.

6. HABITATS NATURELS, FAUNE, FLORE

p.10 Elle recommande qu'une démarche itérative soit mise en œuvre pour requestionner le nombre d'éoliennes, leur implantation, ainsi que tous les paramètres permettant de réduire les effets du projet sur la faune volante (surfaces défrichées, espacement entre les éoliennes, éloignement des zones de nidification, de prises d'ascendance...).

Eléments de réponse :

Le projet de renouvellement du parc éolien du Haut-Cabardès a été conçu dans une démarche de concertation et de co-construction, associant dès l'origine élus, services de l'État, associations spécialisées et riverains (*démarche rappelée en page 93 de l'étude d'impact*). Cette approche a permis de définir un projet (nombre, implantation, gabarits des éoliennes) en conciliant contraintes écologiques, paysagères et attentes locales.

- **Concertation avec les élus et acteurs locaux** : dès 2017, des présentations ont été faites en conseil municipal à Pradelles-Cabardès, puis un comité de pilotage (COPIL) a réuni les communes d'accueil (Pradelles-Cabardès, Cabrespine), la commune voisine de Castans et le SYADEN. Ces échanges ont conduit à requestionner le **nombre et l'implantation des machines**, tout en intégrant les priorités locales.
- **Concertation avec les services de l'État et organismes spécialisés** : Des échanges réguliers ont été menés avec la DREAL, RTE, ENEDIS, la LPO, l'INAO, l'UDAP, le Conseil départemental, la Chambre d'agriculture et la DDTM. Les réunions de cadrage de 2024 ont notamment abouti au **renforcement du suivi de l'Aigle royal et à l'élargissement du calendrier de bridage chiroptères**.
- **Concertation préalable avec le public** : une concertation préalable a été organisée du 26 janvier au 10 mars 2024 auprès de 18 communes. Des permanences ont permis d'informer sur les enjeux du projet et de recueillir directement les observations des riverains.

Ces concertations successives ont conduit à une prise en compte concrète des demandes du territoire pour le projet :

- **Réduction du nombre d'éoliennes de 16 à 9**, avec suppression des deux plus au nord (effet de surplomb sur Castans) et de la ligne centrale (réduction de la distance aux habitations)
- **Implantation privilégiant les emplacements existants**, avec réutilisation des pistes et plateformes afin de limiter le défrichement ;
- **Limitation de la hauteur des machines à 125 m en bout de pale**, conformément aux recommandations locales et en cohérence avec le projet voisin de la Braquette;
- **Adaptation des études paysagères et acoustiques**, intégrant les points de vue demandés par les riverains et élus.

Un travail approfondi mené par les bureaux d'études a permis, après comparaison de trois variantes et échanges en comité de projet, de retenir une solution qui :

- évite les zones de prise d'ascendance de l'Aigle royal, les voies de transit des chiroptères et les haltes migratoires du Faucon crécerellette ;
- exclut les habitats les plus sensibles (pelouses rocheuses, boisements de feuillus) ;
- maintient une orientation nord-est/sud-ouest des lignes afin de réduire l'effet barrière et le risque de collision lors des migrations.

	Janvier			Février					Mars					Avril					Mai					Juin					Juillet					Août					Septembre					Octobre				Novembre					Décembre		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Suivi mortalité	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
Ecoutes chiroptères en nacelle																																																							

Ce protocole, déjà robuste dans sa version initiale, est désormais **renforcé au-delà des prescriptions réglementaires et des pratiques standards**. Il garantit :

- une couverture exhaustive du cycle biologique ;
- une prise en compte adaptée de l'augmentation de la taille des machines et de la surface balayée par le rotor ;
- une capacité d'adaptation grâce aux suivis intensifs de la première année (la fréquence pouvant ensuite être ajustée selon les résultats observés).

Il convient de souligner que le suivi doit rester **proportionné aux enjeux locaux**. Un renforcement systématique du protocole sur ce parc, dont les impacts sont estimés comme faibles, pourrait se révéler disproportionné par rapport aux pratiques observées sur d'autres parcs où la mortalité est plus élevée.

Les nombreux suivis déjà réalisés (2012, 2018, 2019, 2020, 2023/2024) apportent une connaissance solide et détaillée du site, permettant d'appuyer la pertinence du protocole prévu.

Le protocole retenu pour le parc du Haut-Cabardès sera renforcé la première année par 2 passages hebdomadaires entre avril et octobre, soit 18 visites supplémentaires, portant le total annuel à 83 visites. Ce dispositif :

- **Est renforcé par rapport** aux prescriptions réglementaires et au protocole national (MEDDE, 2018) ;
- **Est renforcé** par rapport aux pratiques observées sur les parcs voisins ;

Garantit un suivi robuste et adapté aux enjeux locaux, tout en assurant des données fiables pour évaluer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères.

p.10 Les impacts résiduels sont à ré-évaluer et des mesures de compensation doivent être définies. Une demande de dérogation à la stricte protection des espèces est nécessaire.

Éléments de réponse :

Impacts du parc existant

Chiroptères

Les suivis de mortalité réalisés depuis 2012 montrent une baisse continue et significative du nombre de chiroptères impactés, en lien direct avec la mise en œuvre du plan de bridage (**mis en œuvre en 2019** (arrêté préfectoral du 19/08/2019) et **renforcé en 2020** (arrêté préfectoral du 30/06/2020)). Depuis 2012, aucune mortalité de Noctule n'a été constatée, et la Pipistrelle commune n'a plus été affectée depuis 2020. Le dernier suivi (2023) n'a recensé aucune mortalité. Les suivis acoustiques montrent que la fréquentation des chiroptères sur le site demeure stable confirmant que la baisse ne résulte pas d'un déclin local mais bien de l'efficacité du bridage. L'impact global est passé de « **modéré** » en 2018 à « **faible** » en 2023 (*chiffres clés des suivis de mortalité détaillés p. 255 de l'étude d'impact*).

Avifaune

En plus de dix ans de suivi, seules 15 mortalités ont été recensées, sans aucun rapace concerné. Aucune mortalité n'a été observée en 2020.

Le niveau d'impact a été réévalué de « **faible à modéré** » (2018) à « **faible** » (2023) (*chiffres clés des suivis de mortalité détaillés p. 255 de l'étude d'impact*).

Mesure de réduction intégrées au renouvellement

Le projet de renouvellement intègre plusieurs améliorations visant à réduire significativement les incidences sur l'avifaune et les chiroptères :

- Réduction du nombre de machines et optimisation de l'implantation (*cf. EIE p.380–381*).
- Défrichement limité (4,89 ha de résineux à faible potentiel de gîte, *cf. tableau p.436*).
- Augmentation des distances rotor–lisières (*cf. EIE p.390*).
- Reboisement des zones chantier et des plateformes non réutilisées afin de limiter leur attractivité pour les rapaces (*cf. mesures p.391*).
- **Mise en œuvre d'un système de détection automatisée (SDA)**, incluant le Faucon crécerellette (espèce ajoutée suite à la demande de la DREAL, *cf réponse à demande de compléments*) et l'Aigle royal, avec arrêt ciblé des machines en cas de détection.
- **Extension et optimisation du bridage chiroptères :**
 - Ajout d'une régulation sous seuil de production de mars à novembre (*cf. EIE déposée, p.394*) ;
 - Intégration de seuils d'hystérésis (*cf. EIE déposée, p.394*) ;
 - Elargissement de la période de bridage du 1er mars au 15 novembre (*cf. réponse à la demande de complément de la DREAL*).

Ce plan permet de protéger 96,7 % de l'activité totale des chiroptères (95,5 % pour les espèces de haut vol et 97,8 % pour les espèces de lisière), un niveau supérieur au seuil de 95 % reconnu par la jurisprudence comme garantissant l'absence d'impact significatif. (CAA Nantes, 10 juin 2025, n°24NT02421 ; CAA Versailles, 5 juin 2025, n°23VE01966).

Suivis renforcés

Afin de maîtriser le risque résiduel, le projet intègre un dispositif de suivi renforcé, répondant aux demandes de la DREAL et de la MRAe :

- **Suivi de mortalité** : 83 passages réalisés la première année (soit deux passages par semaine d'avril à octobre), soit **18 passages supplémentaires** par rapport au protocole initial, conformément à la demande de la DREAL (*cf. réponse à la demande de complément de la DREAL & paragraphe précédent sur le renforcement du suivi de mortalité*).
- **Suivi d'activité des chiroptères en nacelle** : nregistrements étendus de mars à novembre (au lieu de la période initialement prévue), renforçant ainsi la détection des espèces sensibles (*cf. réponse à la demande de complément de la DREAL*).
- **Aigle royal** : suivi comportemental renforcé avec **12 visites de décembre à août**, pendant 5 ans post mise en service puis tous les 5 ans afin de détecter toute modification de l'usage du territoire.
- **Faucon crécerellette** : suivi spécifique (12 passages/an, août–septembre sur 3 ans) avec arrêt ponctuel en cas de fréquentation.

L'article 23 de la loi dite « DDADUE » du 25/04/2025 a introduit le nouvel **article L.411-2-1 du code de l'environnement**, qui précise que :

« La dérogation n'est pas requise lorsqu'un projet comporte des mesures d'évitement et de réduction présentant des garanties d'effectivité suffisantes pour diminuer le risque d'atteinte aux espèces protégées à un niveau non suffisamment caractérisé, et qu'il intègre un dispositif de suivi permettant, le cas échéant, d'adopter toute mesure supplémentaire nécessaire. »

Dans le cas du projet de renouvellement :

- Les impacts résiduels sont **faibles et non significatifs** (non suffisamment caractérisés au sens de la réglementation).
- Aucun effet notable n'est attendu sur les habitats de reproduction, d'hibernation ou de repos.
- Le projet intègre un dispositif de suivis renforcé permettant d'adapter immédiatement les

mesures si nécessaire.

