

ENGIE PV PUY DE LA
BESSADE

Filiale de



Mémoire en réponse à l'avis de la MRAE

Projet de parc photovoltaïque
de Puy de la Bessade

Communes de Darnets et Egletons
(Corrèze)

24 mai 2024



Sommaire

-
- Préambule 3**
- 1 Avis de la Mission Régionale d’Autorité Environnementale 4**
- 2 Réponses apportées par le Maître d’Ouvrage.....14**
 - 2.1 Aménagement paysager15**
 - 2.2 Changement climatique16**
 - 2.3 Justification du projet d’aménagement.....17**

Préambule

Dans le cadre de l'instruction des demandes de défrichage et de permis de construire relatives au projet de parc solaire de Puy de la Bessade situé sur les communes de Darnets et d'Egletons, dans le département de la Corrèze, la Mission Régionale d'Autorité Environnementale a émis en mars 2024 un avis présenté en première partie.

Cet avis est également disponible sur le site de la MRAE :

<https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/avis-rendus-sur-projets-r303.html>

Conformément à l'article L. 122-1 du Code de l'environnement qui prévoit que l'avis de l'Autorité environnementale doit faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage, le présent document a pour but de répondre aux interrogations soulevées dans cet avis.

1 Avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale



Mission régionale d'autorité environnementale
Région Nouvelle-Aquitaine

**Avis délibéré de la Mission Régionale d'Autorité environnementale
de Nouvelle-Aquitaine
relatif au projet de parc photovoltaïque au lieu-dit Puy de la
Bessade dans les communes d'Égletons et de Darnets (19)**

n°MRAe 2024 APNA58

dossier P-2024-15402

Localisation du projet : Communes d'Égletons et de Darnets (19)
Maître(s) d'ouvrage(s) : Société Engie Green
Avis émis à la demande de l'Autorité décisionnaire : Préfet de la Corrèze
En date du : 30 janvier 2024
Dans le cadre de la procédure d'autorisation : Permis de construire
L'Agence régionale de santé et le préfet de département au titre de ses attributions dans le domaine de l'environnement ayant été consultés.

Préambule.

L'avis de l'Autorité environnementale est un avis simple qui porte sur la qualité de l'étude d'impact produite et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet. Porté à la connaissance du public, il ne constitue pas une approbation du projet au sens des procédures d'autorisations préalables à la réalisation.

En application du décret n°2020-844, publié au JORF le 4 juillet 2020, relatif à l'autorité environnementale et à l'autorité chargée de l'examen au cas par cas, le présent avis est rendu par la MRAe.

En application de l'article L. 122-1 du Code de l'environnement, l'avis de l'Autorité environnementale doit faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage, réponse qui doit être rendue publique par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L. 123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19.

En application du L. 122-1-1, la décision de l'autorité compétente précise les prescriptions que devra respecter le maître d'ouvrage ainsi que les mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter les incidences négatives notables, réduire celles qui ne peuvent être évitées et compenser celles qui ne peuvent être évitées ni réduites. Elle précise également les modalités du suivi des incidences du projet sur l'environnement ou la santé humaine.
En application du R. 122-13, le bilan du suivi de la réalisation des prescriptions, mesures et caractéristiques du projet destinées à éviter, réduire et compenser ces incidences devra être transmis pour information à l'Autorité environnementale.

Le présent avis vaudra pour toutes les procédures d'autorisation conduites sur ce même projet sous réserve d'absence de modification de l'étude d'impact (article L. 122.1-1 III du Code de l'environnement).

Cet avis d'autorité environnementale a été rendu le 28 mars 2024 par délibération de la MRAe de Nouvelle-Aquitaine.

Ont participé et délibéré : Annick BONNEVILLE, Patrice GUYOT, Cédric GHESQUIERES.

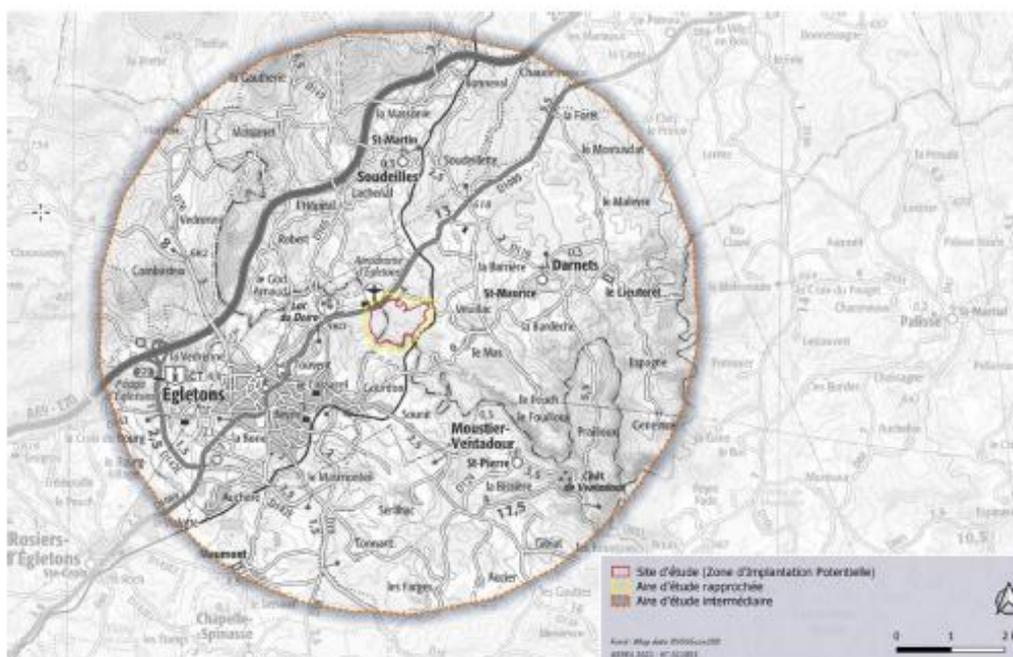
Chacun des membres délibérants cité ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

I. Le projet et son contexte

Le présent avis de la Mission régionale d'Autorité environnementale (MRAe) porte sur la construction d'un parc photovoltaïque au sol sur le territoire des communes de Darnets et d'Égletons à environ 2,4 km du centre-ville d'Égletons. Le site d'implantation du projet se situe au lieu dit « Puy de la Bessade » dans le département de la Corrèze, en bordure de la route départementale reliant Égletons à Ussel et face à l'aérodrome d'Égletons.

Le territoire de la commune de Darnets se trouve au sein du parc naturel régional des Millevaches en Limousin.

Le projet comprend quatre secteurs de panneaux sur une surface clôturée voisine de 10,6 ha, et développe une puissance d'environ 10,2 MWc¹.

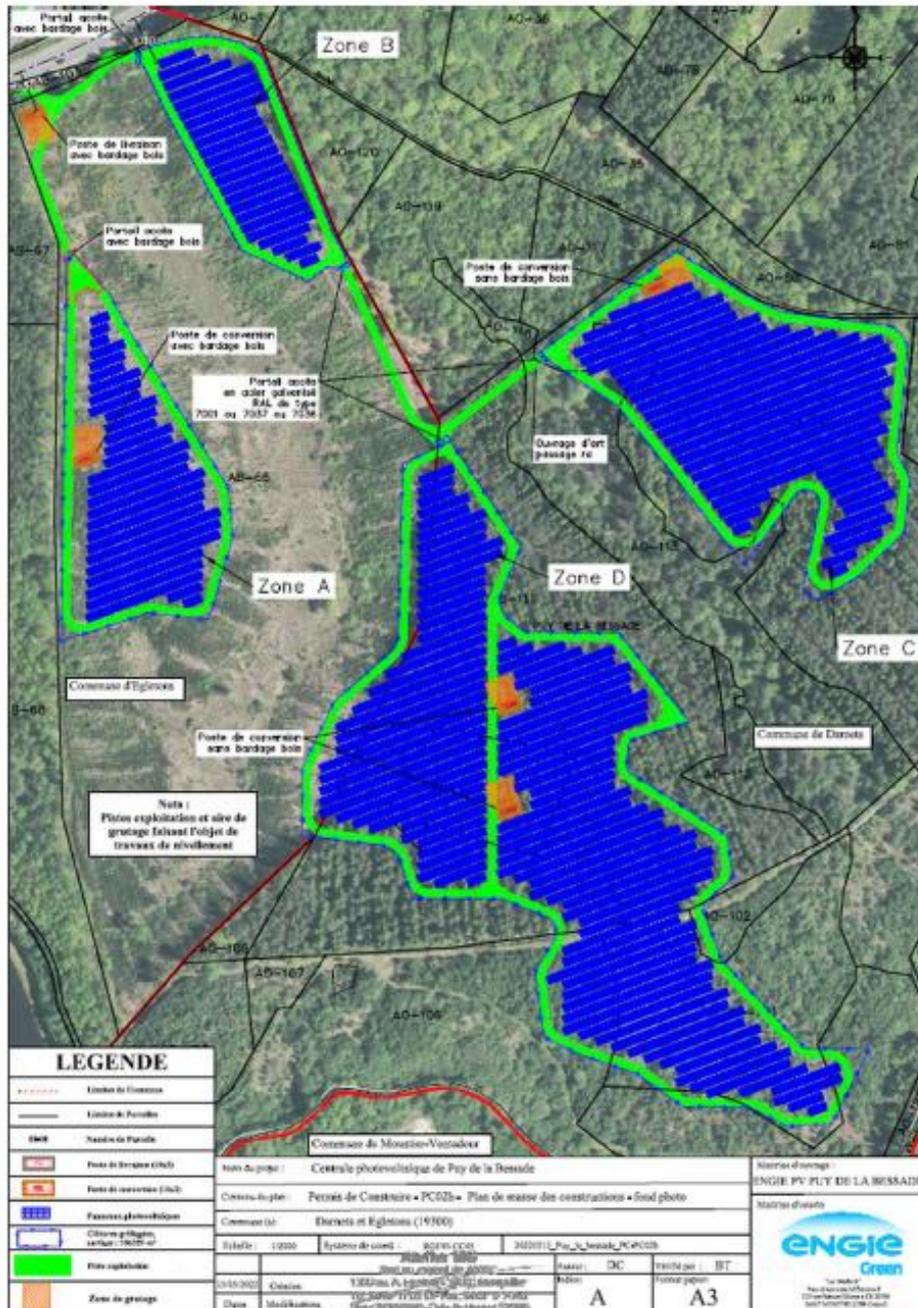


Localisation du projet – extrait de 1^{re} étude d'impact page 20

alisation

Le parc photovoltaïque sera composé de 18 648 panneaux de type monocristallin installés sur des structures fixes. La durée de vie de la centrale solaire est estimée à 35 ans minimum. Elle comprendra un poste de livraison à l'entrée du parc, quatre postes de transformation, ainsi que la création de voiries de liaisons internes.

1 Mégawatt-crête, soit 1 million de watt-crête (unité standardisée de puissance des panneaux photovoltaïques)



Plan de masse – extrait du permis de construire page 9

Le porteur de projet envisage un raccordement du parc photovoltaïque le long de voies (RD 1089, avenue Ventadour) en passant par le centre-ville d'Égletons. L'hypothèse retenue pour le tracé figure page 197 de l'étude d'impact. L'étude présente une analyse des impacts prévisibles du raccordement pages 323 et suivantes.

Procédures relatives au projet

Le projet est soumis à étude d'impact en application de la rubrique n°30 du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement relative aux ouvrages de production d'électricité à partir d'énergie solaire installés au sol d'une puissance égale ou supérieure à 1MWc.

L'avis de la Mission Régionale d'Autorité environnementale est sollicité dans le cadre de la demande de permis de construire. Le projet fait également l'objet d'une demande d'autorisation de défrichement.

Le projet nécessite une dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées ou de leurs habitats. Cette procédure a été réalisée et a donné lieu à un arrêté préfectoral le 13 juillet 2023 assorti de prescriptions pour la phase de chantier et la phase d'exploitation du projet.

Le présent avis porte sur les principaux enjeux environnementaux relevés :

- la préservation de la biodiversité
- le changement climatique,
- la prise en compte du risque d'incendie et de la servitude liée à l'aérodrome,

Articulation avec les documents d'urbanisme

Le projet se situe en zone AUph, zone destinée à être ouverte à l'urbanisation pour installer des unités de production d'énergie du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) de la communauté de communes de Ventadour-Egletons-Monédières, approuvé le 30 janvier 2020.

À l'occasion de l'examen du projet de PLUi, la MRAe avait considéré dans son avis du 17 octobre 2019² que les incidences de la zone AUph sur la trame verte et bleue méritaient d'être évaluées.

La compatibilité du projet avec le SCOT du Pays Haute-Corrèze Ventadour a été étudiée. L'étude d'impact considère page 403 que le projet en respecte les prescriptions, notamment celles liées à la préservation des corridors de biodiversité de la sous-trame des milieux humides.

II. Analyse de la qualité du dossier et de la démarche d'évaluation environnementale

L'évaluation environnementale est une démarche itérative qui doit permettre au porteur du projet, ainsi qu'au public, de s'assurer de la meilleure prise en compte possible des enjeux environnementaux. Le présent avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage, et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à éclairer la ou les autorités en charge des autorisations, le public et le maître d'ouvrage.

Qualité générale des documents

Le dossier fourni à la MRAe comprend l'étude d'impact et son résumé non technique ainsi que la demande de permis de construire. L'étude d'impact et son résumé non technique répondent aux attendus de l'article R.122-5 du Code de l'environnement. Un chapitre spécifique est relatif à l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000.

L'étude d'impact est bien structurée. Elle contient des tableaux, des synthèses et des cartographies permettant de faciliter la compréhension du projet pour le public. Plusieurs annexes sont jointes, dont le rapport d'étude de réverbération, et les réponses des organismes consultés.

Le dossier comporte un résumé non-technique dans un document distinct de l'étude d'impact. Il reprend les principaux éléments de l'étude de manière très claire et très lisible. Il permet d'appréhender rapidement le projet et ses enjeux.

Sur le fond, les principaux enjeux sont globalement bien identifiés et leurs niveaux sont dans l'ensemble correctement évalués.

Les aires d'étude pour l'analyse de l'état initial sont présentées page 19 dans l'étude d'impact.

