

IMPACT CARBONE LIE AU DEFRIQUEMENT D'UNE PARCELLE DANS LE CADRE DE  
LA CONSTRUCTION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL A SOUPROSSE

Réalisé par

**climat**mundi

**Date :** 26/06/17

**Rédaction :** Jean-Luc Manceau

## SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>CALCULS .....</b>	<b>4</b>
II.1.	METHODOLOGIE .....	4
II.1.1.	Emissions de gaz à effet de serre .....	4
II.1.2.	Emissions de GES liées au défrichement et au changement d'affectation des sols .....	5
II.1.3.	Emissions de GES liées au chantier .....	6
II.2.	RESULTATS .....	7
II.2.1.	Emissions de GES liées au défrichement et au changement d'affectation des sols .....	7
II.2.2.	Estimation des émissions de GES liées au chantier.....	8

## I. INTRODUCTION

La présente note de calcul évalue l'impact carbone du défrichement rendu nécessaire pour construire une centrale photovoltaïque au sol sur le territoire de la commune de Souprosse.

Le calcul inclut la prise en compte de l'impact carbone lié au défrichement et au changement d'affectation des sols.

Le projet de centrale photovoltaïque situé à Souprosse est constitué de 45 360 panneaux solaires photovoltaïques pour une puissance totale de 11,79 MWc. Cette centrale occupera un terrain clos de 13,5 ha.

## II. CALCULS

### II.1. METHODOLOGIE

#### II.1.1. EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

##### Postes pris en compte

Les postes d'émission pris en compte sont :

- Le changement d'affectation des sols et le déstockage de carbone qui résulte du chantier.
- Le moindre stockage lié à la diminution de la biomasse sur le site.

##### Unités de mesure

L'unité qui permet de comparer les effets à terme de plusieurs gaz à effet de serre est le pouvoir de réchauffement global ou PRG. Cela correspond à la masse de CO<sub>2</sub> équivalente pour obtenir les mêmes effets climatiques (sur une période d'observation de 100 ans).

Par exemple, le PRG du méthane CH<sub>4</sub> est de 30 : émettre 1 kg de CH<sub>4</sub> a les mêmes effets qu'émettre 30 kg de CO<sub>2</sub>. On parle alors de kilogramme équivalent dioxyde de carbone ou **kgeqCO<sub>2</sub>** ou encore **kgCO<sub>2</sub>e**. Une émission de 1 kg de CH<sub>4</sub> a un impact de 30 kgCO<sub>2</sub>e.

Il est possible de raisonner avec une unité équivalente, qui peut s'avérer pratique lors de combustion de produits carbonés : le kilogramme équivalent carbone ou **kgeqC**.

Dans le cas d'une combustion complète d'un composé carboné, le carbone du composé initial se retrouve intégralement sous forme de CO<sub>2</sub>. Il suffit alors de connaître la masse en carbone du composé initial pour en déduire la masse de carbone relâchée sous forme de CO<sub>2</sub>. L'unité associée est le kilogramme équivalent carbone (**kgeqC**). La combustion complète de 1 kg de carbone a un impact de 1 kgeqC.

Il est facile de convertir un impact d'une unité à l'autre : dans un cas, il s'agit de la masse de dioxyde de carbone équivalente, dans l'autre, il s'agit de la masse de carbone contenue dans une émission de dioxyde de carbone équivalente.

Le rapport entre les unités est le rapport des masses (de carbone et de dioxyde de carbone) par unité (la mole). La masse molaire du dioxyde de carbone est de : 12+16+16 = 44 g/mol, celle du carbone est de 12 g/mol.

**La conversion de kgeqC à kgCO<sub>2</sub>e se fait en multipliant la valeur par 44/12.**

**La conversion de kgCO<sub>2</sub>e à kgeqC se fait en multipliant la valeur par 12/44.**

En définitive, les deux unités sont directement proportionnelles, ce changement d'unité est comparable à la mesure d'une même longueur en centimètres ou en pouces.

Dans le présent rapport, l'ensemble des résultats est exprimé en **kgCO<sub>2</sub>e** ou son multiple, la **tCO<sub>2</sub>e**.