Au regard des suivis existants, des mesures de réduction intégrées au projet de renouvellement et du dispositif de suivi renforcé, les impacts résiduels sur l'avifaune et les chiroptères demeurent non suffisamment caractérisés.

Au regard de l'article **L.411-2 du code de l'environnement** et du *Guide d'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres* (MEDDE, 2014), les conditions de sollicitation d'une dérogation ne sont pas réunies : le projet n'entraîne pas d'impact significatif sur les populations, les mesures de réduction mises en œuvre sont jugées suffisantes et efficaces, et les suivis garantissent une adaptation immédiate en cas d'évolution inattendue. Toutefois, le pétitionnaire réévaluera cette nécessité si les suivis post-implantation devaient démontrer un risque suffisamment caractérisé pour une espèce protégée.

7. BRUIT

p.10 La MRAe recommande d'évaluer les effets cumulés avec le projet de la « Braquette ». Elle recommande un suivi régulier des émissions sonores du projet, afin de tenir compte des modifications environnementales pouvant impacter la propagation sonore, comme des coupes forestières.

Eléments de réponse :

L'étude acoustique réalisée sur le projet de renouvellement du parc du Haut Cabardès, intégrée dans le Volume 4, s'inscrit dans le cadre réglementaire défini par l'arrêté ministériel du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 10 décembre 2021 relatifs aux parcs éoliens soumis à la nomenclature des ICPE.

Ce texte s'appuie sur trois critères principaux :

- Un critère de niveau de bruit ambiant, limitant le niveau sonore mesuré en périmètre de l'installation à 70 dB(A) en période diurne (7h-22h) et 60 dB(A) en période nocturne (22h-7)
- Un critère d'émergence, qui impose que le bruit généré par le parc éolien ne dépasse pas plus de 5dB(A) le niveau sonore existant en journée et de plus de 3dB(A) la nuit, lorsque le bruit ambiant est supérieur à 35dB(A)
- Un critère de tonalité marquée qui vise à s'assurer qu'aucune fréquence du spectre sonore des éoliennes ne soit significativement plus élevée que les autres.

L'arrêté du 26 août 2011 prévoit également que : « Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus. »

Or, dans le cas présent, les projets de renouvellement du parc du Haut Cabardès et de Braquette, relèvent certes de la même rubrique ICPE, mais sont portés par des exploitants différents et les deux parcs ne sont pas considérés comme un seul parc. Dès lors la réglementation acoustique s'applique pour chacun de ces parcs de manière indépendante.

Par conséquent, la méthodologie strictement applicable selon la réglementation en vigueur consiste à intégrer les émissions sonores du projet éolien Braquette dans l'état initial du site Haut Cabardès.

Cependant, il a été décidé d'appliquer une méthodologie plus protectrice que celle strictement prévue par la réglementation et cela en concertation avec le comité de pilotage composé des élus et du SYADEN qui a suivi l'ensemble de la démarche de conception du projet. En effet, comme précisé à la page 7 de l'étude d'impact acoustique qui est intégrée dans le Volume 4 de l'EIE, les futures émissions du projet de Braquette, bien que connues, n'ont pas été intégrées à l'état initial du projet de renouvellement du parc du Haut Cabardès. L'intégration

des émissions sonores du parc de Braquette au bruit de fond de l'état initial du projet de renouvellement du Haut Cabardès conduirait à une plus grande permisivité en termes d'émissions pour le parc éolien de renouvellement Haut Cabardès. Ceci s'explique puisque les niveaux sonores alors retenus seraient plus hauts que les niveaux sonores retenus sans l'impact sonore du parc éolien de Braquette. Ce choix repose donc sur une volonté de prudence méthodologique : en excluant le bruit résiduel lié au futur parc de Braquette, l'analyse de l'impact du projet de renouvellement Haut Cabardès est réalisée dans des conditions plus conservatrices.

Concernant l'état initial : La campagne acoustique a été réalisée en période automnale, jugée représentative des conditions sonores du site. En effet, cette saison se caractérise par une faible densité de végétation, ce qui entraîne une diminution du bruit dû à la végétation. Cela permet de mesurer un niveau de bruit résiduel relativement bas, favorable à l'évaluation de l'émergence sonore du futur parc.

Concernant la modélisation : Afin de se placer dans un cas maximisant, l'étude acoustique a été réalisée selon une hypothèse de propagation en champ libre, c'est-à-dire sans prise en compte de masques liés à la végétation ou à des obstacles naturels pouvant atténuer les émissions sonores, ce qui correspond aux conditions acoustiques les plus défavorables.

Cette hypothèse permet de rendre l'étude acoustique valide quel que soit les futurs changements de l'environnement comme le défrichement ou des changements notables du couvert forestier. Elle permet également d'assurer que l'étude acoustique ne sous-estime pas l'impact sonore réel du projet de renouvellement Haut Cabardès dans un environnement évolutif.

Par ailleurs, conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011, une campagne de contrôle acoustique sera réalisée après la mise en service du parc. Cette campagne a pour objectif de vérifier la conformité du fonctionnement des éoliennes aux seuils réglementaires des émergences (5 dB(A) de jour et 3 dB (A) de nuit).

En cas de dépassement de ces seuils, l'exploitant devra mettre en œuvre les mesures correctives nécessaires, notamment une révision de plan de bridage, afin d'assurer la conformité du parc et le respect des exigences réglementaires.

L'étude acoustique du dossier de renouvellement du parc du Haut Cabardès a été réalisée selon la réglementation en vigueur, tout en adoptant des choix méthodologiques conservateurs afin de garantir une meilleure protection des riverains. En excluant les émissions du futur parc éolien de Braquette de l'état initial du site de Haut Cabardès et en considérant une propagation sonore sans effet d'atténuation de la végétation, l'analyse acoustique prend en compte le scénario le plus défavorable, notamment en cas d'évolution du couvert forestier.

Annexe 1 : bilan carbone

1. Préambule

1.1. Hypothèses considérées

Le bilan carbone présenté ci-après part de l’hypothèse maximisante que le démantèlement et la remise en état du parc actuellement en fonctionnement n’étaient pas prévus initialement (alors que faisant partie de l’autorisation initiale). Il convient donc de **comparer l’état actuel (avec le parc existant) et l’état projeté (avec le parc renouvelé)**. Autrement dit, le bilan part du réel d’aujourd’hui et prend en compte tout ce que le renouvellement génère, à savoir :

- Les émissions de CO₂ éq du démantèlement des éoliennes existantes,
- Les émissions de CO₂ éq du cycle de vie du nouveau parc (construction, exploitation, démantèlement),
- La perte de stockage de CO₂ éq liée aux nouvelles emprises (surfaces d’habitat naturel consommées par le parc renouvelé),
- Le gain de stockage de CO₂ éq lié à la remise en état des parcelles rendues à la végétation (reboisement).

Dans cette même logique, les surfaces du parc renouvelé situées sur des espaces déjà artificialisées (pistes, plateformes) ne sont pas comptabilisées dans la perte de stockage de CO₂ éq par la végétation, puisqu’entre l’état actuel et l’état projeté, il n’y a pas de différence. Autrement dit, il n’y a pas de perte prolongée de stockage sur les surfaces déjà artificialisées à considérer, dans la mesure où le démantèlement et la remise en état du parc actuel n’étaient pas planifiés.

1.2. Rappels méthodologiques

La méthodologie employée dans les paragraphes suivants s’appuie en partie sur les données de l’ADEME dont notamment :

- La Base Carbone® où les facteurs d’émissions sont construits dans un esprit "cycle de vie" ;
- L’analyse du Cycle de Vie de la production d’électricité d’origine éolienne en France, conformément aux normes ISO 14040-14044 (étude réalisée par Cycleco pour le compte de l’ADEME, en décembre 2015) ;
- L’effet du changement d’affectation des terres sur le carbone, issu de l’étude « Forêts et usages du bois dans l’atténuation du changement climatique » réalisée par l’ADEME en avril 2021

D’autre part, pour des raisons méthodologiques, communes à tout projet, les émissions de gaz à effets de serre (GES) sont converties en une unité commune afin de comparer et sommer ces émissions. Le pouvoir de réchauffement global (PRG) permet de convertir les émissions de GES en **équivalent CO₂**. Ainsi, les incidences du projet sont évaluées à travers sa contribution à augmenter ou diminuer les émissions ou les absorptions de GES.

Les GES à prendre en compte sont ceux identifiés dans le cadre des accords internationaux sur le climat, retenus dans les accords de Paris :

- Le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- Le méthane (CH₄) ;
- Le protoxyde d’azote (N₂O) ;
- Les hydrofluorocarbures (HFC) ;
- Les perfluorocarbures (PFC) ;
- L’hexafluorure de soufre (SF₆) ;
- Le trifluorure d’azote (NF₃).