- l'aire d'étude immédiate (AEI) correspondant à la zone d'implantation potentielle (ZIP) du parc solaire, d'une surface d'environ 58,94 ha, définie en fonction du zonage en vigueur (zone AUph),
- l'aire d'étude rapprochée (AER) correspondant à un rayon de 100 mètres autour de l'AEI, correspondant notamment à l'analyse de l'état initial du milieu naturel,
- l'aire d'étude intermédiaire ou éloignée (AEE), correspondant à un périmètre de 5 km autour de l'aire d'étude immédiate.

2 <https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/avis-rendus-sur-plans-et-programmes-de-la-mrae-a486.html>

II-1 Analyse de l'état initial du site du projet et de son environnement, des effets du projet sur l'environnement, et des mesures pour éviter, réduire et compenser ses incidences

Milieux naturels³ et biodiversité

Le projet se situe dans un environnement boisé. La partie sud-est de la zone d'implantation du projet (ZIP) se situe dans la ZNIEFF de type 2 de la Vallée de la Soudeillette. Le site Natura 2000 le plus proche des Ruisseaux de la région de Neuvic est relativement éloigné (6,5 km), mais présente selon le dossier un lien hydrologique fonctionnel avec le réseau hydrographique en bordure de la ZIP (ruisseau d'Égletons et de la Soudeillette).

Concernant les continuités écologiques, la ZIP comprend plusieurs réservoirs de biodiversité identifiés dans le SCOT :

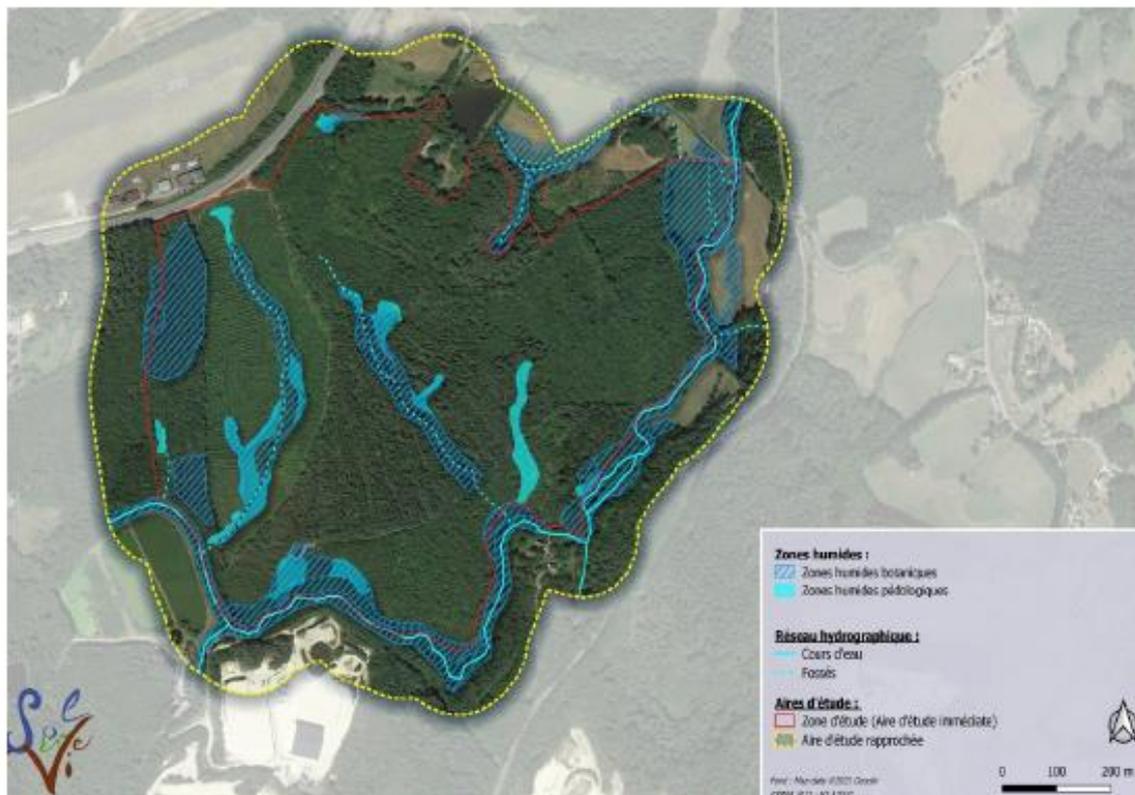
- un réservoir de biodiversité trame verte *Milieux boisés* dans la partie sud-est,
- un réservoir de biodiversité trame bleue *Milieux aquatiques et humides*,
- un corridor aquatique associé, lié au réseau hydrographique présent dans la moitié sud de la ZIP.

Le PLUi a identifié les mêmes corridors écologiques en apportant une délimitation plus précise.

L'état initial a été défini sur la base de recherches bibliographiques complétées par des prospections de terrain réalisées entre début juin et septembre 2020 puis entre janvier et juin 2021, soit sur une large partie du cycle biologique des espèces. Le site d'implantation correspond à une grande parcelle boisée (feuillus, conifères et boisements mixtes) accompagnée d'une diversité d'habitats (prairies, milieux aquatiques).

La caractérisation des zones humides a été effectuée en conformité avec les dispositions de l'article L.211-1 du Code de l'environnement (critères alternatifs pédologique ou floristique).

Selon le dossier les enjeux se concentrent sur les habitats humides situés proches des cours d'eau (aulnaies riveraines d'intérêt communautaire prioritaire, saulaies, bétulaies, et chênaies fraîches à humides), les prairies humides à joncs, les alignements de vieux chênes ou hêtres et la lande à Molinie bleue.



Cartographie des zones humides - extrait de l'étude d'impact page 90

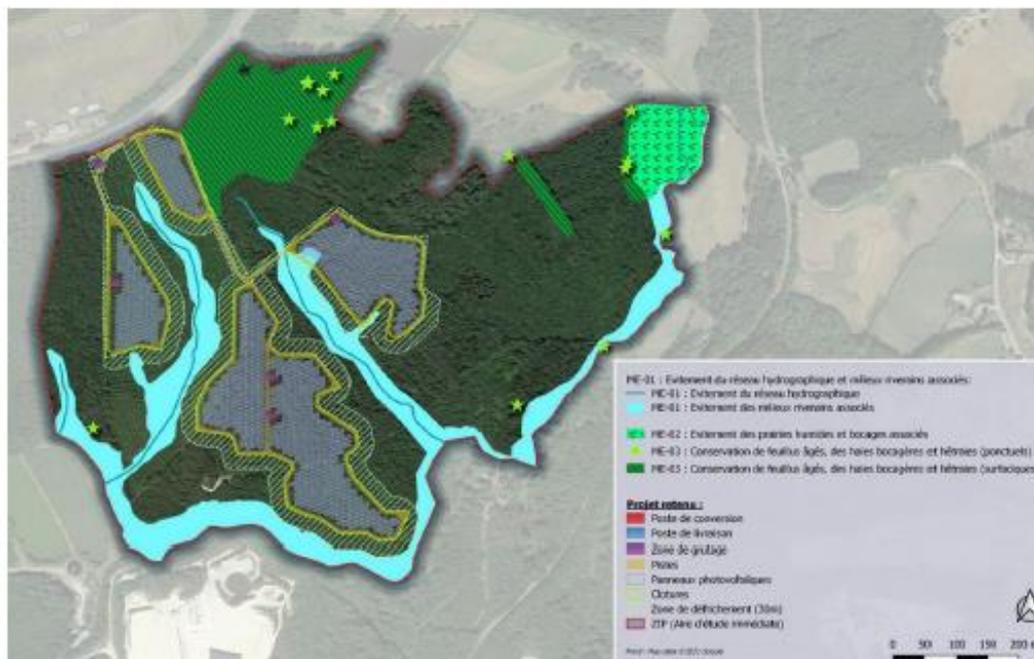
3 Pour en savoir plus sur les espèces citées dans cet avis : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>.

Concernant la **faune**, les inventaires ont permis d'identifier la présence de plusieurs espèces protégées⁴ parmi les reptiles (Orvet fragile, Vipère aspic), les amphibiens (Alyte accoucheur, Crapaud calamite, Triton palmé), les chiroptères (Pipistrelle Nathusius, Noctule commune), les mammifères (Loutre d'Europe d'intérêt communautaire, Écureuil roux) et l'avifaune (Accenteur mouchet, Fauvette à tête noire, Mésange bleue, Mésange charbonnière).

S'agissant de la **flore**, l'étude d'impact recense la présence de quatre espèces exotiques envahissantes (Bambou, Robinier faux acacia et un fort développement du Cerisier tardif constaté sur les bordures ouest et sud-est de la ZIP), et une espèce exotique envahissante émergente, la Spirée de Douglas aux impacts jugés moyens à forts sur les écosystèmes naturels et semi-naturels.

Le porteur de projet indique avoir privilégié l'évitement des zones à enjeux, en préservant notamment une large partie du réseau hydrographique et les milieux riverains (bois riverains, prairies humides) en bordures sud et est du site d'étude, identifiés comme continuités écologiques dans le SRADDET, le SCOT et le PLUi. Il évite également les prairies humides et bocages associés et conserve les linéaires de feuillus âgés, les haies bocagères et les hêtraies.

Le projet intègre également plusieurs mesures de réduction comme l'adaptation du calendrier des travaux, la mise en place d'aménagements favorables à la moyenne et petite faune, la mise en défens des secteurs d'intérêt écologique, un dispositif de limitation de la flore exotique envahissante en phase travaux. Un suivi écologique est prévu durant toute la durée d'exploitation du parc.



Cartographie des évitements – extrait de l'étude d'impact page 347

Le projet va toutefois entraîner des impacts résiduels significatifs :

- sur des habitats d'espèces protégées. Des mesures compensatoires s'élèvent à 29,50 ha de boisements pour l'avifaune, 24,20 ha pour les amphibiens ;
- sur les boisements en fonction de la surface défrichée (16,97 ha), dont la compensation sera effectuée soit par reboisement avec un coefficient multiplicateur, soit sous forme financière. L'étude d'impact mentionne page 384 qu'il a été recommandé au porteur de projet de réaliser un reboisement privilégiant un mélange feuillus/résineux ;
- sur les zones humides, qui sont estimées à environ 0,5 ha (0,18 ha directement détruits et 0,32 ha de végétations altérées dans la zone défrichée). Le porteur de projet prévoit de recréer ou restaurer 0,75 ha de zones humides à proximité en prenant appui sur le Conservatoire d'Espaces Naturels Nouvelle-Aquitaine (CEN) pour la recherche foncière.

4 Pour en savoir plus sur les espèces citées dans cet avis : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

Le dossier comprend une étude d'incidences Natura 2000 qui identifie dans l'aire d'étude plusieurs habitats caractéristiques du site Natura 2000 *Ruisseaux de la région de Neuvic* : les Aulnaies riveraines, les Saulaies sur prairies humides à Molinie bleue, les Chênaies sur landes humides à Molinie bleue, les Hêtraies.

Il conclut à des incidences non significatives sur ces habitats en raison de la nature des aménagements et des mesures prises dans le cadre du projet, hormis pour l'habitat du Pic noir qui fait l'objet de mesures compensatoires.

Les zones de compensation pour la faune et leurs habitats feront l'objet d'un plan de gestion (état initial, définition des objectifs et du plan d'actions) comprenant des suivis réguliers sur les habitats et la faune. L'ensemble sera établi et suivi par le CEN Nouvelle-Aquitaine (tableau 115 page 385 de l'étude d'impact).

Tableau 115 : Programmation des mesures compensatoires espèces/zones boisées de n à n+15.

Année n (2025)	Année n+1	Année n+2	Année n+3	Année n+4	Année n+5	Année n+6	Année n+7	Année n+8	Année n+9	Année n+10	Année n+11	Année n+12	Année n+13	Année n+14	Année n+15	année objet	
																«effort» de la compensation	
ACTIONS																	
Animation foncière (25)																	
redaction de la notice de gestion du site sc (101 pts 5) tous les 10 ans																	
suivi Travaux de restauration-Gestion (4 en fonction des acquilifers)																	
suivi habitats des parcelles (n+1, n+2, n+3 et n+5, puis tous les 5 ans)																	
suivi forestière (arbres riches, sapinières) (1)(2)(3, n+3 et n+7)																	
suivi de la gestion/surveillance alias imprévisibles (2 /an)																	
redaction rapports annuels et suais (3/ an n) en fonction des suais																	
suivi administratif du dossier, bilan technique et financier , participation aux réunions (1,5/ an)																	

Milieu humain et cadre de vie

Le projet s'implante en bordure de la RD 1089 dans un environnement naturel boisé relativement proche du pôle urbain d'Égletons (activités industrielles et de services). La servitude liée à l'aérodrome s'étend sur tout le site.

La plus proche habitation est localisée à environ 170 m au nord des limites du site d'étude. Un camping se trouve à 240 m à l'ouest.

Concernant le cadre de vie, le projet s'insère dans un paysage globalement boisé entre les paysages ruraux agricoles et forestiers au nord-est et la périphérie d'Égletons.

L'étude d'impact a étudié les perceptions des aires d'étude éloignées, rapprochées et immédiates. Il est démontré que le relief et le couvert forestier dense limitent les liens visuels entre les points de vue examinés et le parc photovoltaïque. Une ouverture dans les boisements donne une perception ponctuelle sur le parc depuis la RD 1089.

Le porteur de projet présente plusieurs mesures d'intégration: une clôture d'une hauteur maximale de 2 m, de type maille agricole avec piquets en bois de châtaigner, l'habillage des postes proches de la route avec du bardage vertical bois naturel, des plantations d'essences arborées et arbustives locales en doubles rangées en quinconce.

S'agissant du risque d'incendie, le maître d'ouvrage s'engage à respecter les préconisations du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS), figurant en annexe : une réserve d'eau a minima de 30 m³ située à 400 mètres maximum du risque à défendre, des locaux techniques équipés de moyens de secours, une voie stabilisée d'une largeur de 4 mètres minimum raccordée à la voie publique permettant le passage d'un engin de lutte contre l'incendie sur l'ensemble de son périmètre, et une bande externe de 20 m régulièrement entretenue.

Le projet prévoit par ailleurs des lisières végétales sous forme de bandes de 30 mètres qui ceinturent les secteurs du parc afin de limiter l'ombrage des peuplements forestiers (figure 36 de l'étude d'impact page 381).