### Prise en compte des émissions de Gaz à effet de serre

---

Les gaz à effet de serre connus et dont l'impact est quantifiable sont :

- Les gaz du **protocole de Kyoto** (dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), halocarbures (HFC's), perfluorocarbures (PFC's) et hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>)),
- Les chloro-fluoro-carbures (CFC's) et halo-chloro-fluoro-carbures (HCFC) : ils ne sont pas pris en compte dans le protocole de Kyoto car ils sont soumis à la convention de Montréal qui lui est antérieure,
- La vapeur d'eau lorsqu'elle est relâchée dans les couches hautes et stables de l'atmosphère (aviation).

### Mode de calcul des émissions

---

Il n'est pas possible de procéder directement à la mesure des émissions directes et induites pour une activité complexe. Par retour d'expérience, les émissions liées à la plupart des procédés sont connues ou modélisables en convertissant des données liées à un processus en émissions de gaz à effet de serre.

Ces facteurs de conversion sont appelés facteurs d'émission et sont majoritairement issus de la Base Carbone® de l'ADEME. En effet, dans un souci de transparence de la méthode, l'ensemble des facteurs d'émission utilisés et leurs justifications sont en libre téléchargement sur le site de la Base Carbone®.

D'autres sources de facteurs d'émission ont été employées en complément. Leur origine et le traitement effectué sont décrits le cas échéant.

## II.1.2. EMISSIONS DE GES LIEES AU DEFRIchement ET AU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES SOLS

---

Il s'agit de prendre en compte dans ce chapitre les émissions suivantes :

- Le déstockage du carbone dans les strates arborées à l'occasion du chantier de défrichement.
- Le déstockage du carbone dans le terrain lui-même à l'occasion du chantier de défrichement et de construction de la centrale.
- Le déficit de stockage de carbone lié au remplacement des strates arborées par une centrale photovoltaïque (implantation d'une prairie et imperméabilisation partielle).

L'aire d'implantation directement impactée par le projet est de 16,3 ha. Une partie est impactée temporairement (4,7 ha) et la seconde partie est impactée de manière permanente (11,6 ha). Cette surface est occupée par les différents types de végétation suivants (tableau issu de l'étude d'impact).

Tableau 59 : Synthèse des emprises du projet sur les habitats naturels (source : CEREA environnement)

Habitat	Surface totale (ha)	Surface impactée (ha)			% de surface impactée par rapport à la surface totale de l'habitat
		temporaire	permanente	totale	
31.2 - Landes sèches	4,1	0,3	1,1	1,4	34,1 %
31.82 - Landes à fougères	3,9	0,2	0,6	0,8	20,5 %
31.85 - Landes à ajoncs	10,8	0,4	0,8	1,2	11,1 %
37.31 - Prairies à Molinie et communautés associées	29,9	2,1	6,5	8,6	28,7 %
41.5 - Chênaies acidiphiles	13,1	13,86 (m <sup>2</sup> )	4,98 (m <sup>2</sup> )	0,002	0,01 %
41.54 - Chênaies aquitano-ligériennes sur podzols	4,3	0,7	0,2	0,9	20,9 %
42.813 - Plantations de pins maritimes des landes	27,4	1	2,4	3,4	12,4 %

Dans un souci de simplification et pour tenir compte des facteurs d'émission connus, nous considérerons deux grandes familles de végétation :

- Végétation arborée : regroupant les catégories 41.5 et 41.54 (Chênaies) ainsi que la catégorie 42.813 (Pin maritime des landes). La surface de cette première famille de végétation est de 4,3 ha (1,7 ha temporairement et 2,6 ha de manière permanente).
- Végétation de type prairie regroupant les autres catégories pour une surface totale de 12 ha (3 ha temporairement et 9 ha de manière permanente).

Nous prenons comme référence le document [2] utilisé pour une étude d'implantation de centrale solaire photovoltaïque dans les Landes. Cette étude croise, pour l'Aquitaine, les approches carbone de trois organismes :

- Le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) qui quantifie les émissions de gaz à effet de serre de la région Aquitaine et de ses départements pour les années 1990 et 2005.
- L'IFN (Inventaire Forestier National) qui évalue les stocks et les flux de carbone dans les forêts en Aquitaine.
- L'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) qui évalue le stockage du carbone en forêt.