A titre informatif, les pouvoirs de réchauffement global des principaux gaz sont présentés dans le Tableau 1 ci-contre.^[1]

^[1] Source : bilan GES de l’ADEME

Tableau 1 : PRG des principaux gaz (Source : ADEME)

Nom du gaz	PRG à 100ans	
	4ème rapport du GIEC	5ème rapport du GIEC
CO2f	1	1
CH4f	25	30
CH4b	25	28
N2O	298	265
SF6	22800	26100
CO2b	~*	~*

2. Rappel des engagements de la CEPE du Haut-Cabardès

2.1 Mesures d’évitement

➤ Choix du projet et du site

Type et nom de la mesure :	 Objectifs :	 Thèmes concernés :		 Phase(s) concernée(s) :	
E : Choix du projet et du site	Éviter des secteurs à enjeux environnementaux reconnus ou non adaptés	Milieu physique	X	Choix du site / conception	X
		Milieu naturel	X	Construction	
		Milieu humain	X	Exploitation	
		Paysage	X	Démantèlement	

🔍 Descriptif :

Favorisée par une ressource en vent adaptée, la nature même du projet répond aux problématiques du changement climatique et de l’utilisation rationnelle de l’énergie. Le choix d’éoliennes de puissance élevée (3 MW maximum) permet d’optimiser la ressource en vent. Le site démontre depuis des années qu’il est favorable à une production éolienne notable puisque le parc éolien du Haut-Cabardès produit chaque année 67 GWh/an.

Le projet de parc renouvelé est donc largement optimisé puisqu’il compte 7 éoliennes de moins, tout en produisant 81,6 GWh/an maximum, soit une augmentation de près de 21,8 % de la production d’électricité renouvelable par rapport au parc actuel.

📋 Modalités de suivi envisageables : Aucun
💰 Coût estimatif : Intégré dans la conception du projet

➤ Évitement géographique des secteurs sensibles

Type et nom de la mesure :	 Objectifs :	 Thèmes concernés :	 Phase(s) concernée(s) :
E : Évitement géographique des secteurs à enjeux	Limiter la perte de stockage de carbone par la végétation	Milieu physique	X
		Milieu naturel	X
		Milieu humain	X
		Paysage	X
		Choix du site / conception	X
		Construction	X
		Exploitation	
		Démantèlement	

🔍 Descriptif :

La conception du projet de renouvellement s’est efforcée de respecter une implantation en crête, évitant ainsi au maximum les secteurs de forte pente rencontrés sur les flancs des reliefs, même si tous n’ont pu être évités. Ce travail de conception a permis de limiter au maximum les travaux de terrassement et, par conséquent, la perte de stockage carbone par la végétation.

Par ailleurs, le projet retenu a été optimisé pour éviter au maximum l’effet d’emprise, en utilisant les pistes et plateformes existantes comme support de conception dès que cela était possible. Ainsi, tous les accès permanents nécessaires au parc éolien existent déjà (dont 1 720 ml de pistes à améliorer et 2 290 ml de pistes à élargir). Seuls 170 ml de piste temporaire seront créés en phase chantier.

📋 Modalités de suivi envisageables : Suivi environnemental de chantier par un écologue.
💰 Coût estimatif : Intégré dans la conception du projet et le suivi environnemental de chantier

2.2 Les mesures de réduction

➤ *Balísage des emprises lors d'un passage pré-chantier*

Type et nom de la mesure :	 Objectifs :	 Thèmes concernés :	 Phase(s) concernée(s) :
R : Balisage des emprises	Limiter la perte de stockage de carbone par la végétation	Milieu physique	X
		Milieu naturel	X
		Milieu humain	X
		Paysage	X
		Choix du site / conception	X
		Construction	
		Exploitation	
		Démantèlement	X

🔍 Descriptif :

Les emprises seront balisées lors d'un passage pré-chantier afin de les limiter au strict nécessaire. Les engins de chantier éviteront de circuler dans les terrains naturels en dehors des pistes et zones proposées au défrichement.

 Modalités de suivi envisageables : Suivi environnemental de chantier par un écologue, rapport fourni à la DREAL à l'issue du chantier, engagement des entreprises
 Coût estimatif : - matériel : environ 5 € du mètre linéaire - mise en place par un écologue : 600 € / jour

➤ *Choix dans la conception du parc éolien*

Type et nom de la mesure :	 Objectifs :	 Thèmes concernés :	 Phase(s) concernée(s) :
R : Choix dans la conception du parc	limiter les impacts du parc et notamment la perte de stockage de carbone par la végétation	Milieu physique	X
		Milieu naturel	X
		Milieu humain	X
		Paysage	X
		Choix du site / conception	X
		Construction	X
		Exploitation	
		Démantèlement	

🔍 Descriptif :

L'usage de béton sur les pistes sera limité au strict nécessaire et le raccordement interne est prévu au niveau des pistes. Ainsi, outre les 3 200 m² de pistes revêtues avec un revêtement type béton, seules les fondations et structures de livraison généreront une imperméabilisation des sols (soit moins de 1 ha de sols imperméabilisés).

Si leurs caractéristiques mécaniques le permettent, les matériaux excavés (autres que les terres végétales traitées ci-après) seront réutilisés et remis en place, sur site, afin de réduire les volumes de terres à transporter et donc indirectement les émissions de CO₂ eq. Ils seront ensuite compactés en couches pour assurer une meilleure stabilité du terrain.

Concernant les terres végétales, la couche humifère sera gardée séparément en andains non compactés (stockée en tas de moins de 2 mètres de hauteur) pour une réutilisation en fin de travaux lors de la remise en état des terrains ou encore pour la remise en état des plateformes non réutilisées.

Dans tous les cas, un équilibre déblais/remblais sera recherché dans toute la mesure du possible.

À la fin des travaux, les plateformes non réutilisées du parc actuel seront remises en état et replantées conformément à l'arrêté de permis de construire initial, tandis que les aires de chantier du projet renouvelé seront également remises en état (replantées comme les anciennes plateformes). La gêne disparaîtra progressivement.

¹Source : MTES, 2020. Plan national intégré énergie-climat de la France. 327 pages. Consultable en ligne : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNIEC_France_mars_2020.pdf

² Voir l'étude de l'ADEME, 2015. Impacts environnementaux de l'éolien français. 8 pages. Consultable en ligne :

 Modalités de suivi envisageables : Suivi environnemental de chantier par un écologue.
 Coût estimatif : Inclus dans le coût du projet.

2.3 Les mesures d'accompagnement

Type et nom de la mesure :	 Objectifs :	 Thèmes concernés :	 Phase(s) concernée(s) :
A : Choix d'entreprises locales et éoliennes au bilan carbone optimisé	limiter les émissions de CO ₂	Milieu physique	X
		Milieu naturel	X
		Milieu humain	X
		Paysage	
		Choix du site / conception	X
		Construction	X
		Exploitation	X
		Démantèlement	

🔍 Descriptif :

A prestation équivalente et prix concurrentiel, le pétitionnaire s'engage à donner la priorité aux constructeurs et entreprises les plus proches, notamment pour les limiter les émissions de CO₂. Des éoliennes d'origine française ou européenne seront privilégiées dans toute la mesure du possible. En cas de maintenance lourde (changement d'une pale par exemple), cette même mesure sera appliquée.

2.4 Les mesures de suivis

Type et nom de la mesure :	 Objectifs :	 Thèmes concernés :	 Phase(s) concernée(s) :
S : Suivi de chantier	S'assurer de la bonne application des mesures	Milieu physique	X
		Milieu naturel	X
		Milieu humain	X
		Paysage	X
		Choix du site / conception	X
		Construction	
		Exploitation	
		Démantèlement	X

🔍 Descriptif :

Un suivi de chantier sera scrupuleusement mis en place avec de nombreuses visites inopinées durant toute la durée des travaux.

 Modalités de suivi envisageables : Rapport fourni à la DREAL à l'issue du chantier ou mis à disposition selon l'arrêté préfectoral.
 Coût estimatif : Le coût d'un suivi de chantier est variable en fonction du calendrier des travaux. La fréquence de visites nécessaire sera choisie par l'expert écologue en charge du suivi de chantier (par exemple, une visite inopinée par mois en saison hivernale et une visite inopinée par semaine en période sensible ou pendant les travaux les plus impactants). Le coût d'une visite est ≈ 600 € HT/j + frais de déplacement. Concernant le rapport, cela dépendra également du nombre de visites à traiter, mais le coût pourra atteindre jusqu'à 2000 € HT.

3. Les émissions de CO₂ eq

3.1 Les émissions de CO₂ eq du cycle de vie d'un parc éolien

Le « plan national intégré énergie-climat de la France » de mars 2020¹ indique que « **concernant l'impact carbone, les éoliennes émettent environ 12,7 g d'équivalent CO₂ selon l'ADEME² pour produire un kWh électrique** ».

Les hypothèses de modélisation comprennent les différentes étapes du cycle de vie d'un parc éolien dont sa création, son transport, son exploitation et son démantèlement. Pour rappel, la figure ci-dessous présente le cycle de vie d'une installation éolienne.

<https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/2460-impacts-environnementaux-de-l-eolien-francais.html>. Les données utilisées pour cette étude concernent 3 658 éoliennes, pour une capacité totale de 7 111 MW, représentant 87,2 % du parc effectif en 2013.