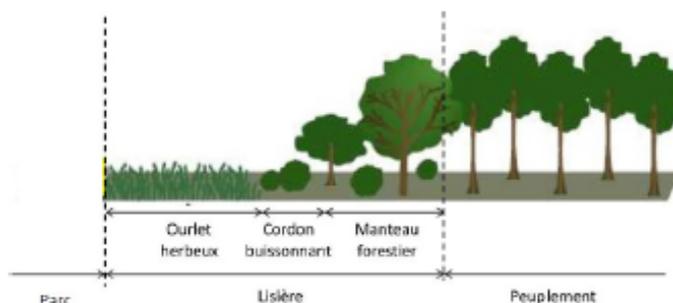


Figure 36 : Schéma en coupe transversale d'une lisière pluristratifiée.

La MRAe recommande d'apporter des précisions sur l'aménagement des pourtours des quatre secteurs équipés de panneaux, en permettant de visualiser les emprises des différents dispositifs prévus (piste circulaire d'exploitation, clôture grillagée, bande externe de défense incendie, lisière pluristratifiée), ce que ne permettent pas à ce stade les documents graphiques présentés.

Elle rappelle que les obligations légales de débroussaillage (OLD) imposées au-delà du périmètre clôturé du parc font partie intégrante du projet et que leur impact doit être correctement pris en compte au titre du projet.

S'agissant de la proximité du site avec l'aérodrome, le dossier comprend une étude de réverbération de février 2022 démontrant que les approches de l'aérodrome depuis l'est et l'ouest ne sont jamais impactées par des rayons réfléchis. La DGAC, sollicitée sur ce projet, a émis un avis favorable, considérant que le projet de parc respectait les contraintes de hauteur imposées par les servitudes aéronautiques.

Changement climatique

Le projet s'inscrit dans la stratégie nationale de transition énergétique et d'atténuation du changement climatique pour atteindre la neutralité carbone en 2050.

Concernant les effets sur le climat, l'étude d'impact aborde succinctement la question en indiquant que le projet, en permettant la production annuelle de près de 13 GWh, permettra d'éviter 13 685 tonnes de CO₂ sur les 35 ans d'exploitation du parc.

La MRAe recommande de présenter le bilan des émissions de gaz à effets de serre sur l'ensemble du cycle de vie en se référant au guide méthodologique de février 2022 (Ministère de la Transition Écologique) relatif à leur prise en compte dans les études d'impact⁵. Ce bilan pourra être l'occasion de démontrer que les choix réalisés sont optimaux.

II.2 Justification du projet d'aménagement

L'étude d'impact indique page 187 et suivants avoir entrepris la recherche de terrains et sites anthropisés ou dégradés à l'échelle du département répondant à plusieurs critères – gisement solaire, accessibilité, prise en compte du document d'urbanisme, proximité du poste source pour le raccordement. Très peu, selon elle, sont disponibles compte tenu de leur superficie ou de leur éloignement d'un poste source.

L'étude présente trois variantes d'implantation du même site faisant passer le projet d'une surface initiale de 51,4 ha à 10,6 ha. La variante finale prend en compte les servitudes aéronautiques et cherche à éviter les secteurs les plus sensibles pour le milieu naturel.

La MRAe relève toutefois que le projet entraîne des impacts résiduels significatifs sur des habitats d'espèces protégées, et implique des mesures compensatoires au titre du défrichement, de l'atteinte aux espèces protégées et leurs habitats et dans une moindre mesure aux zones humides.

Elle rappelle la stratégie de l'État pour le développement des énergies renouvelables en Nouvelle-Aquitaine, datée du 21 juillet 2023, et disponible sur le site internet de la DREAL⁶, qui prévoit d'accélérer le développement des projets photovoltaïques en donnant la priorité aux implantations sur les terrains déjà artificialisés, ce qui n'est pas le cas du projet présenté.

La MRAe recommande de situer le projet dans le cadre des politiques publiques d'aménagement du territoire. L'objectif n°39 inscrit dans le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de Nouvelle Aquitaine (décembre 2019), vise à protéger et valoriser durablement le foncier agricole et forestier du territoire. Concernant le développement du photovoltaïque, le SRADDET rappelle dans ses orientations prioritaires (relatives à l'objectif n°51 sur le développement des énergies renouvelables) la priorisation des surfaces artificialisées pour les parcs au sol.

III - Synthèse des points principaux de l'avis de la Mission Régionale d'Autorité environnementale

Le projet objet de l'étude d'impact porte sur la construction d'un parc photovoltaïque au sol d'une surface clôturée de 10,61 ha sur le territoire des communes de Darnets et d'Égletons dans le département de la Corrèze.

5 https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Prise%20en%20compte%20des%20%C3%A9missions%20de%20gaz%20%C3%A0%20effet%20de%20serre%20dans%20les%20%C3%A9tudes%20d'E2%80%99impact_0.pdf

6 <https://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-regionale-de-l-etat-pour-le-a14578.html>

Ce projet participe au développement de la production d'énergie électrique renouvelable. Avec une puissance voisine de 10,2 MWc⁷, le parc permettra d'assurer une production annuelle d'électricité d'environ 13 GWh.

Le dossier transmis à la MRAe est de bonne qualité et permet d'identifier les enjeux liés à la présence de zones humides, de boisements constitutifs de réservoirs de biodiversité, ainsi que des enjeux d'intégration paysagère.

Le projet propose une démarche d'évitement et de réduction des impacts du projet permettant de préserver les principales zones à enjeux écologiques à l'échelle de la zone d'étude. Les impacts résiduels du projet sur les milieux naturels restent toutefois importants et nécessitent qu'un soin particulier soit apporté aux mesures de compensation, qui restent à mettre en œuvre et à suivre dans la durée.

Le maître d'ouvrage a privilégié l'évitement à l'échelle de la zone d'implantation, sans toutefois présenter de manière détaillée des sites alternatifs ou justifier leur absence.

Des compléments sont également attendus sur la configuration des aménagements extérieurs aux secteurs équipés de panneaux et sur un bilan carbone complet.

La Mission Régionale d'Autorité environnementale fait par ailleurs d'autres observations et recommandations plus détaillées dans le corps de l'avis. Les réponses apportées ont vocation à être prises en compte dans le dossier et son résumé non technique.

À Bordeaux, le 28 mars 2024

Pour la MRAe Nouvelle-Aquitaine,

le membre délégataire

Signé

Patrice Guyot

2 Réponses apportées par le Maître d’Ouvrage



2.1 Aménagement paysager

La MRAe recommande d'apporter des précisions sur l'aménagement des pourtours des quatre secteurs équipés de panneaux, en permettant de visualiser les emprises des différents dispositifs prévus (piste circulaire d'exploitation, clôture grillagée, bande externe de défense incendie, lisière pluristratifiée), ce que ne permettent pas à ce stade les documents graphiques présentés.

Elle rappelle que les obligations légales de débroussaillage (OLD) imposées au-delà du périmètre clôturé du parc font partie intégrante du projet et que leur impact doit être correctement pris en compte au titre du projet.

Réponse du maître d'ouvrage ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

L'aménagement des pourtours des quatre secteurs du parc solaire est précisé en Annexe 1. Il y est détaillée, notamment par des coupes longitudinales, la succession des différents aménagements (panneaux photovoltaïques, pistes, clôture grillagée, zone de lisières pluristratifiées, zone défrichée, zone soumise à débroussaillage), sur l'ensemble du foncier sécurisé et du foncier sur lequel s'applique une servitude.

L'annexe 1 présente 2 coupes : l'un du secteur nord - soit le plus au nord du site - limitrophe de la route départementale RD1089 ; l'autre du secteur sud, comprenant les 3 entités photovoltaïques les plus au sud de la zone.

A partir de la clôture grillagée du parc s'applique un défrichement périmétral de 30m sur le foncier maîtrisé par le porteur du projet et ce, afin de limiter le risque incendie et de permettre une meilleure production électrique des panneaux photovoltaïques.

A partir de l'extrémité des panneaux photovoltaïques s'applique une Obligation Légale de Débroussaillage (OLD) périmétrale de 50m. La surface qui sera défrichée est donc « incluse » dans la surface concernée par les OLD.

A partir de la clôture grillagée, les zones défrichées (soit sur un périmètre de 30m du foncier maîtrisé) autour des entités du parc seront utilisées comme de nouveaux couloirs de déplacement pour la faune, en diversifiant les milieux s'y développant (zonages de la végétation : prairie du parc, prairie ou ourlet en bordure extérieure du parc, buissons, fourrés/manteaux pré-forestiers) : ce sont des lisières pluristratifiées qui se présenteront comme suit : les 5 à 10 premiers mètres autour des entités du parc seront herbacés (ourlets) et les 10 à 20m mètres suivants serviront de cordons buissonnants et de manteaux forestiers, avant d'atteindre les zones boisées. Cette mesure est compatible avec les Obligations Légales de Débroussaillage.

2.2 Changement climatique

Avis de la MRAe

La MRAe recommande de présenter le bilan des émissions de gaz à effets de serre sur l'ensemble du cycle de vie en se référant au guide méthodologique de février 2022 (Ministère de la Transition Écologique) relatif à leur prise en compte dans les études d'impact⁵. Ce bilan pourra être l'occasion de démontrer que les choix réalisés sont optimaux.

Réponse du maître d'ouvrage ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

Le bilan des émissions de gaz à effets de serre sur l'ensemble du cycle de vie est présenté en annexe 2 du présent document.

Il en ressort que l'empreinte carbone du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE, de sa construction à son démantèlement, est estimée à 23 536 tonnes équivalent CO₂ (teqCO₂).

Le parc solaire produira 12 290 MWh durant sa première année de fonctionnement (productible de 1 199 kWh/kWc) et 332 GWh en considérant une durée de fonctionnement de 30 ans.

La production électrique du parc solaire se substituera à d'autres moyens de production d'électricité, émetteur de gaz à effet de serre. D'après une étude réalisée par Artelys prenant en compte l'évolution du mix électrique français à horizon 2035, l'énergie photovoltaïque injectée viendra directement ou indirectement en remplacement de production thermique à hauteur de 52% et nucléaire à 48%, générant ainsi en moyenne 270 grammes de CO₂ par kWh (geqCO₂/kWh).

Ainsi, le parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE permettra une économie de 199,2 grammes de CO₂ par kWh injecté sur le réseau soit, sur une durée de vie estimative de 30 ans, un total de 66 159 tonnes de CO₂ évitées (économie 2 205 teqCO₂/an).

En l'espace de 7,9 années, le parc solaire aura remboursé sa dette carbone.

2.3 Justification du projet d'aménagement

Avis de la MR Ae

La MR Ae recommande de situer le projet dans le cadre des politiques publiques d'aménagement du territoire. L'objectif n°39 inscrit dans le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de Nouvelle Aquitaine (décembre 2019), vise à protéger et valoriser durablement le foncier agricole et forestier du territoire. Concernant le développement du photovoltaïque, le SRADDET rappelle dans ses orientations prioritaires (relatives à l'objectif n°51 sur le développement des énergies renouvelables) la priorisation des surfaces artificialisées pour les parcs au sol.

Le maître d'ouvrage a privilégié l'évitement à l'échelle de la zone d'implantation, sans toutefois présenter de manière détaillée des sites alternatifs ou justifier leur absence.

Réponse du maître d'ouvrage ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

L'analyse de sites alternatifs a bien été étudiée par ENGIE PV PUY DE LA BESSADE. Cette analyse a été présentée de manière plus détaillée au sein du dossier de demande de dérogation espèces protégées (pages 35 à 42).

L'analyse d'absence de solutions alternatives a, en particulier, mis en valeur trois autres sites potentiels d'implantation sur les communes de Viam, Rosiers d'Egletons et Egletons. Ils ont cependant rapidement été écartés du fait de leurs points négatifs qui se sont révélés rédhibitoires, tels que décrits ci-après. Très peu de sites dégradés sont disponibles pour implanter un parc solaire, et ceux-ci ont été éliminés en raison de leur faible superficie (ne rendant pas le projet économiquement viable) et/ou de leur éloignement au poste source.

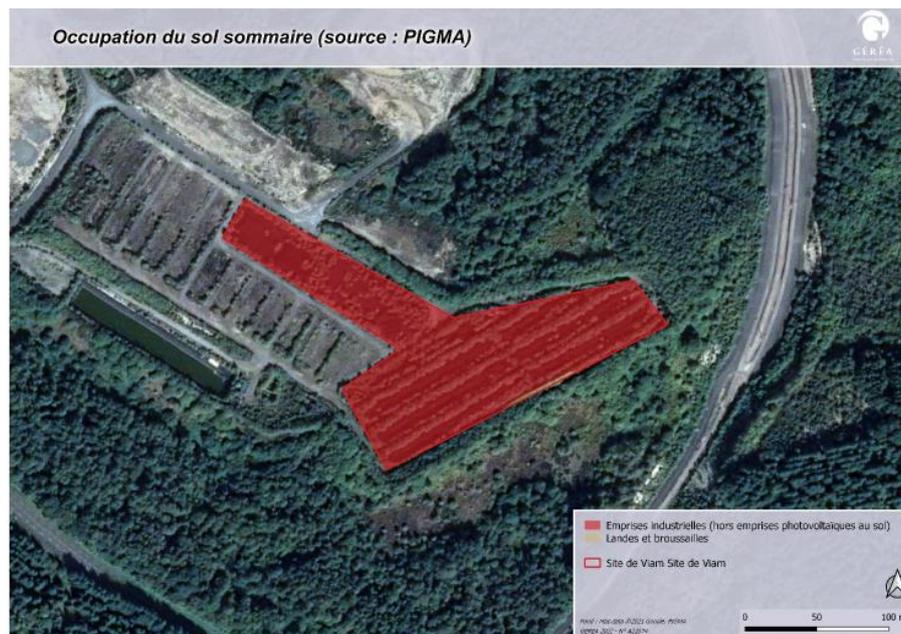
Chaque site a fait l'objet d'une analyse de l'occupation du sol et de ses sensibilités écologiques potentielles. Le détail de l'étude est repris ci-après, site par site.

Site alternatif n°1

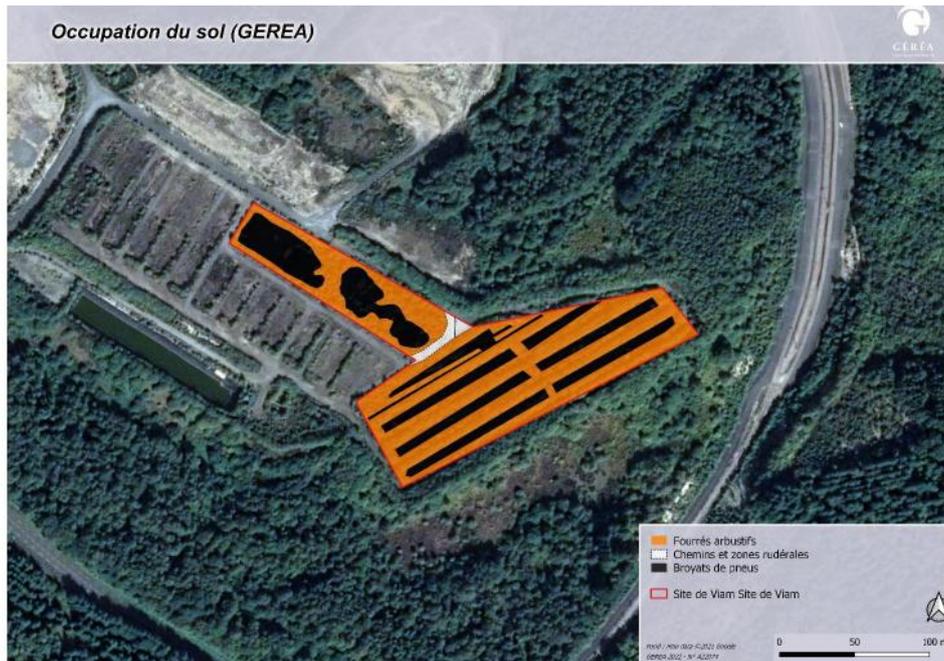


Le site alternatif de Viam (Commune de Viam).

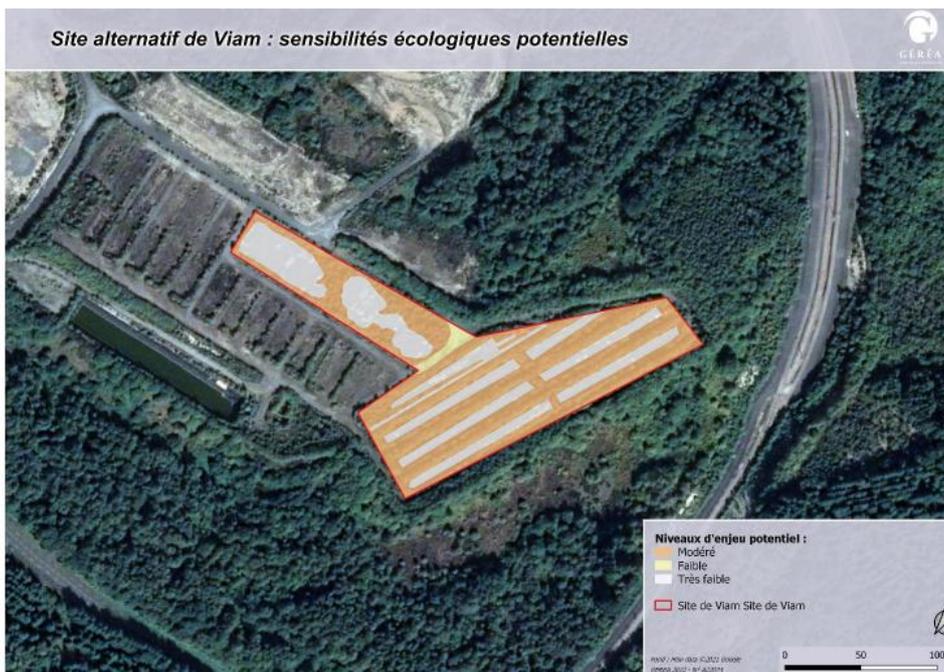
Coordonnées : 45°36'31.6"N 1°54'42.9"E



Occupation du sol sommaire du site alternatif de Viam (source : PIGMA).



Occupation du sol du site alternatif de Viam (source : photointerprétation GERA).



Enjeux écologiques potentiels estimés pour le site alternatif de Viam.

Points positifs :

- Site dégradé et pollué par d'ancien broyats de pneus usagés ;
- Situé sur une zone d'activité, déjà anthropisée ;
- Bonne accessibilité ;
- Impact paysager faible à très faible.

Points négatifs / rédhitoires :

- Surface polluée de 1,9 ha à 12,5 km du poste source. Economiquement non réalisable ;

- Potentialités limitées aux fourrés entourant les monts de pneus, pour une certaine faune protégée locale (Tourterelle des bois, Chardonneret élégant, Verdier d'Europe, Serin cini, Linotte mélodieuse, ...).

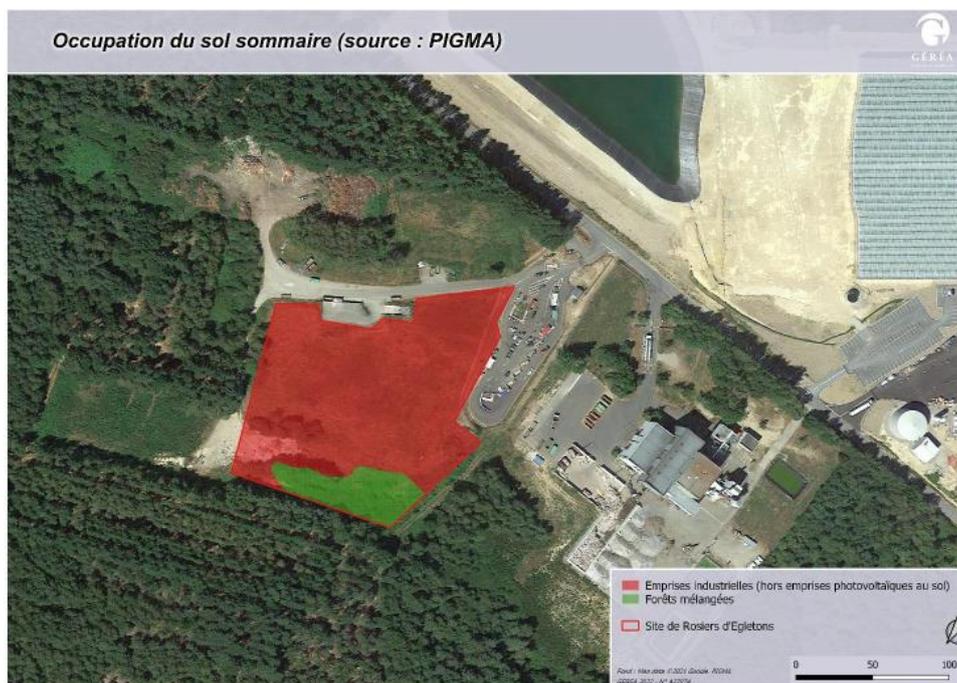
Conclusion pour le site alternatif n°1 : Bien que le site pourrait présenter des enjeux naturalistes réduits (probablement modérés tout au plus, a priori surtout via l'avifaune), les aspects techniques et économiques ne s'avèrent pas viables. Le site nécessiterait une dépollution conséquente pour une faible superficie de production, avec une longueur de raccordement trop importante.

Site alternatif n°2



Le site alternatif de Rosiers d'Egletons

Coordonnées : 45°22'17.2"N 2°03'46.3"E



Occupation du sol sommaire du site alternatif de Rosiers d'Egletons (source : PIGMA).



Occupation du sol du site alternatif de Rosiers d'Egletons (source : photointerprétation GERE A).



Enjeux écologiques potentiels estimés pour le site alternatif de Rosiers d'Egletons.

Points positifs :

- Site anthropisé autour de la déchetterie ;
- Aucun milieu naturel en présence ;
- Bonne accessibilité ;
- Impact paysager faible à très faible.

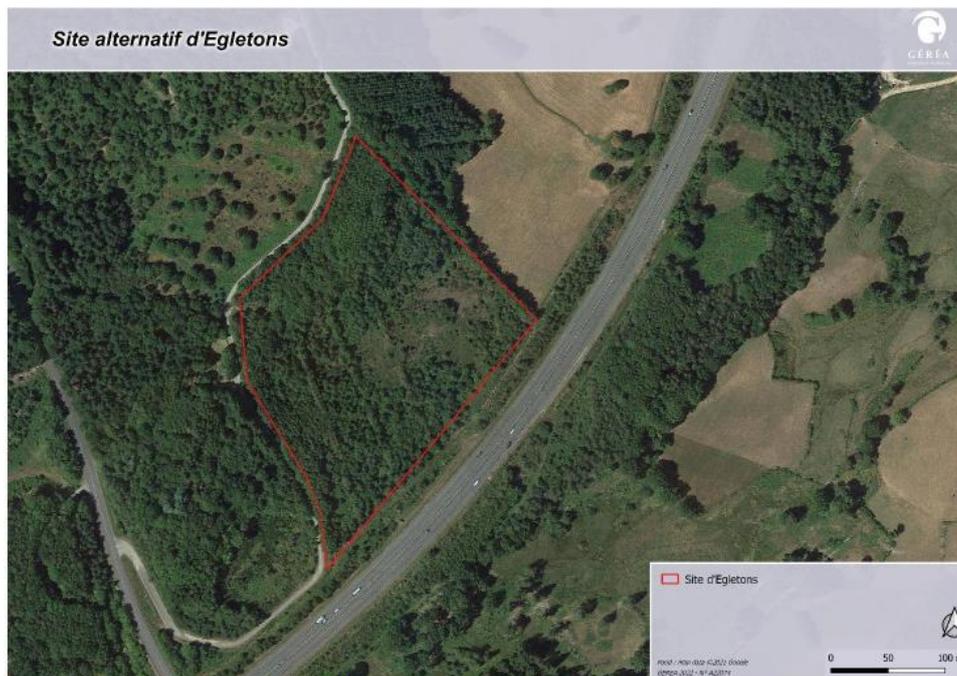
Points négatifs / rédhibitoires :

- Surface <2 ha, à 4,5 km du poste. Economiquement non réalisable ;

- Surfaces en friche et alignements de feuillus pouvant abriter plusieurs espèces animales à enjeu possibles : Alouette des champs, Cisticole des joncs, Tarier pâtre, surtout Verdier d'Europe et Chardonneret élégant ;
- Surfaces dénudées potentiellement favorables pour le Crapaud calamite.

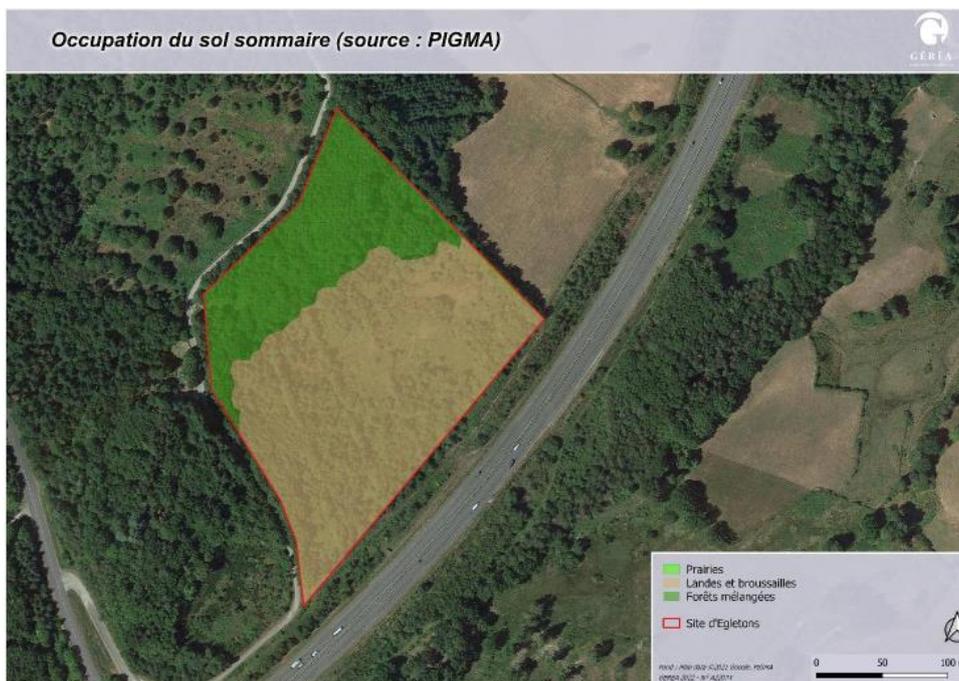
Conclusion pour le site alternatif n°2 : Plusieurs enjeux potentiels d'espèces et d'habitats d'espèces protégées sont possiblement présents sur le site (surtout Crapaud calamite et avifaune de prairies et de bocages). La longueur de raccordement est acceptable. La superficie s'avère néanmoins insuffisante pour assurer la viabilité économique du projet.

Site alternatif n°3



Le site alternatif d'Egletons (site autocross)

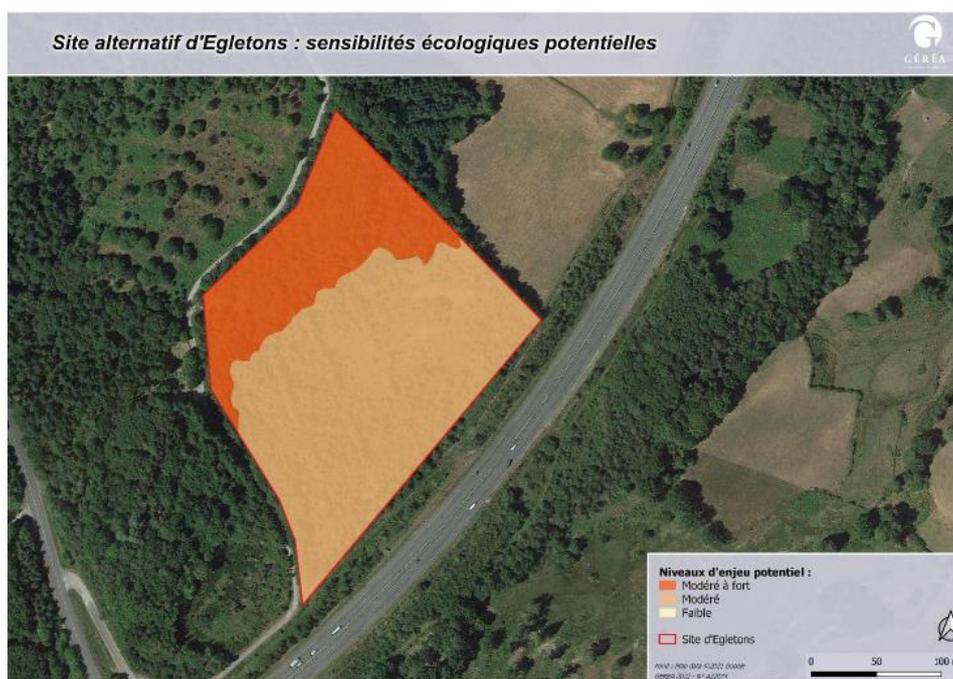
Coordonnées : 45°25'07.6"N 2°02'07.1"E



Occupation du sol sommaire du site alternatif d'Egletons (source : PIGMA).