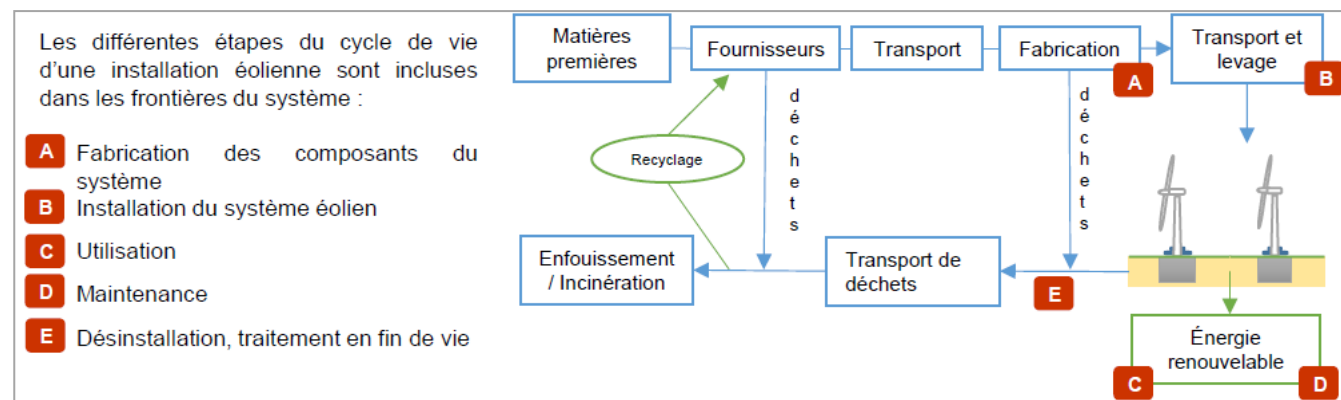


Figure 1 : Cycle de vie d'une installation éolienne (Source : ADEME)

L'impact sur l'indicateur de réchauffement climatique n'est pas le même à chaque étape du cycle de vie du parc éolien. L'étape principalement responsable de l'impact est la phase de fabrication avec une contribution de 66% comprenant un impact évité de 23% grâce à la fin de vie. La déconstruction des parcs génère environ **0,67 gCO₂éq / kWh**.

A noter que « l'impact bénéfique du recyclage est en grande partie lié au recyclage de l'acier et du béton qui permet d'éviter l'énergie utilisée pour produire ces matériaux vierges ». Il est à hauteur de **-2,72 gCO₂éq / kWh**.

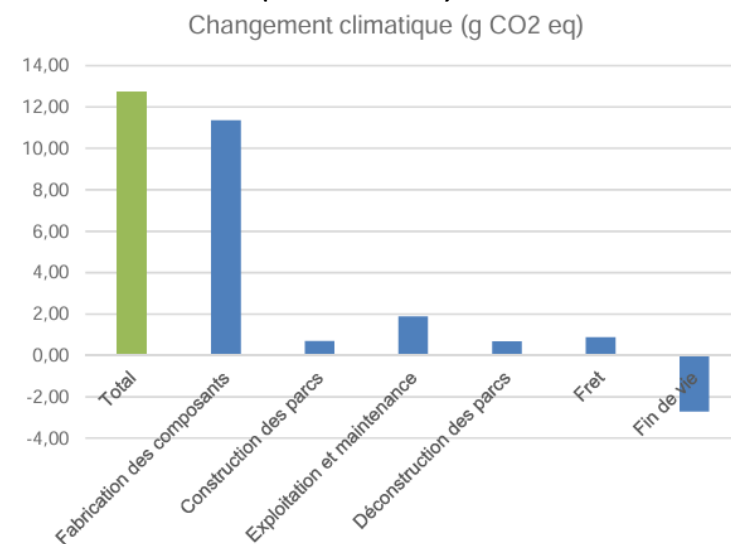


Figure 2 : Impacts environnementaux d'1 kWh sur l'indicateur de réchauffement climatique (Source : ADEME)

L'ADEME explique que le « réchauffement climatique est dominé par la construction des divers composants avec une part plus importante des nacelles avec 20% (-8% de recyclage), suivis de l'impact des rotors avec 20% (+3% de traitement de fin de vie), suivis de l'impact des fondations avec 16% (+1% de traitement du béton) et pour finir les mâts avec 14% (-18% de recyclage) ».

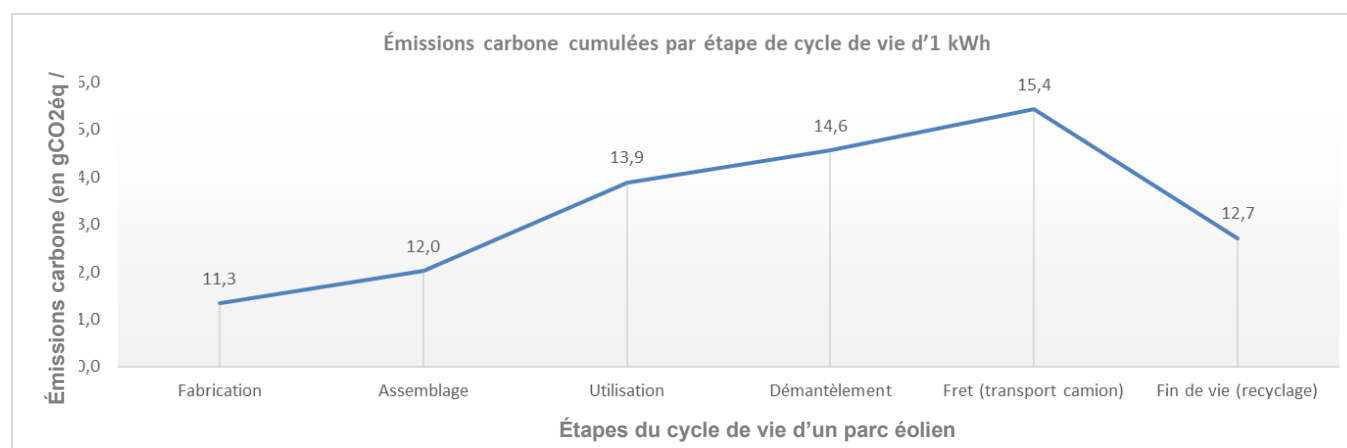


Figure 3 : Impacts environnementaux cumulés par étape de cycle de vie d'1 kWh sur l'indicateur de réchauffement

climatique (Source : ADEME, 2015)

Ainsi, cette valeur de 12,7 gCO₂éq / kWh produit comprend les émissions liées à :

A La fabrication (11,34 gCO₂éq / kWh)

- Rotor : mélange fibres de verre/époxy
- Nacelle : prise en compte des technologies de la génératrice (asynchrone, synchrone à rotor bobiné ou synchrone à aimants permanents) ; inventaire recomposé concernant la masse d'aimants permanents
- Mât : distinction béton ou acier (modèle utilisé : acier peu allié)
- Fondation : type gravitaire utilisé, masses extrapolées des données récoltées

B L'installation des parcs (0,68 gCO₂éq / kWh)

- Transport routier : Nacelle / Rotor : 1025 km ; Mât : 600 km ; Fondation : 50 km béton, 600 km acier
- Assemblage : 0,5 kWh / kg assemblé d'éolienne, Ecoinvent
- Transformation des sols : données Ecoinvent sur la base d'une machine 800 kW
- Route d'accès : 10 km par parc (données Ecoinvent)
- Raccordement réseau : 1 km de câble par éolienne (données Ecoinvent)

C L'utilisation et **D** la maintenance (1,87 gCO₂éq / kWh)

- Changement de 15 % de la nacelle et une pale de rotor (d'après P. Padey, 2013)
- Transport agent de maintenance : 2160 km / an (données Ecoinvent)

E La fin de vie (0,67 gCO₂éq / kWh pour le désassemblage et -2,72 gCO₂éq / kWh pour le recyclage)

- Acier, fonte, cuivre, aluminium : 90 % recyclé, 10 % enfouis
- Aimant permanent : 100 % enfouis
- Plastiques, composites (fibres de verre – époxy) : 100 % incinéré
- Béton : 100 % recyclé
- Transport des matériaux en fin de vie : routier 200 km, sauf le béton 50 km

Globalement, le fret (transport par camion) génère 0,57 gCO₂éq / kWh d'émissions carbone.

Les lettres (A à E) utilisées ci-avant correspondent aux différentes étapes du cycle de vie présentées sur la Figure 1 : Cycle de vie d'une installation éolienne.

3.2 Les émissions de CO₂éq du démantèlement du parc existant

Les actuelles éoliennes du Haut-Cabardès produisent 67 GWh/an. Selon les hypothèses décrites précédemment, les émissions de CO₂éq liées à la déconstruction du parc s'élèvent donc à **852,91 tCO₂éq**, auxquelles s'ajoutent **553,76 tCO₂éq** liés au fret.³

A contrario, les émissions de CO₂éq évitées grâce au recyclage s'élèvent à **3 462,56 tCO₂éq**.

Ainsi, en considérant l'impact bénéfique du recyclage, le démantèlement du parc existant entraîne finalement un gain de **2 055,9 tCO₂éq**.

A noter que ces calculs ont été réalisés selon les valeurs 2015 de l'ADEME. Depuis, des seuils de valorisation des déchets ont été définis par l'arrêté du 22 juin 2020 portant modification des prescriptions relatives aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Ainsi, depuis le 1^{er} janvier 2024, au moins **95 % de la masse totale des aérogénérateurs** démantelés, tout ou partie des fondations incluses, doivent être réutilisés ou recyclés et depuis le 1^{er} janvier 2025, **55 % de la masse des rotors** doivent être réutilisés ou recyclés.

³ Pour simplifier, la valeur du fret est divisée par deux (fret pour l'acheminement des éléments du parc à l'installation et fret pour

l'évacuation des matériaux du démantèlement du parc).