Occupation du sol du site alternatif d'Egletons (source : photointerprétation GERA).



Enjeux écologiques potentiels estimés pour le site alternatif d'Egletons.

Points positifs :

- Ancien site anthropisé de 4,83 ha réservé à la pratique d'auto/moto cross ;
- Distance au poste source proche.

Points négatifs / rédhibitoires :

- Urbanisme non compatible (zone Naturelle) ;
- Impact paysager significatif, difficilement compensable ;
- Surfaces en quasi-totalité boisées ;
- Site juste en amont de la Combe de barre (zone humide et ruisseaux associés) ;
- Bois et zone centrale semi-embroussaillée favorables pour une certaine faune patrimoniale locale (vieux arbres à gîtes potentiels pour chauves-souris ou Grand Capricorne, Alyte accoucheur, Bondrée apivore, Milan noir, Faucon crécerelle, Tourterelle des bois, Tarier pâtre, Torcol fourmilier, Verdier d'Europe, Chardonneret élégant, Linotte mélodieuse, Orvet fragile, Vipère aspic, Alyte accoucheur, ...)
- Intérêt pour la flore patrimoniale locale bien plus limité (Adénocarpe de Lainz, Platanthère à deux feuilles, ...) sauf si sous-bois localement humides.

Conclusion pour le site alternatif n°3 : Parmi les sites alternatifs, il s'agit de celui ayant les meilleures potentialités d'accueil pour la faune et la flore patrimoniale, en particulier la partie nord qui semble abriter localement des feuillus plus anciens d'après les photographies aériennes anciennes. Bien que la superficie et la distance de raccordement soient satisfaisantes, les contraintes techniques, l'impact paysager et les bonnes potentialités d'accueil du site pour la biodiversité patrimoniale locale réduiraient la superficie du projet et rendraient difficilement viable celui-ci avec les mesures associées (notamment compensatoires).

Ainsi, comme l'a repris le CSRPN dans son avis favorable sous conditions rendu le 13/06/2023, il s'agit de « sites ayant un passé anthropique ou industriel marqué. Ils n'ont pas été retenus pour des raisons techniques (sites souvent trop éloignés d'un poste électrique source pour le raccordement au réseau), économiques (site à dépolluer trop coûteux) et environnementales (enjeux faunistiques trop importants) ». Le CSRPN n'a pas

demandé au porteur de projet ENGIE PV PUY DE LA BESSADE d'apporter des compléments sur la description et l'analyse des sites alternatifs envisagés.

Concernant les politiques publiques d'aménagement du territoire, ENGIE PV PUY DE LA BESSADE a également présenté une analyse au sein du dossier de demande de dérogation espèces protégées (pages 19 à 25). Cette analyse rappelle notamment la stratégie pour le développement des ENR en Nouvelle-Aquitaine qui prévoit d'accélérer le développement des projets photovoltaïques en priorisant les implantations sur des terrains déjà artificialisés.

- Le projet de parc photovoltaïque porté par ENGIE PV PUY DE LA BESSADE participe à la transition énergétique ainsi qu'à l'effort régional d'augmentation de capacité de production photovoltaïque explicité dans le SRADDET de Nouvelle-Aquitaine approuvé le 27 mars 2020. Le calendrier du projet permet raisonnablement d'envisager une mise en service pour 2025-2026 et permettrait ainsi de répondre aux objectifs très ambitieux de puissance installée.
- Le parc photovoltaïque participe à l'effort d'augmentation de la capacité d'installations solaires installée pour le département de la Corrèze, en produisant une électricité injectée sur le réseau local.
- Au niveau local, la production attendue du parc solaire est d'environ 13 000 MWh/an. La production solaire aurait donc un taux de couverture de 24 % de la consommation locale annuelle tous secteurs confondus. Autrement dit, le parc produira annuellement près d'un quart des besoins électriques des communes de Darnets et Egletons, tous secteurs confondus. La réalisation de cet équipement collectif participera donc à la mise en valeur des ressources locales et répondra aux besoins liés à la croissance démographique et économique du territoire.

Le choix de la zone d'implantation potentielle du projet provient d'une analyse multicritère effectuée par ENGIE Green pour ENGIE PV PUY DE LA BESSADE.

ENGIE Green a recherché en priorité des sites dégradés et anthropisés, puis ensuite les sites à urbaniser (ex : classés « AU » dans les documents d'urbanisme), puis les autres sites (ex : classés « Npv, Nenr, Nauph, ... » dans les documents d'urbanisme). Compte tenu de l'urgence à agir, ENGIE Green a recherché de fait tous ces sites en même temps. Les sites anthropisés et dégradés présentés dans le rapport de l'ADEME ne sont pas tous équipables en panneaux solaires car il y a une réalité technique et économique. Cette analyse, pilotée par l'ADEME et réalisée par le groupement CEREMA-TECSOL¹, a recensé 843 sites artificialisés susceptibles d'accueillir des parcs solaires au niveau national, dont 139 sites sur le territoire régional de Nouvelle-Aquitaine. En outre, l'analyse menée a montré que la Corrèze présente un faible gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques, avec seulement 2 sites identifiés par l'ADEME (une carrière d'environ 4,3 ha ; une exploitation minière d'environ 6 ha). Ainsi, ENGIE Green s'est orienté vers des sites à urbaniser. Par ailleurs, la zone d'étude potentielle du présent projet est classée « A urbaniser dédiée aux installations photovoltaïques (AUph) » dans le PLUi en vigueur. Enfin, il est à noter que des sites d'implantation alternatifs en milieux déjà artificialisés ont été identifiés et étudiés par ENGIE PV PUY DE LA BESSADE mais ils n'ont pu être retenus pour les raisons évoquées dans le précédent paragraphe.

¹ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Friches industrielles et urbaines susceptibles d'accueillir des installations PV, disponible sur : <https://www.ecologie.gouv.fr/solaire>



ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

Filiale de ENGIE Green
Le Triade 2
215, rue Samuel Morse
34000 MONTPELLIER, France
T +33 (0)4 99 52 64 70

engie-green.fr



ANNEXE 1

Aménagement des pourtours des
entités du parc solaire

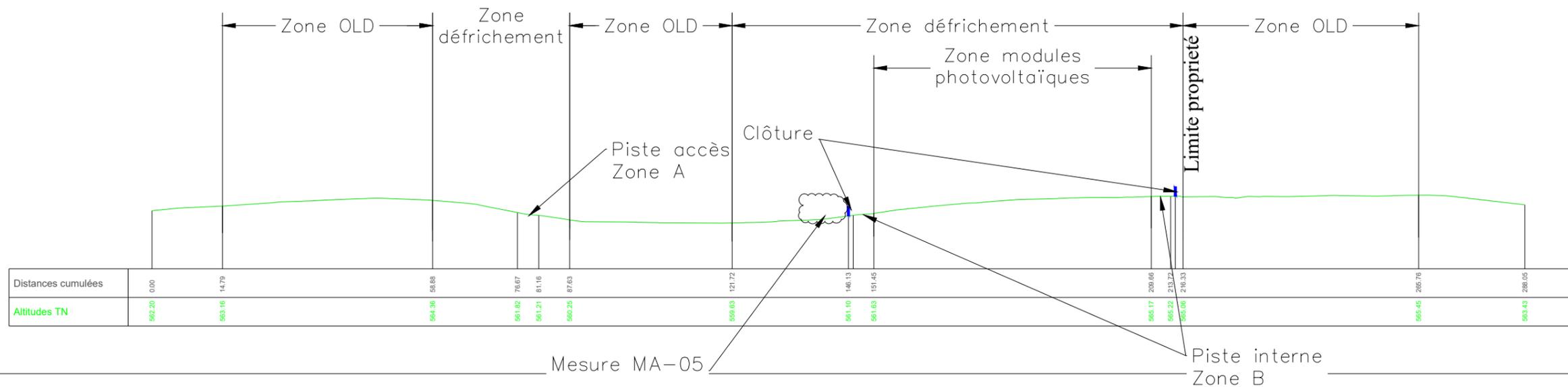


LEGENDE

	Limites de Commune
	Limites de Parcelles
00-00	Numéro de Parcelle
	Poste de livraison (L 10m x 13m x Ht 3.09m)
	Poste de conversion (L 10m x 13m x Ht 3.09m)
	Panneaux photovoltaïques
	Clôtures grillagées
	Piste exploitation
	Zone de grutage
	Défrichement
	OLD



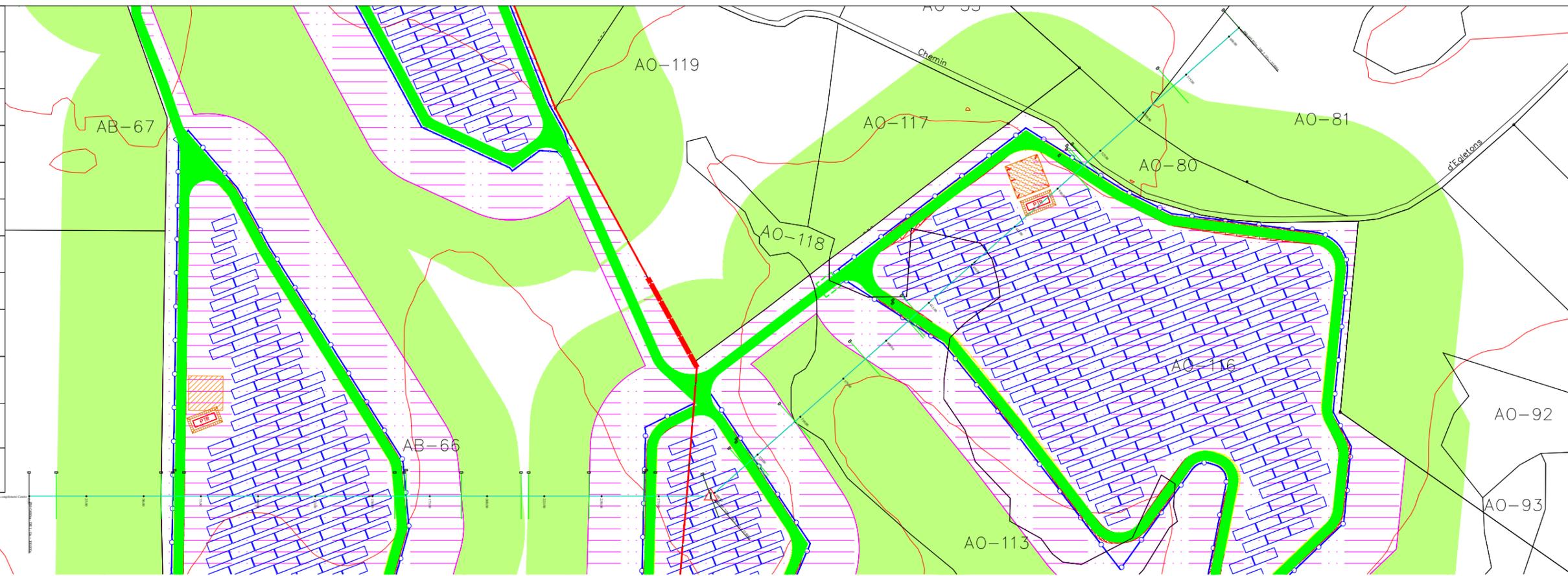
Centrale photovoltaïque de Puy de la Bessade - Coupe longitudinale zone Nord



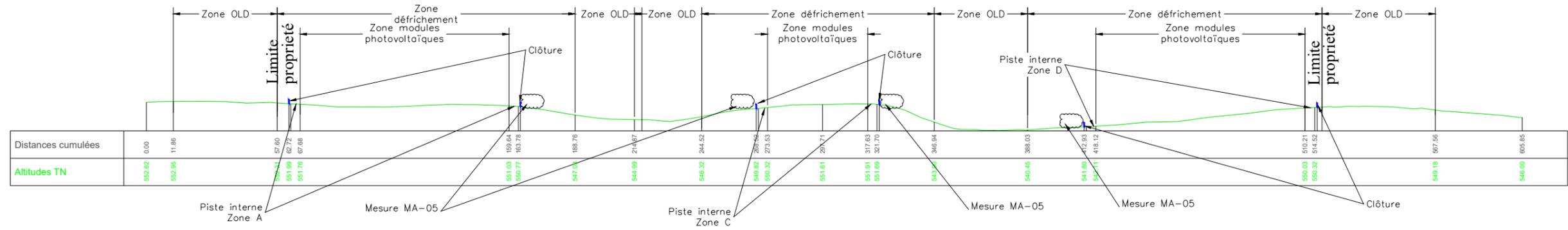
Nom du projet : Centrale photovoltaïque de Puy de la Bessade			Maitrise d'ouvrage : ENGIE PV PUY DE LA BESSADE	
Contenu du plan : Permis de Construire - complement Nord - Plan en coupe du terrain et de la construction			Maitrise d'oeuvre	
Commune (s) : Darnets et Egletons (19300)				
Echelle : 1/1000	Système de coord. : RGF93.CC45	20240517_Puy_la_bessade_PC_complement-complement Nord		
17/05/2024	Création	Auteur : DC	Vérifié par : BT	
Dates	Modifications	Indice: A	Format papier: ISO FULL BLEED A3	

LEGENDE

	Limites de Commune
	Limites de Parcelles
00-00	Numéro de Parcelle
	Poste de livraison (L 10m x 13m x Ht 3.09m)
	Poste de conversion (L 10m x 13m x Ht 3.09m)
	Panneaux photovoltaïques
	Clôtures grillagées
	Piste exploitation
	Zone de grutage
	Défrichement
	OLD



Centrale photovoltaïque de Puy de la Bessade - Coupe longitudinale zone Centre



Nom du projet : Centrale photovoltaïque de Puy de la Bessade		Maitrise d'ouvrage : ENGIE PV PUY DE LA BESSADE	
Contenu du plan : Permis de Construire - complement Centre - Plan en coupe du terrain et de la construction		Maitrise d'oeuvre	
Commune (s) : Darnets et Egletons (19300)		 "Le Triade II" Parc d'Activités Millénaire II 215 rue Samuel Morse - CS 20756 34967 MONTPELLIER Cedex2	
Echelle : 1/2000	Système de coord. : RGF93.CC45		
17/05/2024	Création	Auteur : DC	Vérifié par : BT
Dates	Modifications	Indice: A	Format papier: A3



ANNEXE 2

Bilan Carbone du projet





PROJET PHOTOVOLTAIQUE

PENGIE PV PUY DE LA BESSADE

BILAN CARBONE

Commune d'Egletons et de Darnets

Corrèze

Date	Version Outil Bilan Carbone
02/05/2025	V2.7

REFERENCE METHODOLOGIQUE



SOMMAIRE

Synthèse de l'étude	4
I. Introduction	6
II. Méthodologie	8
III. Détermination des émissions de gaz à effet de serre	9
1. Matériaux entrants	9
2. Défrichage	12
3. Déplacement sur chantier	14
4. Mise en œuvre de la centrale solaire	14
5. Phase exploitation de la centrale	15
6. Démantèlement de la centrale	15
7. Fin de vie des modules	15
8. Production de la centrale solaire	16
9. Synthèse des émissions	16
10. Economie de CO2 de la production électricité	16
Annexe I – Méthodologie	20
Unité fonctionnelle/Flux de référence	20
Périmètre	20
Données	21
Synthèse de l'étude	4
I. Introduction	6
II. Méthodologie	8
III. Détermination des émissions de gaz à effet de serre	9
1. Matériaux entrants	9
2. Défrichage	12
3. Déplacement sur chantier	14

4. Mise en œuvre de la centrale solaire	14
5. Phase exploitation de la centrale	15
6. Démantèlement de la centrale	15
7. Fin de vie des modules	15
8. Production de la centrale solaire	16
9. Synthèse des émissions	16
10. Economie de CO2 de la production électricité	16
Annexe I – Méthodologie	20
Unité fonctionnelle/Flux de référence	20
Périmètre	20
Données	21

Synthèse de l'étude

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'empreinte carbone totale du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie, de la construction au démantèlement.

Les calculs sont réalisés par un outil développé en interne et dont la méthodologie a été validée par Kapstan bureau d'études spécialisé dans le bilan carbone des centrales solaires.

L'empreinte carbone du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE, de sa construction à son démantèlement, est estimé à 23 536 tonnes équivalent CO₂ (teqCO₂).

	Impact Carbone	
	teqCO ₂	%
Défrichage	15 874	67%
Reboisement	-	0%
Panneaux solaires	5 313	23%
Autres matériaux entrants	434	2%
Frêt des matériaux	101	0%
Chantier	1 024	4%
Exploitation	226	1%
Démantèlement	444	2%
Traitement - fin de vie composants	120	1%
Total	23 536	100%

Tableau 1. Impact carbone des différentes étapes du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

Le parc solaire produira 12 290 MWh durant sa première année de fonctionnement (productible de 1 199 kWh/kWc).

En considérant une durée de fonctionnement de 30 ans, la quantité d'électricité totale produite est estimée à 332 GWh (prise en compte de la dégradation annuelle des panneaux solaires à 0,45%/an, entraînant une baisse de la production).

Ainsi, la quantité de CO₂ émise ramenée à la production d'électricité sur la durée de vie du parc solaire est estimée à 70,8 grammes de CO₂ par kWh (geqCO₂/kWh).

La production électrique du parc solaire se substituera à d'autres moyens de production d'électricité, émetteur de gaz à effet de serre. D'après une étude réalisée par Artelys prenant en compte l'évolution du mix électrique français à horizon 2035, l'énergie photovoltaïque injectée viendra directement ou indirectement en remplacement de production thermique à hauteur de 52% et nucléaire à 48%, générant ainsi en moyenne 270 grammes de CO₂ par kWh (geqCO₂/kWh).

Ainsi, le parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE permettra une économie de **199,2 grammes de CO₂ par kWh** injecté sur le réseau soit, sur une durée de vie estimative de 30 ans, un total de 66 159 tonnes de CO₂ évitées (économie 2 205 teqCO₂/an).

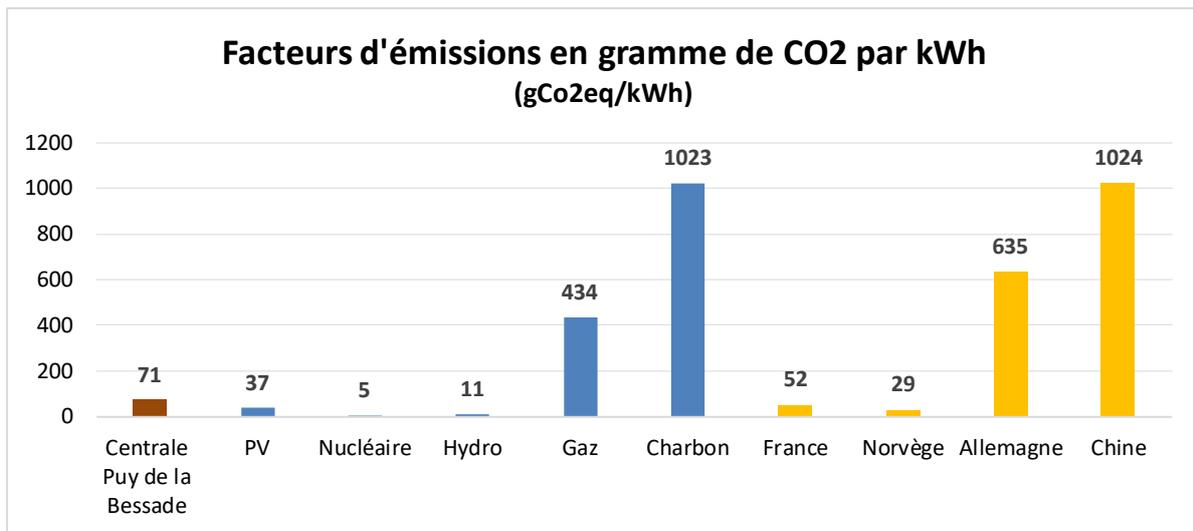


Schéma 1. Facteurs d'émissions de CO₂/KWh du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

En l'espace de 7,9 années, le parc solaire aura remboursé sa dette carbone.

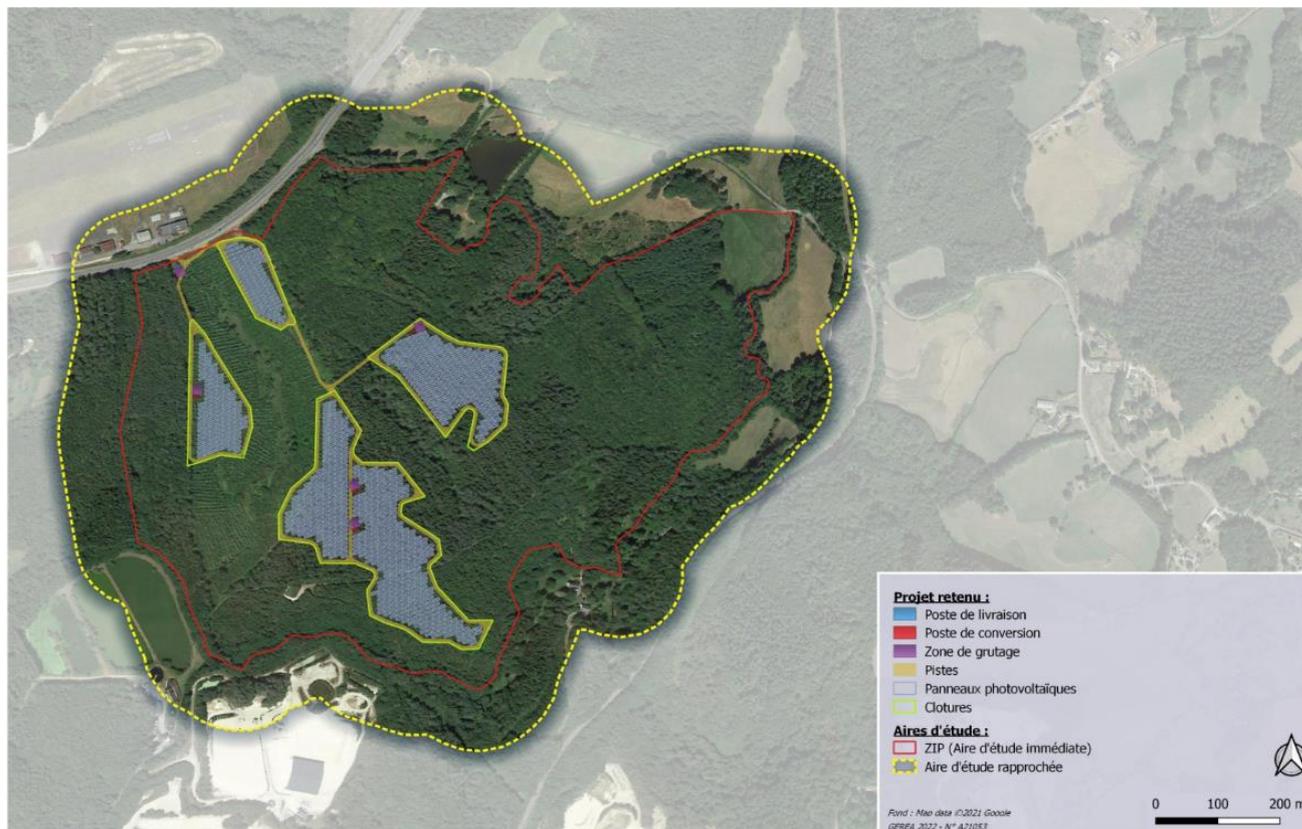
L'étude est basée sur le référentiel méthodologique publié par l'IEA (International Energy Agency) « *Methodology Guidelines on Life Cycle Assessment of Photovoltaic 2020* ».

I. Introduction

La présente étude consiste à évaluer les émissions de gaz à effet de serre du projet de centrale photovoltaïque ENGIE PV PUY DE LA BESSADE, située sur les communes d'Egletons et de Darnets, en Corrèze, dont la puissance installée sera de 10,25 MWc, sur une surface de 10,6 ha pour une superficie de défrichage de 16,95 ha.

L'étude prend en compte l'ensemble du cycle de vie du parc photovoltaïque, de la fabrication des panneaux solaires et des matériaux entrants, en passant par la construction et la maintenance jusqu'à la fin de vie.

L'étude est basée sur le référentiel méthodologique « *Methodology Guidelines on Life Cycle Assessment of Photovoltaic 2020* » de l'IEA (International Energy Agency). Sa conformité méthodologique a été validée par le bureau d'études Kapstan.



Carte 1 : Vue aérienne du projet retenu

II. Méthodologie

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre est basée sur la méthodologie analyse de cycle de vie (ACV).

L'analyse de cycle de vie est une méthode d'évaluation environnementale, systémique, multicritères et normée (ISO 14040) permettant de prendre en compte, en plus les impacts directs, les impacts indirects induits par les phases amont et aval de l'exploitation d'une centrale solaire.

La méthodologie détaillée ainsi que les hypothèses méthodologiques considérées sont présentée en annexe 1.

Mode de calcul des émissions

Le calcul des émissions est basé sur la formule suivante :

$$\text{Émissions de GES} = \text{Donnée d'activité} * \text{Facteur d'émission}$$

Les **données d'activité** sont des quantités physiques liées à la centrale (kg de matériaux, km parcourus, litres d'essences)

Les **facteurs d'émission** permettent de transformer ces données d'activité en kgCO₂eq.

Par exemple :

Émissions de GES d'une voiture = km parcourus * kgCO₂eq/km

= Litres carburant consommés * kgCO₂eq/L

III. Détermination des émissions de gaz à effet de serre

1. Matériaux entrants

La quantification des émissions de gaz à effet de serre a été réalisée pour les équipements nécessaire à la construction de la centrale solaire :

Les panneaux solaires

- Le calcul de l'empreinte carbone du panneau solaire (hors transport) est basé par la méthodologie ECS (Evaluation Carbone Simplifiée) de la Commission de Régulation de l'Energie.
- Pour ce projet, un module fabriqué en Asie à bas bilan carbone est considéré. Sa valeur ECS est estimée à 518 kgCO₂eq/kWc.
- Le cadre en aluminium n'étant pas inclus dans la méthode ECS, son impact a été modélisé et ajouté à la valeur ECS.

Les structures et leurs fondations

- Le poids des structures a été évalué sur la base de retours d'expérience de plusieurs chantiers de construction de parcs solaires par ENGIE Green. Le poids de structure pour ce projet est estimé à 6,92 kg par m² de panneaux soit 17 kg d'acier.
- Compte tenu de la nature du sol, il est prévu des fondations avec : 100% battage direct,
- Le poids de la clôture a également été évaluée (acier et ancrage)
- Les facteurs d'émission considérés sont :
 - Acier galvanisé : 2,80 kgCO₂eq/kg¹
 - Béton : 0,06 kgCO₂eq/kg²

Les onduleurs, transformateurs et postes de livraison

- L'empreinte carbone de la fabrication des onduleurs est basée sur l'ACV d'un fournisseur d'une valeur de 11,4 kgCO₂eq/kVA (le kVA correspond à la puissance électrique de l'onduleur).
- L'empreinte carbone des transformateurs est basée sur un poids a été évalué à 1,6 tonnes par MVA et un facteur d'émission de 3 500 kgCO₂eq/kg. Ce facteur d'émission intègre notamment la fabrication du cuivre (7 100 kgCO₂eq/kg), de l'acier (2 450 kgCO₂eq/kg).
- Le poste de livraison est un bâtiment préfabriqué en béton. Son poids a été évalué à 30 tonnes, auquel on applique le facteur d'émission du béton.

Câblage interne et raccordement au poste source

- Le poids des câbles interne a également été évalué selon le retour d'expérience de plusieurs chantiers de construction de parcs solaires par ENGIE Green. Il est estimé à 398 kg/MWc de

¹ Base empreinte – Ademe (Acier, rouleaux, galvanisé à chaud pour habillage (0% de recyclage)

² Source : Bilan produit

cuivre et 980 kg/MWc d'aluminium auquel on applique les facteurs d'émissions de 7,1 kgeqCO₂/kg pour le cuivre et 7,4 kgeqCO₂/kg pour l'aluminium (Source : Ecoinvent 3.8).