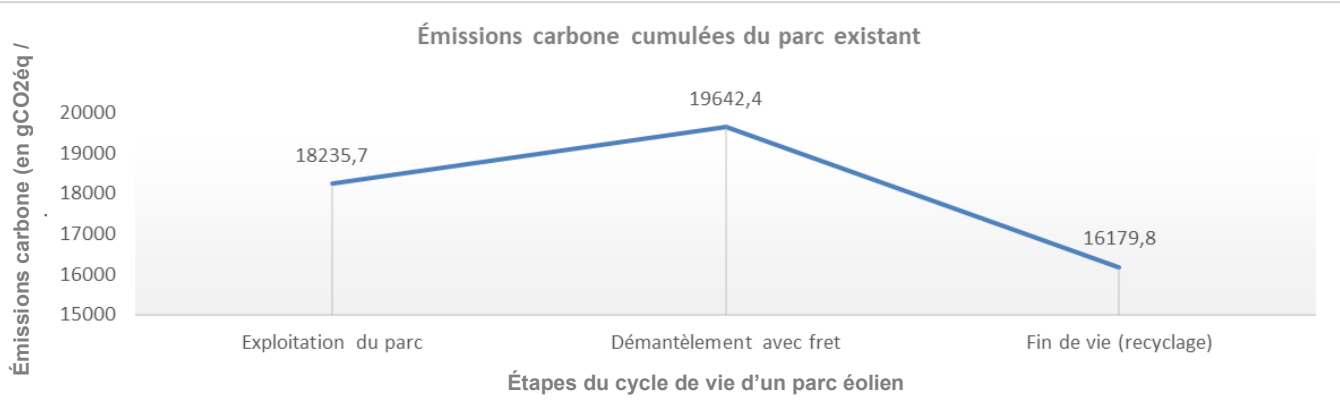


Figure 4 : Émissions carbone cumulées du parc existant

3.3 Les émissions de CO₂ éq de la construction du parc renouvelé

Le productible envisagé par le parc renouvelé s’élève à 81,6 GWh/an maximum. Selon les hypothèses décrites précédemment, les émissions de CO₂éq pour la fabrication, l’acheminement des éléments du parc renouvelé et l’assemblage sur site sont estimées à **25 408,20 tCO₂eq**.

Tableau 2 : Émissions de CO₂éq par étape de cycle de vie, pour le projet renouvelé (d’après les chiffres de l’ADEME)

Étape du cycle de vie	Fabrication	Assemblage (installation du parc)
Émissions (en tCO ₂ eq)	23133,60	1387,20

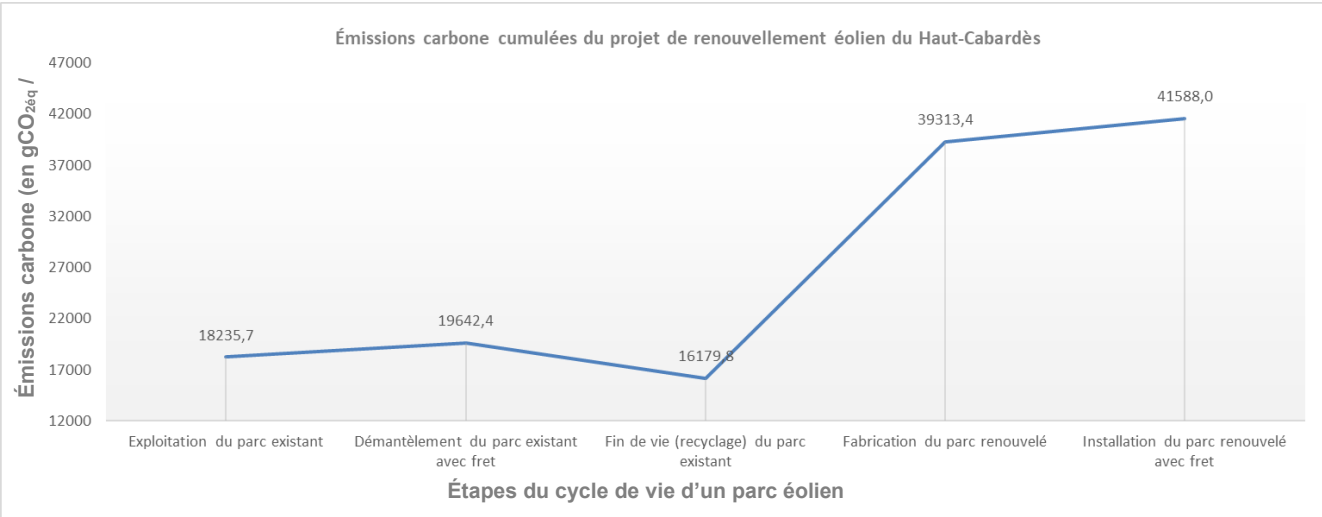


Figure 5 : Émissions carbone cumulées du démantèlement du parc existant à la construction du parc renouvelé

3.4 Stocks de carbone dans la biomasse et dans les sols

Afin de connaître l’incidence du parc du Haut-Cabardès sur les émissions de GES, il est nécessaire de prendre en compte la perte de stockage de carbone par la végétation et dans le sol, liée à la phase travaux (perte immédiate) et au changement d’occupation des sols (pendant toute la durée d’exploitation).

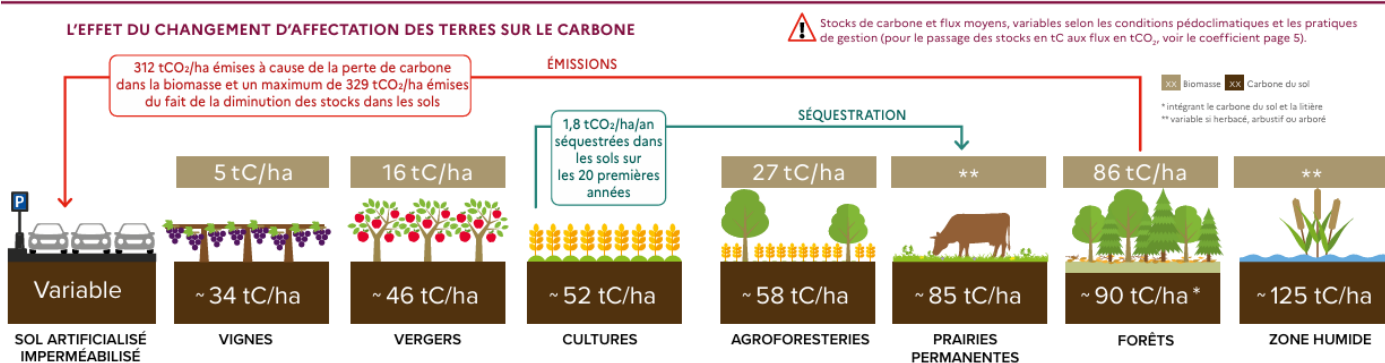


Figure 6 : Le changement d’affectation des terres génère une perte de stockage de carbone à la fois dans la biomasse, mais également dans les sols (Source : ADEME, 2021)⁴

Il est tout d’abord considéré que les emprises permanentes et temporaires perdront leur stock de carbone (végétation et sol) pendant la phase de travaux et leur capacité de stockage pendant la phase d’exploitation (et ce, afin de prévoir notamment l’impact maximal). Le gain de stockage de CO₂éq liées à la remise en état des parcelles rendues à la végétation (reboisement) est traité par la suite.

Les travaux de déboisement (pour la construction du parc ou le démantèlement des éoliennes existantes) et défrichement sont également pris en compte à cette étape.

La perte de stockage de CO₂ éq immédiate liées aux nouvelles emprises

Le tableau ci-dessous présente la perte immédiate de stockage de CO₂eq dans la biomasse.

Tableau 3 : Perte immédiate de stockage de CO₂eq dans la biomasse

Milieux	Stock carbone				Source	ha	Masse totale (t CO ₂ eq)
Forêt	86	tC/ha	315,36	tCO ₂ eq/ha	ADEME, 2021	-4,89	-1542,45
Fourrés ⁵	32	tC/ha	117,34	tCO ₂ eq /ha	DRAAF Bourgogne – Franche-Comté - 2017	-0,24	-28,38
Prairie	60	tC/ha	220,02	tCO ₂ eq /ha	INRA, 2018	-1,04	-228,88
Friche ⁶	93	tC/ha	341,03	tCO ₂ eq /ha	Arrouays et al., 2002	-0,10	-34,87
Surface déjà artificialisée (piste, plateformes)	0		0	tCO ₂ eq /ha		-6,64	0,00
Perte totale							-1 834,57

⁴ Source: ADEME, avril 2021. Forêts et usages du bois dans l’atténuation du changement climatique. 21 pages. Brochure Réf. ADEME 010986 téléchargeable sur www.ADEME.fr/mediatheque

⁵ Considérés ici comme des taillis au sens de l’étude de la DRAAF Bourgogne – Franche-Comté - 2017

⁶ Considérés ici comme des pelouses au sens de l’étude d’Arrouays et al., 2002

De même, le tableau ci-dessous présente la perte immédiate de stockage de CO_{2eq} dans le sol sur les emprises imperméabilisées ou aménagées en GNT :

Tableau 4 : Perte immédiate de stockage de CO_{2eq} dans le sol

Milieux	Stock carbone				Source	ha	Masse (t CO _{2eq})
Forêt ⁷	90	tC/ha	330,03	tCO _{2eq} /ha	ADEME, 2021	-1,02	-335,13
Prairie permanente	85	tC/ha	311,70	tCO _{2eq} /ha		-0,97	-301,51
Surface déjà artificialisée (piste, plateformes)	0	tC/ha	0	tCO _{2eq} /ha		-5,51	0,00
Perte totale							-636,64

La perte de stockage de CO_{2 eq} durant la durée de vie du parc liée au changement d’occupation des sols Il convient de rajouter la perte de stockage de CO_{2eq} par la végétation et dans le sol sur la durée de vie du parc (25 ans).