- Le raccordement du parc solaire au réseau public d'électricité, via le poste source d'Egletons, est également inclus avec les hypothèses suivantes :
 - Distance au raccordement évaluée entre le poste de livraison et le poste source Enedis d'Egletons : 4 km
 - Quantité d'aluminium : 4 343 kg/km

Synthèse de l'impact des matériaux

L'empreinte carbone des matériaux entrants est donnée ci-dessous :

Matériaux entrants, projet solaire Puy de la Bessade				
	Valeur	Donnée	Facteur d'émission kgeqCO ₂ /unité	Impact Carbone kgeqCO ₂
		Unité		
Panneaux solaires	10 250	kWc	518	5 312 530
Onduleurs	8 713	kVA	11,4	99 266
Structure acier	17	kg d'acier galvanisé	2,79	46
Fondation béton	-	kg de béton	0,10	-
Postes de conversion (Transformateur)	13 553	kg d'équipement électrique	5,40	73 185
Poste de livraison	30 000	kg de béton	0,10	3 060
Cablage interne alu	10	tonne d'alu	7 400	74 333
Cablage interne cuivre	4	tonne de cuivre	7 100	28 954
Cablage interne	14	tonnes (alu + cuivre)		103 287
Clôture acier	4 928	kg d'acier	2,48	12 221
Clôture béton	30 800	kg de béton	0,06	1 848
Clôture	35 728	kg (acier + ancrage)		14 069
Raccordement au réseau alu	19	tonne d'alu	7 400	141 408
Raccordement au réseau cuivre	-	tonne de cuivre	7 100	-
Raccordement au réseau	19	tonnes (alu + cuivre)		141 408
Total autres matériaux entrants				434 322
Transport de la main d'œuvre	120 899	km	0,218	26 356
Carburant chantier	148 375	litres de carburant	2,72	404 172
Route bitumée	-	km	304 000	-
Route légère	3,7	km	158 360	593 690
Chantier (carburant et déplacements et accès route)				1 024 218
Total				6 771 071

Tableau 2. Empreinte carbone des matériaux nécessaires à la construction du parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

Comme présenté ci-dessous, la fabrication des panneaux solaires représente la majorité de l'empreinte des matériaux entrants. Cet impact est principalement dû à la forte quantité d'électricité nécessaire pour fabriquer les plaquettes de cellules photovoltaïques et le cadre en aluminium.

Avec l'amélioration continue de l'efficacité énergétique des procédés industriels (tirage des lingots, fabrication des cellules photovoltaïques), l'empreinte carbone des panneaux solaires est en baisse constante.

Le bilan carbone est un critère important de sélection dans les appels d'offres de la CRE³. ENGIE Green s'est engagée à limiter l'impact carbone de ses centrales solaires en privilégiant des panneaux solaires bas-carbone⁴ certifiés par un bureau de contrôle indépendant (Certisolis).

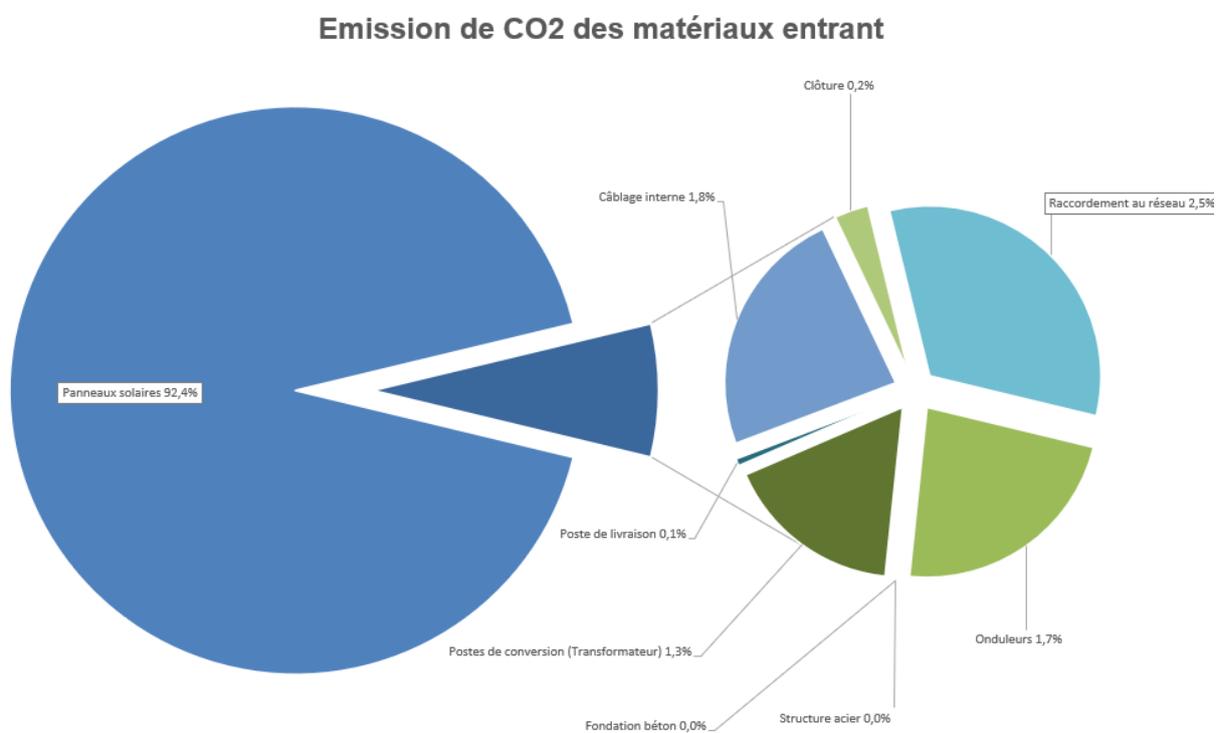


Schéma 2. Emissions de CO₂ des matériaux entrants du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

³ Commission de régulation de l'énergie

⁴ Pour des centrales avec modules disposant d'ECS, il existe des centrales sans.

2. Défrichement

Tel qu'indiqué précédemment, le projet du parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE s'implante sur une surface totale de 10,6 ha, pour un défrichement sur 16,95 ha. Les Obligations Légales de Débroussaillage (OLD) qui seront réalisées pour la bonne exploitation de la centrale photovoltaïque représentent quant à eux une surface de 11,75 ha. Le bilan carbone ici déployé se doit donc de prendre en compte ces opérations de défrichement et de débroussaillage.

2.1. Stock carbone & défrichement

Dans une vision conservatrice, nous allons considérer que le bois provenant du défrichement sera commercialisé comme combustible. Il est souvent soutenu que le bois énergie a un bilan carbone neutre, arguant que le carbone libéré lors de sa combustion a été absorbé de l'atmosphère pendant sa croissance, annulant ainsi l'impact. Cependant, cette perspective ne s'applique qu'à l'échelle temporelle de la croissance forestière, qui diffère de celle d'une centrale photovoltaïque.

Ainsi, pour le projet de centrale solaire en question, il est nécessaire d'évaluer l'ensemble des implications du projet depuis de la phase de défrichement jusqu'à la fin de vie de la centrale. Sur ce pas de temps, nous prenons l'hypothèse que le carbone provenant du bois défriché sera relâché dans l'atmosphère, il convient donc de le quantifier.

Pour estimer le stock carbone contenu dans la biomasse aérienne (branche, feuille, biomasse ligneuse, strate arbustive), ENGIE Green s'est appuyé sur le rapport de l'ADEME « *Contribution de l'IGN à l'établissement des bilans carbone des forêts des territoires (PCAET)* » et la localisation des communes d'implantation.

Ainsi en se basant sur cette terminologie de l'ADEME, il est estimé que le domaine biogéographique applicable à ce défrichement est celui des domaines biogéographiques – Feuillu, au sein du domaine méditerranéen.

Dans cette même logique mais cette fois-ci pour estimer le stock de carbone contenu dans le sol et le sous-sol (litière, racine, sol, etc.), il a été croisé la localisation du projet avec la « *carte de la France métropolitaine (hors Corse) des stocks de carbone dans les sols* », réalisée en 2019 par l'INRA dans le cadre d'un exercice mondial piloté par le Partenariat Mondial sur les Sols.

Le projet ENGIE PV PUY DE LA BESSADE se localise au sein du groupe de région « Est, Massif central, Normandie » et présente ainsi un sol que nous estimons associé à un « stock de carbone moyen à élever ».



**carte nationale des stocks de carbone des sols
intégrée dans la carte mondiale de la FAO
Source : INREA**

Ainsi, le stock de carbone actuel contenu dans la surface à défricher est évalué à 186,1 tC/ha.

Dans cette étude les opérations de défrichement pour la réalisation d'un projet solaire sont considérées comme induisant :

- un déstockage total du carbone de la biomasse ligneuse, des branches et feuilles, arbustive et des racines par coupe, évacuation et dessouchage ;
- un déstockage partiel du carbone du sol, sous forme d'une exportation rapide lié à la minéralisation de la matière organique suite au défrichement puis à une importation dans le cadre de la mise en place d'une prairie permanente dans le parc photovoltaïque. Ce déstockage est estimé à 79% de la valeur initiale en 30 ans.

Ainsi ce sont 146,07 tC/ha (tonne carbone par hectare) qui seront émis suite au défrichement.

De plus, en termes de flux carbone, le défrichement va interrompre la croissance de la forêt. Il nous faut donc prendre en compte l'accroissement attendu du stock carbone dans l'hypothèse où il n'y aurait pas de projet photovoltaïque et donc de défrichement.

Pour estimer ce flux carbone, il faut donc calculer le solde entre les entrées de carbone dans le système forêt en question (croissance en volume de la forêt et mûrissement du sol) et les sorties (vieillesse des arbres, abattage du bois et processus de stockage dans les produits en bois). Ce solde ici estimé correspond à une perte annuelle de 1,37 tC/ha/an. **Cumulé sur la durée de vie du projet, cela représente une dette de 41,02 tC/ha.**

2.2 Stock carbone et obligations légales de débroussaillage (OLD)

Les obligations légales de débroussaillage (OLD) imposées durant toute la durée de vie de la centrale, généreront également des émissions liées au déstockage du carbone contenu dans la biomasse concernée. Ce déstockage concerne

- une partie de la biomasse ligneuse, des branches et feuilles et arbustive
- une partie de la biomasse racinaire
- une réduction du stock de carbone du sol.

Il est pris comme hypothèse dans cette étude que les OLD induiront un déstockage de 67% de la biomasse, décomposé comme suit :

- un déstockage de 75 % du carbone de la biomasse ligneuse, des branches et feuilles et arbustive,
- un déstockage de 50 % de la biomasse racinaire,
- une réduction du stock de carbone du sol, dont le niveau est alors estimé à 25% de la valeur initiale en 30 ans

En se basant sur les hypothèses de flux et stock de carbone aérien et racinaire et contenu dans le sol présentées dans la partie précédente, il est estimé que les OLD du projet solaire correspondront à l'émission de 97,78 tC/ha.

2.3. Synthèse sur les opérations de défrichage

Le tableau suivant présente une synthèse des émissions CO₂ liées au défrichage, incluant également une estimation de la consommation des engins et outils nécessaires au défrichage.

	Donnée		Facteur d'émission kgeqCO ₂ /unité	Impact Carbone kgeqCO ₂
	Valeur	Unité		
Destockage lié au défrichage	17	ha	535 604	9 078 496
Destockage lié aux OLD	12	ha	358 527	4 212 688
Flux de carbone durée de vie	17	ha	150 397	2 549 221
Consommation carburant défrichage	12 204	L	2,72	33 244
Compensation par du reboisement	(non pris en compte)			
Total				15 873 648

Tableau 3. Synthèse des émissions CO₂ liées au défrichage

3. Déplacement sur chantier

Le facteur d'émission retenu pour les déplacements est de 253gCO₂eq/ km (source : bilan Carbone ADEME). En phase de chantier, d'après une étude interne ENGIE Green, en moyenne 11 800 km/MWc sont parcourus par les sous-traitants. Cette valeur a été considérée pour l'étude.

4. Mise en œuvre de la centrale solaire

4.1 Le transport des matériaux entrant jusqu'au site

Pour évaluer l'impact du fret, l'unité utilisée est la tonne.km qui permet de rendre compte des distances parcourues et des masses transportées auquel on applique les facteurs d'émission de 0,004 kgCO₂eq/tonne.km pour le fret maritime et 0,106 kgCO₂eq/tonne.km pour le fret routier.

Ainsi, le poids de tous les matériaux entrants a été évalué, et multiplié par les distances de fret :

- Pour les modules photovoltaïques fabriquées en Asie à bas bilan carbone, il a été comptabilisé 20 000 km en fret maritime et 1000 km en fret routier (semi-remorque).
- La structure est supposée être fabriquée en France. Comme le lieu n'est pas connu, un kilométrage moyen de 550 km a été retenu.
- Le béton est supposé être produit dans une centrale à béton située à 20 km.
- Les onduleurs, transformateur et câblages sont supposés provenir d'Europe, sans origine précise, un kilométrage moyen de 1200 km a été retenu.

Le transport des matériaux jusqu'au site pèse peu dans les émissions globales en valeur relative.

4.2 La consommation des engins de chantier et les déplacements du personnel

La consommation des engins de chantier et le déplacement des véhicules du personnel intervenant sur le chantier sont pris en compte sur la base du retour d'expérience de plusieurs parc solaire.

5. Phase exploitation de la centrale

Les éléments suivants ont été considérés :

- Déplacement sur le site : 2 déplacements par mois depuis l'agence ENGIE Green située à Mérignac (Gironde)
- Remplacement des onduleurs une fois pendant la durée de fonctionnement
- Remplacement de 1% des panneaux solaires sur la durée de fonctionnement

6. Démantèlement de la centrale

Le démantèlement d'une centrale solaire est assimilable à un phase de construction réalisée à « l'envers ». Ainsi, pour déterminer ce poste, on considère que l'impact du chantier de démantèlement sera identique à celui de la construction, sans compter l'impact des matériaux.

Le fret pour le démantèlement est supposé identique au fret pour la mise en œuvre du projet (hors structure et panneaux).

L'impact du chantier de démantèlement est estimé à : 444 189 kg eq CO₂

L'impact du recyclage des panneaux solaires est présenté ci-après. L'impact des autres matériaux sont également intégrés (recyclage béton et recyclage de l'acier des structures).

L'impact du déplacement des sous-traitant pour la phase de démantèlement a été considéré comme égal au déplacement pour la phase de construction.