Tableau 5 : Perte de séquestration de CO_{2eq} dans la biomasse vivante sur la durée de vie du parc

Milieux	Stock carbone (tCO _{2eq} /ha/an)	Source	Surface à l’état initial (ha)	Surface à l’état projeté (ha)	Différence de surface (ha)	Masse totale (t CO _{2eq})
Forêt de résineux gérée	2,4	ADEME, 2021	4,89	0,00	-4,89	-293,46
Fourrés (min)	0,48	CA Pays de la Loire, 2022	0,24	0,00	-0,24	-2,90
Fourrés (max)	2,41					-14,57
Prairie	1	INRA, 2018	1,14	4,54	3,40	85,03
Surface artificialisée (piste, plateformes)	0		6,64	8,37	1,73	0,00
Perte totale						-225,90

Tableau 6 : Perte de séquestration de CO_{2eq} dans le sol sur la durée de vie du parc

Milieux	Stock carbone (tCO _{2eq} /ha/an)	Source	Surface à l’état initial (ha)	Surface à l’état projeté (ha)	Différence de surface (ha)	Masse totale (t CO _{2eq})
Forêt	1,8	Jonard <i>et al.</i> , 2017	5,13	0	-5,13	-220,10
Prairie permanente	0,18	INRAE, 2019	1,14	4,54	3,40	15,59
Surface artificialisée (piste, plateformes)	0		6,64	8,37	1,73	0,00
Perte totale						-204,51

⁷ Pour simplifier, les fourrés sont considérés avec les boisements dans les tableaux relatifs à la “perte carbone dans le sol”
⁸ Ratio déterminé à partir de FE Production de bois : 36,7 kg eq CO₂/tonne de bois (ADEME, base carbone V20) et un volume moyen de bois sur pied en forêt française de 166 m³/ha (Chiffres Clés - Fédération Nationale du Bois (fnbois.com)).

Les émissions de CO_{2 eq} pendant les travaux de déboisement / défrichement

A cela, il convient de rajouter les émissions que généreront les opérations de suppression des boisements, soit l’impact des travaux lui-même, calculé selon la formule suivante :

$Impact\ des\ travaux = FE_{Défrichement} \times Surface_{Défrichée}$

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- FE coupe des boisements = émissions liées aux travaux « forestiers » prenant en compte le tronçonnage, débardage, sciage et transport du bois = 5,98 tCO_{2eq} /ha ;⁸
- FE utilisation (cas le plus défavorable d’une incinération totale du bois coupé, pour maximiser les émissions de CO_{2eq}), prenant en compte le déchiquetage du bois, son transport et sa combustion = 14,76 tCO_{2eq}/ha. ⁹

Ainsi, le calcul en fonction des surfaces considérées ici (5,29 ha au total) permet de considérer que ces émissions, sont de l’ordre de : (5,98 + 14,76) * (-5,29) = - 109,7 tCO_{2eq}.

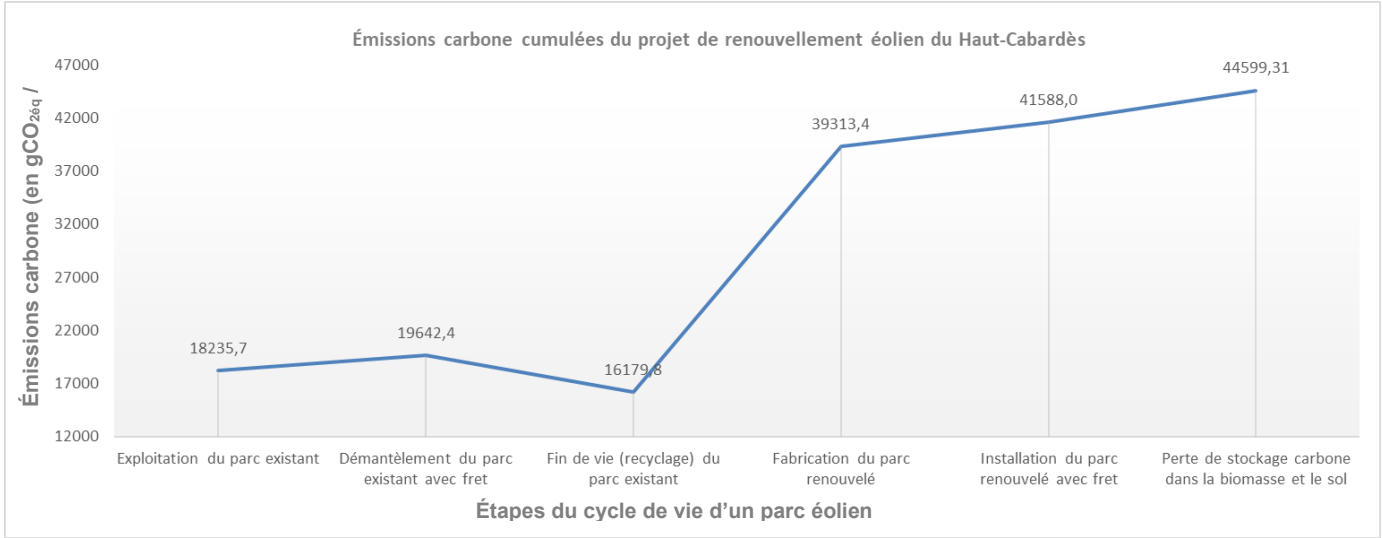


Figure 7 : Émissions carbone cumulées avec la perte de stockage dans la biomasse et le sol

⁹ Ratio déterminé à partir de FE Combustion : 0,0889 kg eq CO₂/kg bois pour de la plaquette forestière à 25% d’humidité (ADEME, base carbone V20) et un volume moyen de bois sur pied en forêt française de 166 m³/ha.

Le gain de stockage de CO₂ eq liées à la remise en état des parcelles rendues à la végétation (reboisement)

Les anciennes plateformes non réutilisées du parc actuel, les zones de flèches de grues, ainsi que les surfaces déboisées pour les besoins du démantèlement du parc seront reboisées. Cela concerne une surface totale de 25 690 m². Pour rappel, la carte ci-dessous présente les surfaces concernées par ce reboisement.

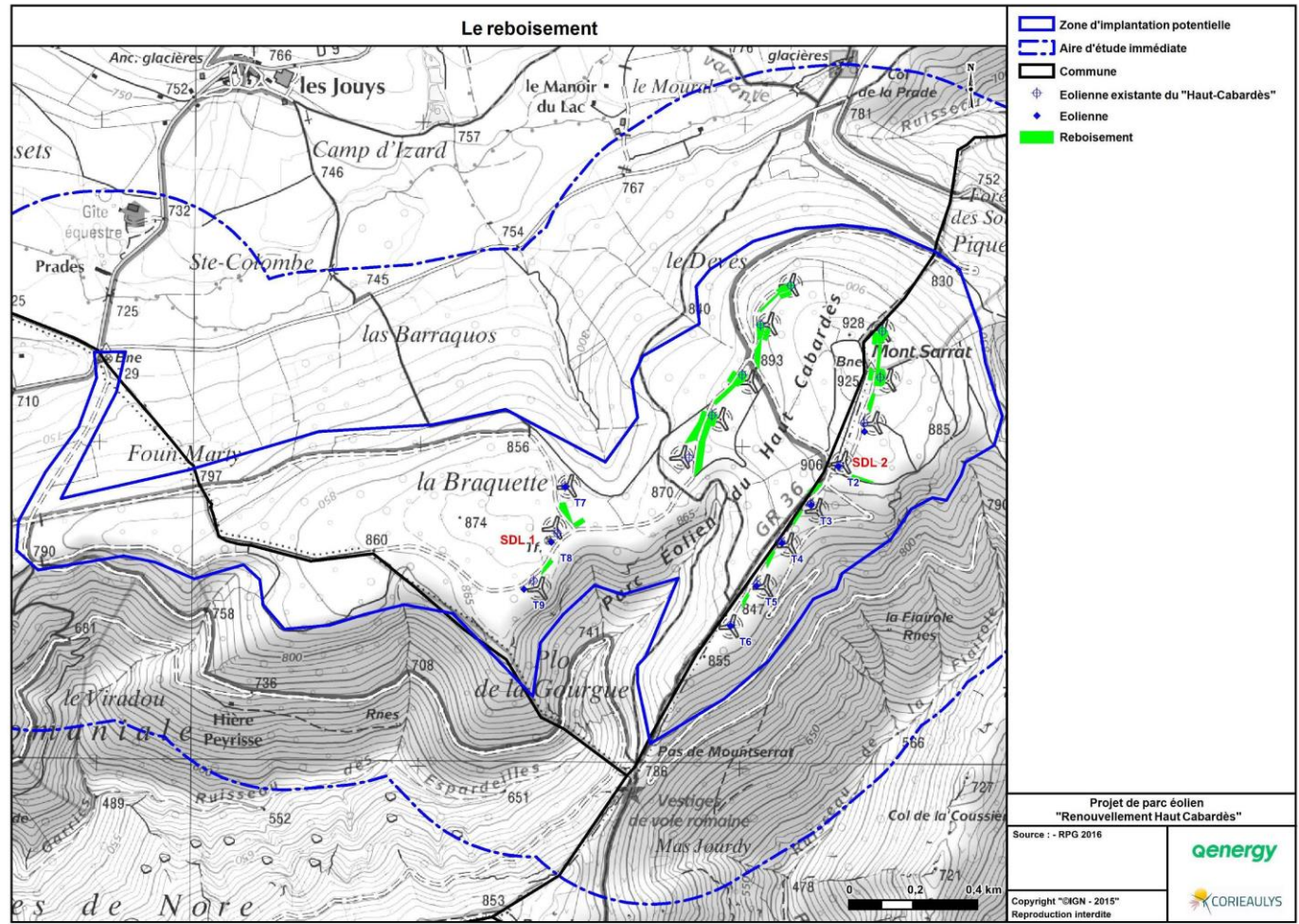


Figure 8 : Rappel des surfaces reboisées

Ce reboisement permet un gain de stockage d’environ 115,61 tCO₂eq dans le cas présent, comme le démontre le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Gain de stockage carbone grâce au reboisement

	Données bibliographiques	Gain en tCO ₂ eq
Biomasse immédiate ¹⁰	0,7334 tCO ₂ eq /ha	1,88 tCO ₂ eq
Biomasse sur 25 ans	2,4 tCO ₂ eq /ha/an ¹¹	154,14 tCO ₂ eq
Sol immédiat		0 ¹²
Sol sur 25 ans	1,8 tCO ₂ eq /ha/an ¹³	115,61 tCO ₂ eq
Masse totale		271,63 tCO ₂ eq

Bilan de l’effet du projet sur les stocks de carbone dans la biomasse et dans le sol

In fine, sur la base des valeurs précédentes, il est estimé que la perte totale de stockage de CO₂eq par la végétation

¹⁰ Biomasse qui dépend de la taille des plants et de la densité de plantation notamment. Ici, il s’agit du stock de biomasse moyen par des plants de 2 ans.

¹¹ Stockage carbone sous résineux (Source : ADEME, 2021)

¹² Pour prévoir l’impact maximal, il est considéré qu’il n’existe au départ aucune capacité de stockage de carbone dans le sol

et le sol approchera 2 739,65 t CO₂eq pendant les 25 années d'exploitation du parc éolien.¹⁴

Tableau 8 : Synthèse de l’effet du projet sur les stocks de carbone dans la biomasse et dans le sol

		Masse totale (t CO ₂ eq)
Perte du stock de CO ₂ eq immédiate	Biomasse	-1834,57
	Sol	-636,64
Émission coupe motifs boisés (intra et extra site)		-109,66
Différence de stockage pendant la durée de vie du parc	Biomasse	-225,90
	Sol	-204,51
Gain de stockage de CO ₂ eq par le reboisement	Biomasse	156,02
	Sol	115,61
Perte totale		2 739,65 t CO ₂ eq

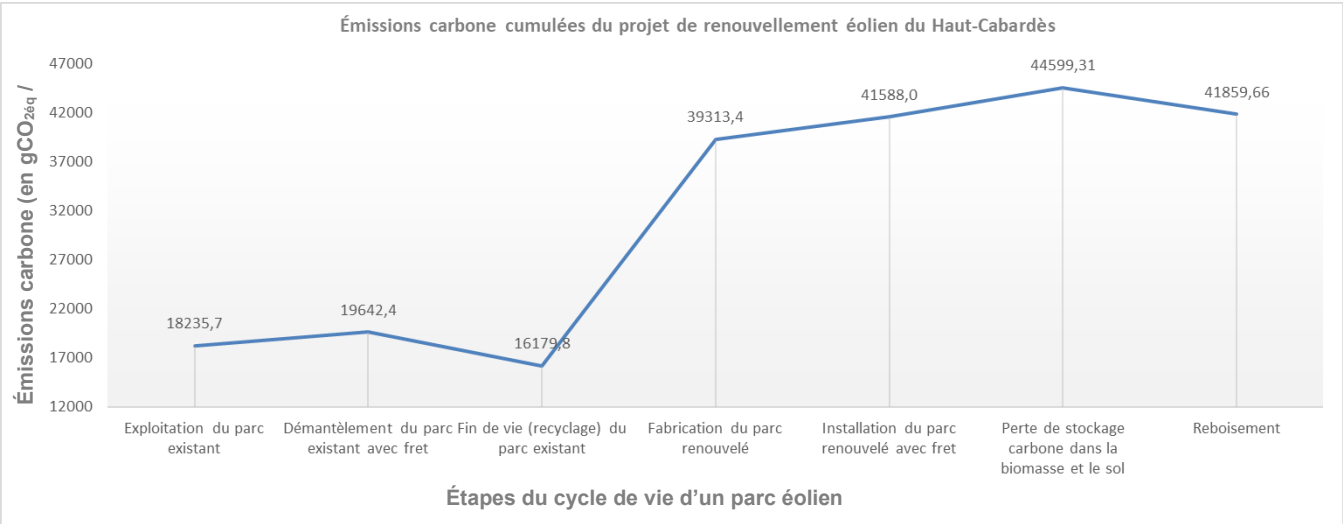


Figure 9 : Émissions carbone cumulées à la suite du reboisement

(absence d'humus, racines, etc.).

¹³ Capacité de stockage carbone dans le sol sous résineux (Jonard et al., 2017)

¹⁴ Les chiffres peuvent sembler varier en raison des arrondis.

Les émissions de CO₂ eq de l'exploitation au démantèlement du parc renouvelé

Selon les hypothèses décrites précédemment, les émissions de CO₂eq de l'exploitation au démantèlement du projet éolien du Haut-Cabardès renouvelé sont estimées à 520,2 tCO₂eq, soit **25 928,40 tCO₂eq sur sa durée de vie** (25 ans).

Tableau 9 : Émissions de CO₂eq de l'exploitation au démantèlement du parc renouvelé (d'après les chiffres de l'ADEME)

Étape du cycle de vie	Utilisation (exploitation et maintenance)	Désassemblage (démantèlement)	Fret (transport camion)	Fin de vie (recyclage)
Émissions (en tCO ₂ eq)	3814,80	1366,80	1774,80	-5548,80

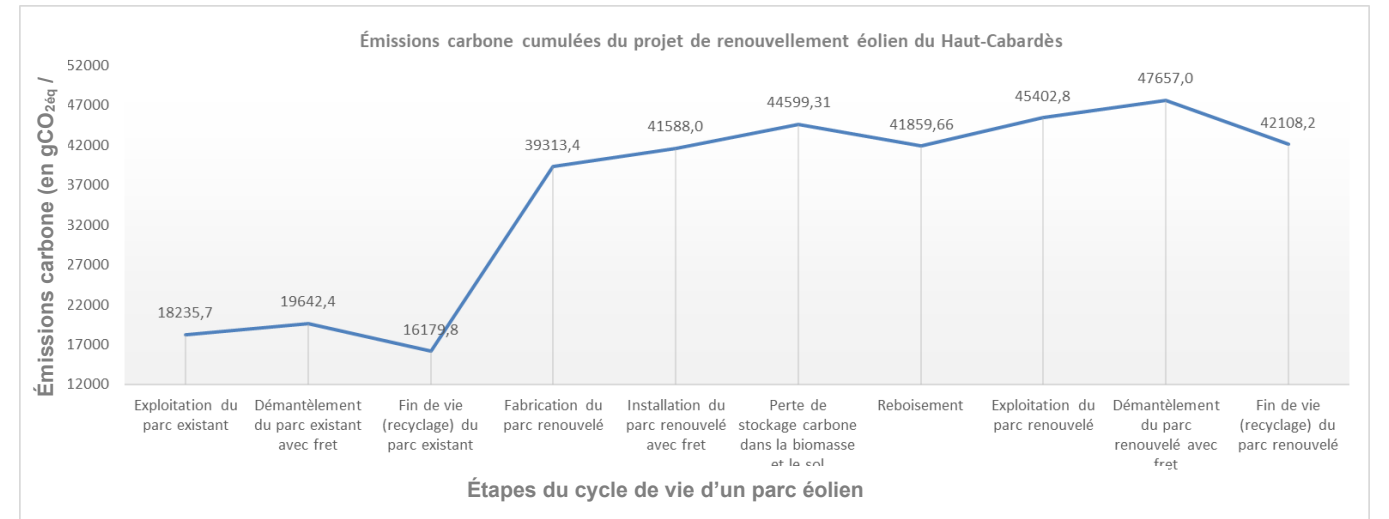


Figure 10 : Émissions carbone cumulées durant le cycle de vie du projet éolien

Comparaison avec les autres sources de production d'électricité

On parle d'énergie conventionnelle pour évoquer les centrales nucléaires et fossiles (charbon, gaz, fioul) et d'énergie renouvelable pour les centrales hydroélectriques, l'éolien, le photovoltaïque et le thermique renouvelable. L'ensemble forme le mix électrique français.