7. Fin de vie des modules

Le traitement en fin de vie des modules photovoltaïques a été également considéré.

Il existe deux voies de traitement en fin de vie des modules :

- Broyage sans délamination
- Délamination du module avec récupération des cellules

La première voie est la plus répandue actuellement, le cadre et la boîte de jonction sont séparés du module puis les différents composants (verre, EVA, cellules, Backsheet) sont broyés, le verre est récupéré en sortie sous forme de calcins et les cellules sont transformés en poudre.

Le procédé avec délamination permet de séparer les couches de verre, de cellules et d'encapulant/backsheet, facilitant l'extraction des cellules, permettant ainsi une meilleure valorisation des matières premières, directement utilisable par les industriels.

SOREN, l'éco-organisme en charge du traitement en fin de vie des panneaux photovoltaïques, a inauguré en 2022 la première usine en Europe utilisant exclusivement cette technologie⁵.

Pour cette étape un facteur d'émission de 0,468kgCO₂eq/kg de modules a été considéré basé sur des données d'inventaires de référence publiées par l'Agence Internationale de l'énergie⁶ (procédé par broyage).

⁵ [Inauguration d'une usine de recyclage avec un procédé unique de délamination des panneaux – pv magazine France \(pv-magazine.fr\)](https://www.pv-magazine.fr/actualites/inauguration-d-une-usine-de-recyclage-avec-un-procedé-unique-de-delamination-des-panneaux)

⁶ IEA-PVPS LCA 2020, Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessment of Photovoltaic Systems, International Energy Agency (IEA) PVPS Task 12, Report T12-19:2020.

8. Production de la centrale solaire

La production d'électricité dépend du rayonnement solaire. Pour le parc ENGIE PV PUY DE LA BESSADE, il est estimé que le productible de la première année sera de 1199 kWh/kWc⁷, soit 12 289 750 kWh/an (12,2 GWh/an).

La disponibilité des installations est estimée à 99%. A partir de la deuxième année, la production de la centrale diminuera de 0,45% par an (vieillesse des panneaux garanti par les fabricants).

Ainsi sur la durée de vie de l'installation, la production totale sera de 332 GWh.

Productible année 0	1 199 kWh/kWc
Production de kWh année 0	12289750 kWh/an
Disponibilité	99%
Dégradation annuelle	0,45%
Production totale sur 30 ans	332 202 542 kWh
Moyenne annuelle sur 30 ans	11 073 418 kWh/an

Tableau 4. Productible et production estimées du parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

9. Synthèse des émissions

La mise en œuvre, l'exploitation et le démantèlement de la centrale solaire émettra **23 536teqCO₂**, en voici les différents postes regroupés dans un tableau de synthèse.

Synthèse Emissions de CO ₂		
	Impact Carbone	
	teqCO ₂	%
Défrichement	15 874	67%
Reboisement	-	0%
Panneaux solaires	5 313	23%
Autres matériaux entrants	434	2%
Frêt des matériaux	101	0%
Chantier	1 024	4%
Exploitation	226	1%
Démantèlement	444	2%
Traitement - fin de vie composants	120	1%
Total	23 536	100%

Tableau 5. Impact carbone des différentes étapes du projet de parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE

10. Economie de CO₂ de la production électrique du parc solaire

Les émissions totales de CO₂ de la centrale solaire présentées précédemment, ramenées à sa production d'électricité de 332 GWh produite sur 30 ans d'exploitation, amène donc à un contenu carbone par kilowattheure 70,8 gCO₂/kWh.

Selon RTE, qui est en charge du pilotage du réseau de transport de l'électricité, « l'énergie solaire se déploie essentiellement en addition au potentiel de production nucléaire et hydraulique et

⁷ Donnée provenant de la base de donnée de Pvsyst



l'augmentation de la production éolienne et solaire en France se traduit par une réduction de l'utilisation des moyens de production thermiques (à gaz, au charbon et au fioul). [...] Cette réduction de l'utilisation des moyens thermiques se produit en France et dans les pays voisins, car le système électrique fonctionne de manière interconnectée à l'échelle européenne »⁸.

RTE conclut ainsi : « Ces résultats battent en brèche une vision réductrice du système électrique où chaque incrément de production éolienne et solaire se ferait au détriment du nucléaire et n'aurait pas d'influence sur les émissions de gaz à effet de serre »

Par ailleurs, avec l'électrification massive des usages, notamment dans la mobilité électrique et toute la flexibilité engendrée, le déploiement des énergies renouvelables contribuera dans les années à venir encore plus directement à économiser du CO₂.

La production électrique de la centrale photovoltaïque se substituera à d'autres moyens de production d'électricité, émetteur de gaz à effet de serre. D'après une étude d'Artelys⁹ prenant en compte l'évolution du mix électrique français à horizon 2035, l'énergie photovoltaïque injectée viendra en remplacement de production thermique à hauteur de 52% et nucléaire à 48% générant en moyenne pondérée 270 gCO₂/kWh, contre 52,1 g CO₂/kWh pour la présente centrale photovoltaïque.

Ainsi le parc solaire ENGIE PV PUY DE LA BESSADE permettra une économie de 199,2 gCO₂/kWh.

Sur les 30 ans de fonctionnement de la centrale photovoltaïque, l'économie totale de CO₂ sera de 66 159 tonnes soit 2 205 tonnes par an.

⁸ « NOTE : Précisions sur les bilans co2 établis dans le bilan prévisionnel et les études associées » [Note Bilans CO2_V3.pdf \(concerte.fr\)](#)

⁹ « Analyse de l'impact climat de capacités additionnelles solaires photovoltaïques en France à horizon 2030 » - Mars 2020: [Analyse de l'impact climat de capacités additionnelles solaires photovoltaïques en France à horizon 2030 - France Territoire Solaire](#)

Bilan Carbone : Comparaison Emission et Economie de t eq CO2 pendant la durée de fonctionnement de la centrale photovoltaïque

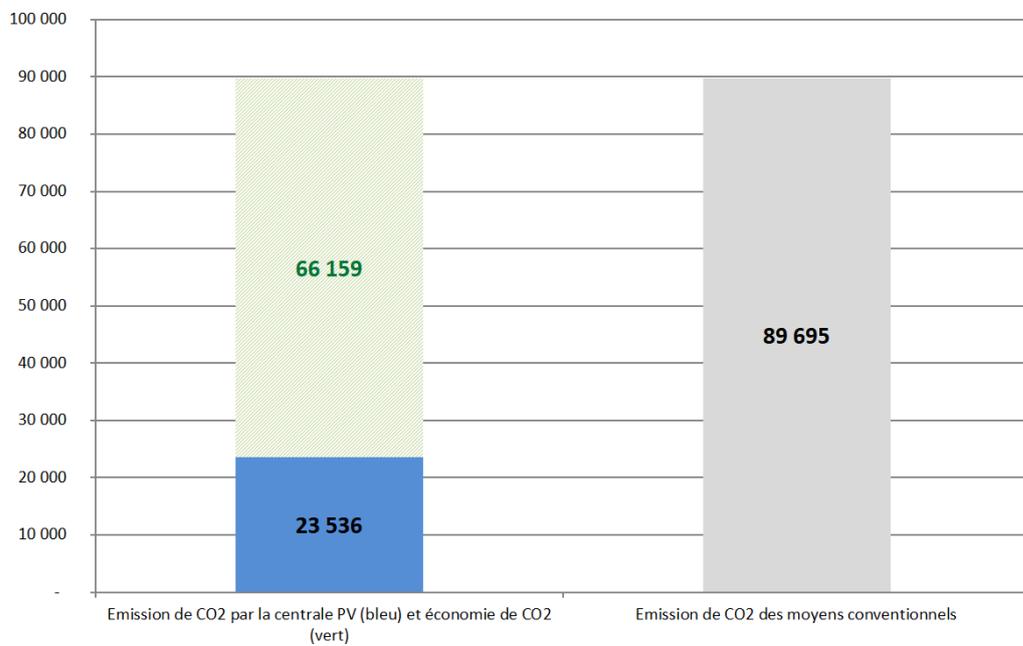


Tableau 6. Comparatif entre émission et économie de CO₂ pendant la durée de fonctionnement du parc solaire

Références

- Ademe – 2014 « Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse de cycle de vie » [Ref-Methodologique-PV-FR.pdf \(ekoconception.eu\)](#)
- Base empreinte- Ademe <https://base-empreinte.ademe.fr/>
- Commission de régulation de l'énergie <https://www.cre.fr/>
- Ecoinvent 3.8 <https://ecoinvent.org/>
- France Territoire solaire- « Analyse de l'impact climat de capacités additionnelles solaires photovoltaïques en France à horizon 2030 » - Mars 2020: [Analyse de l'impact climat de capacités additionnelles solaires photovoltaïques en France à horizon 2030 - France Territoire Solaire](#)
- ISO. « ISO 14044:2006 ». ISO.
- <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard>
- R. Frischknecht, P. Stolz, G. Heath, M. Raugei, P. Sinha, M. de Wild-Scholten, 2020, Methodology Guidelines on Life Cycle Assessment of Photovoltaic Electricity, 4th edition, IEA PVPS Task 12, International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme [IEA_Task12_LCA_Guidelines.pdf \(iea-pvps.org\)](#)
- RTE « NOTE : Précisions sur les bilans CO2 établis dans le bilan prévisionnel et les études associées » [Note Bilans CO2 V3.pdf \(concerte.fr\)](#)

Annexe I – Méthodologie

Normes/références

Norme générique ISO 14044 : 2006

Guide méthodologique sectoriel « Methodology Guidelines on Life Cycle Assessment of Photovoltaic 2020 » AIE (Agence internationale de l'énergie)

Catégories d'impact
Changement climatique

Méthode de caractérisation
IPCC2021 du rapport AR6 du GIEC. IPCC2007
pour les routes d'accès.

Modélisation
Attributionnelle

Unité fonctionnelle/Flux de référence

L'unité fonctionnelle est en analyse de cycle de vie une unité de mesure permettant la comparabilité des systèmes étudiés.

L'unité fonctionnelle de l'étude est définie comme suit :

Assurer la délivrance d'un kWh de courant alternatif sur le réseau français pendant 30 ans.

Le flux de référence est : **1 kWh d'énergie électrique.**

Périmètre

Le périmètre considéré dans l'étude est un périmètre « cradle to grave »¹⁰ prenant en compte l'ensemble du cycle de vie de la centrale.

Les étapes considérées sont :

1. Défrichage : si nécessaire.
2. Production des éléments constitutifs de la centrale : modules photovoltaïques, onduleurs, structures et fondations, câbles électriques, transformateur, poste de livraison, clôture.
3. Chantier : transport de la main d'œuvre, Création de route et piste.
4. Exploitation : remplacement des modules/onduleurs défectueux, déplacement pour maintenance.
5. Démantèlement : Déplacement, carburant chantier.
6. Fin de vie : traitement en fin de vie des panneaux photovoltaïques et structures. Transport en fin de vie.

La phase de conception/développement (ingénierie, déplacement phase étude) est exclus du périmètre.

¹⁰ Berceau à la tombe

Données

FACTEURS D'EMISSIONS- SOURCES

Bilan empreinte- ADEME



Ecoinvent 3.8



En raison de l'absence de données plus récentes, le facteur d'émissions de la construction des routes d'accès est basé sur le référentiel de l'Ademe¹¹ «Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse de cycle de vie ».

Le modèle considéré est calculé avec la méthode de caractérisation IPCC 2007. La contribution de la construction des routes (<3%) sur l'impact final est négligeable. Ainsi les résultats sont peu sensibles à ce choix de données.

La source de chaque facteur d'émission utilisé est présentée ci-dessous :

Données	Source
<i>Facteur d'émission cadre en aluminium</i>	Ecoinvent 3.8 - Aluminium alloy, AlMg3 {RoW} production + Section bar extrusion, aluminium {RoW} processing - 0% recycling
<i>Facteur d'émission déplacement</i>	Voiture - motorisation moyenne - 2018, France continentale, Base Carbone
<i>Facteur d'émission litre de carburant</i>	Essence (E10), France continentale, Base Carbone
<i>facteur d'émission Acier</i>	Base empreinte - Acier, rouleaux, galvanisé à chaud pour habillage (0% de recyclage)
<i>Facteur d'émission béton</i>	Ecoinvent 3.8 - Concrete, normal
<i>Facteur d'émission cuivre</i>	Ecoinvent 3.8 - Copper cathode market for RER + Copper wiring
<i>Facteur d'émission route d'accès bitumée</i>	Ademe- Rapport sur l'analyse de cycle de vie de centrale pv 2014
<i>Facteur d'émission route d'accès légère</i>	Modélisation kapstan basée sur données ecoinvent 3.6
<i>Facteur d'émission recyclage et traitement panneaux</i>	IEA-PVPS LCA 2020 , Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessment of Photovoltaic Systems, International Energy Agency (IEA) PVPS Task 12, Report T12-19:2020.
<i>Facteur d'émission fret maritime</i>	Ecoinvent 3.8 - Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship
<i>Facteur d'émission fret routier</i>	Ecoinvent 3.8 - Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} market for transport, freight, lorry, unspecified
<i>Facteur d'émission fin de vie béton</i>	Ecoinvent 3.8 - Waste concrete {CH} market for waste concrete
<i>Facteur d'émission fin de vie acier structure</i>	Ecoinvent 3.8 - Scrap steel {CH} market for scrap steel
<i>Facteur d'émission transformateur</i>	Ecoinvent 3.8 - Transformer, high voltage use {GLO} production
<i>Facteur d'émission aluminium cable</i>	Ecoinvent 3.8 - Aluminium alloy, AlMg3 {RER} production Cut-off, S + wire drawing, steel RER
<i>Facteur d'émission onduleur</i>	Onduleur Huawei 215 kVA (source ACV Huawei, hors transport. Includ recyclage 8,9 kg)

Pour les modules photovoltaïques, le facteur d'émission de leur production est issu des certificats ECS (évaluation carbone simplifiée) correspondants.

La méthodologie « d'évaluation carbone simplifiée » est présentée en Annexe 2 des cahiers de charges relatifs aux appels d'offres de projets solaires¹² de la commission de régulation de l'énergie.

¹¹ Ref-Methodologique-PV-FR.pdf (ekoconception.eu)

¹² <https://www.cre.fr/documents/Appels-d-offres/appel-d-offres-portant-sur-la-realisation-et-l-exploitation-d-installations-de-production-d-electricite-a-partir-de-l-energie-solaire-centrales-a2>