Selon la base carbone de l'ADEME, la valeur du **facteur d'émission du mix électrique français est de 56 g CO₂ eq/kWh**.¹⁵ D'autres bases de données sont également utilisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Empreinte carbone des différentes filières de production électrique (à production équivalente)

Energie	Empreinte carbone (g CO ₂ eq/kWh)	Source	Emissions pour une production de 81 600 MWh/an pendant 25 ans (t CO ₂ eq)
Mix électrique français	56	Base carbone de l'ADEME 2021	114 240
Nucléaire français	6	Polytechnique insight- le journal de l'institut polytechnique de Paris, 2022	12 240
Centrale à gaz	418	Polytechnique insight- le journal de l'institut polytechnique de Paris, 2022	852 720
Centrale à charbon	1060	Polytechnique insight- le journal de l'institut polytechnique de Paris, 2022	2 162 400
Photovoltaïque hors toiture	45	Base carbone de l'ADEME 2021 (moyenne)	91 800

¹⁵ Mix moyen / consommation de la France continentale en 2021. Incertitude : 10 %. L'amont comprend ici : l'amont des combustibles, l'amortissement de la centrale et les émissions annexes de fonctionnement. En ligne : <https://base->

Centrale hydroélectrique	40	Base carbone de l'ADEME 2021 (hypothèse basse)	81 600
--------------------------	----	--	--------

Ainsi, si l'on compare les émissions liées au projet du parc éolien du Haut-Cabardès renouvelé, au mix électrique français dans son ensemble, ou filière par filière¹⁶ qui le compose, on obtient les résultats suivants :

Tableau 11 : Différence d'émission de CO₂ du projet éolien du Haut-Cabardès (parc renouvelé + démantèlement du parc existant), à production équivalente, par rapport aux différentes sources de production

A production équivalente	Par rapport au mix électrique français – 56 g CO ₂ eq/kWh	Par rapport à l'hydraulique renouvelable (barrages)- 40 g CO ₂ eq/kWh	Par rapport au photovoltaïque (renouvelable) – 45 g CO ₂ eq/kWh	Par rapport au nucléaire (énergie fissile, valeur France, source base de données ELCD) – 6 g CO ₂ eq/kWh	Par rapport au Gaz naturel (énergie fossile) – 418 g CO ₂ eq/kWh	Par rapport à une centrale à charbon avec lavage (énergie fossile) – 1060 g CO ₂ eq/kWh
Différence d'émission de CO ₂ eq du projet éolien	-86809	-54169	-64369	15191	-825289	-2134969

Sans mettre en opposition les différentes sources de production d'énergie, ce tableau met clairement en évidence le nécessaire remplacement à terme des énergies fossiles par des énergies renouvelables comme l'est le parc éolien du Haut-Cabardès et justifie pleinement son renouvellement.

empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees
¹⁶ Valeur de référence ADEME

Le bilan est en effet nettement favorable comparé au mix électrique actuel et aux modes de production basés sur des énergies fossiles (gaz et charbon) et ce, même en enlevant la perte de stockage de carbone par la végétation, comme en témoigne le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Différence d’émission de CO₂ entre le parc éolien du Haut-Cabardès renouvelé et les différentes sources de production en prenant en compte la perte de stockage de carbone par la végétation

	par rapport au mix électrique français – 56 g CO ₂ /kWh	Par rapport à l'hydraulique renouvelable (barrages)- 40 g CO ₂ /kWh	Par rapport au photovoltaïque (renouvelable) – 45 g CO ₂ /kWh	par rapport au nucléaire (énergie fissile, valeur France, source base de données ELCD) – 6 g CO ₂ /kWh	par rapport au Gaz naturel (énergie fossile) – 418 g CO ₂ /kWh	Par rapport à une centrale à charbon avec lavage (énergie fossile) – 1060 g CO ₂ /kWh
Différence d'émission de CO ₂ en prenant en compte la végétation	-84070	-51430	-61630	17930	-822550	-2132230

La seule énergie envers laquelle le bilan apparaît plus défavorable est l’énergie nucléaire sur la base du facteur carbone de 6 gr/ CO_{2eq}/kWh retenu communément en France. Au niveau mondial, cette valeur est de 12 gCO_{2eq}/kWh [Source : GIEC] tandis que la base carbone de l’ADEME émet une hypothèse basse à 1 gCO_{2eq}/kWh et une hypothèse haute à 220 gCO_{2eq}/kWh, cas dans lequel l’éolien serait plus favorable. Pour une même production, les autres impacts sont par ailleurs différents (consommation d’espace, vulnérabilité au changement climatique, déchets, etc.) et ne résumer les avantages d’une ou l’autre de ces deux sources au seul bilan carbone serait trop restrictif.

Ce bilan démontre avant tout que les énergies renouvelables, et notamment l’énergie éolienne, vise avant tout à remplacer les énergies fossiles dans le mix électrique français.

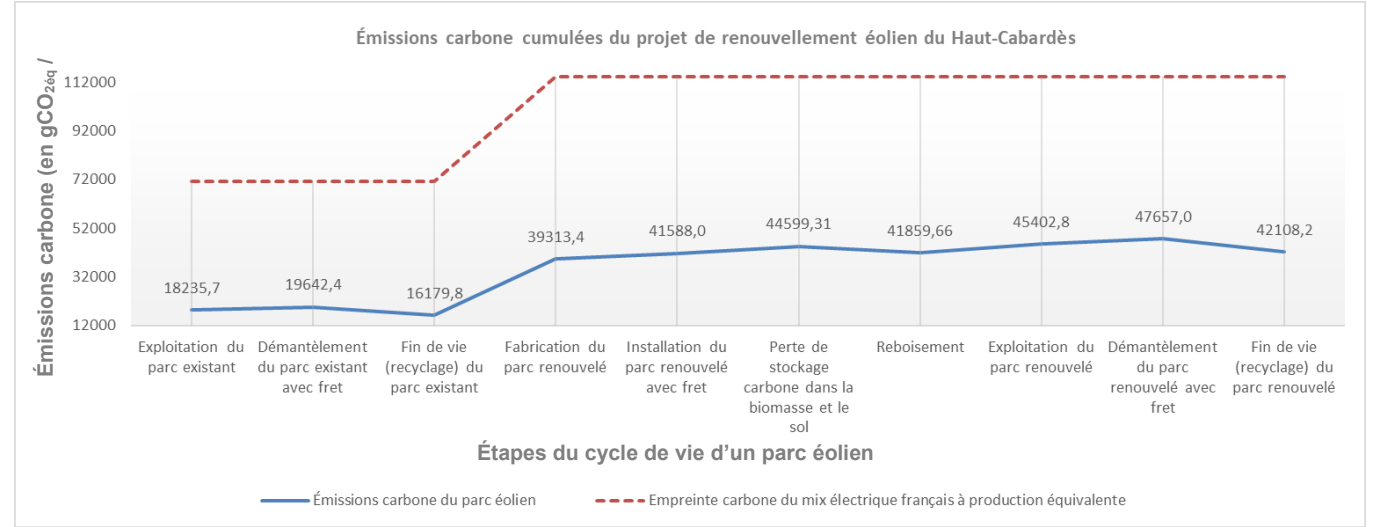


Figure 11 : Comparaison des émissions carbone entre le projet éolien renouvelé et le mix électrique français

Temps de retour carbone

Le temps de retour carbone (TRC) est égal au ratio entre l’empreinte carbone de l’équipement sur l’ensemble de son cycle de vie et les émissions évitées par celui-ci sur une année.

DETTE

(Émissions du démantèlement et recyclage du parc éolien existant + émissions du parc éolien renouvelé sur son cycle de vie + perte de stockage de carbone dans la biomasse et dans le sol)

TRC=

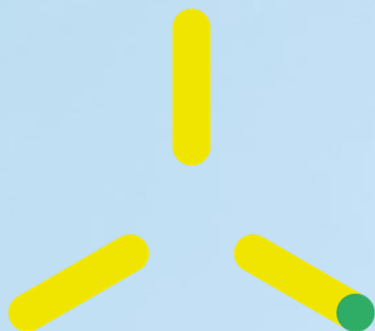
(Évitement d’émissions par rapport au mix électrique français)

Pour le parc éolien renouvelé du Haut-Cabardès, le temps de retour carbone est évalué à **environ 4 mois**.

Conclusion :

Le potentiel éolien local est favorable à la production d’électricité puisque les 16 éoliennes actuelles produisent environ 67 GWh/an, ce qui permet d’envisager, avec 9 éoliennes plus performantes, une production de 81,6 GWh/an maximum et ce, avec un bilan environnemental temporaire de faible impact, rapidement compensé par la production sans émission de GES que le parc éolien génère et le recyclage des matériaux. Le projet éolien renouvelé du Haut-Cabardès permettra sur son cycle de vie, d’éviter au moins 84 070 tonnes de CO_{2eq} sur sa durée de vie par rapport au mix électrique français et ce, en tenant compte de la perte de stockage de CO_{2eq} par la végétation et le sol, ainsi que les émissions du démantèlement et recyclage du parc éolien existant ; et des phases de construction, exploitation et démantèlement du parc renouvelé. Les émissions de CO_{2eq} en 25 ans sont 31 à 79 fois moins importantes pour ce projet que pour les centrales à gaz ou charbon, énergies fossiles que les énergies renouvelables visent à remplacer. Avec un temps de retour carbone d’environ 4 mois, il répond alors aux objectifs de lutte contre le changement climatique, l’impact est donc positif.

	Parc existant	Parc renouvelé	Projet global (parc renouvelé + démantèlement et recyclage du parc existant)
Production annuelle	67 GWh/an	81,6 GWh/an maximum	
Emissions sur la durée de vie du parc sur la base de la valeur de l’ADEME de 12,7 g CO ₂ /KWh	16 180 tCO ₂ eq	25 928 tCO ₂ eq	27 431 tCO ₂ eq
Emission par perte de stockage de carbone dans la biomasse et dans le sol	Indéterminé	3 011 tCO ₂ eq	2 740
Empreinte carbone mix électrique français, à production équivalente	93 800 tCO ₂ eq	114 240 tCO ₂ eq	
Evitement par rapport au mix électrique français sur la base de la valeur de l’ADEME de 56 g CO ₂ /KWh	72 528 tCO ₂ eq	85 300 tCO ₂ eq	84 070 tCO ₂ eq
Écart : Positif, car le projet renouvelé permet au global d’éviter près de 28 962 tCO _{2eq} en plus par rapport au parc actuel, en 25 ans.			



CEPE HAUT-CABARDES
115 Rue du Mourelet, ZI de Courtine
84000 Avignon, France