Nous utilisons aussi des données fournies par le Laboratoire Ephyse de l'INRA de Pierroton communiquées par la DDTM des landes. Ces données ont un domaine de validité limité à la pinède du massif landais qui convient au périmètre du projet.

Cette approche donne un premier ordre de grandeur satisfaisant compte-tenu du niveau de connaissance actuel des phénomènes de stockage du carbone dans la biomasse et les sols.

### II.1.3. EMISSIONS DE GES LIEES AU CHANTIER

Faute de données, le calcul présenté ne prend pas en compte de manière précise les émissions liées au chantier lui-même. Toutefois, une estimation de ces émissions est proposée en prenant en compte pour un jour de chantier :

- La consommation de carburant des engins de chantier.
- Les émissions liées à la présence humaine sur le chantier (déplacement domicile-travail, encadrement, fournitures administratives ...).

## II.2. RESULTATS

### II.2.1. EMISSIONS DE GES LIEES AU DEFRICHEMENT ET AU CHANGEMENT D’AFFECTATION DES SOLS

#### Stock contenu dans le sol

On considère qu’il y a déstockage du carbone contenu dans le sol en cas de décapage, excavation et imperméabilisation du terrain considéré.

Dans le cas du projet photovoltaïque de Souprosse, seuls 339 m<sup>2</sup> seront imperméabilisés (correspondant aux structures supports des tables, à la clôture, aux postes de transformation, au poste de livraison et aux citernes anti-incendie).

Par ailleurs, une surface de 13 815 m<sup>2</sup> sera partiellement imperméabilisée, correspondant à un linéaire de 2 763 m de piste sur 5 m de large. Ces pistes recevront en effet une couche de feutre de géotextile, suivi d’un apport de grave concassée de type 0/80 mm.

Le facteur d’émission de la Base Carbone correspondant au stockage dans le sol qu’il soit forestier ou de prairie est de 290 tCO<sub>2</sub>e/ha.

On considère ici que l’imperméabilisation entraîne un déstockage complet alors que la surface des pistes entraîne un déstockage égal à la moitié du CO<sub>2</sub> contenu dans le sol (décapage et excavation partiels).

Le déstockage de CO<sub>2</sub> du sol est donc pour le chantier de : **210 tCO<sub>2</sub>e**.

#### Stock contenu dans la biomasse (strate arborée)

La parcelle concernée couvre une surface défrichée de 16,3 ha (11,6 permanent + 4,7 temporaire).

D’après le document [2], le puits de carbone annuel constitué par la forêt landaise est de 2,3 MtCO<sub>2</sub> avec une contribution très majoritaire de la variation de stock de bois (> 90%) et une contribution très faible du changement d’affectation des sols.

Sachant que le département des Landes couvre une superficie de 9 243 km<sup>2</sup> avec un taux de couverture forestier estimé à 62% (source IFN) ou à 66% (source M. Drouet DDTM). Nous retiendrons un taux de couverture forestier de 64%. La superficie couverte par la forêt est donc de 592 000 ha.

Chaque ha de forêt landaise permet donc de capter chaque année un peu moins de 4 tCO<sub>2</sub>.

Des données de l’INRA présentent l’avantage d’une approche plus complète des différentes strates :

- Le captage de CO<sub>2</sub> par photosynthèse est évalué pour chaque ha à 13 t/an.
- Le CO<sub>2</sub> stocké est évalué à :
  - o 236 t/ha pour la strate arborée (valeur moyenne des valeurs indiquées par l’INRA),
  - o 15 t/ha pour la strate herbacée (valeur moyenne des valeurs indiquées par l’INRA),
  - o 130 t/ha pour l’humus (valeur moyenne des valeurs indiquées par l’INRA),
  - o 330 t/ha pour les horizons minéraux (valeur moyenne des valeurs indiquées par l’INRA),

Concernant la strate arborée, sur une durée d'exploitation de 30 ans de la forêt, ces données confirment que chaque hectare permet de capter chaque année environ 5 tCO<sub>2</sub> (valeur proche que celle trouvée par la méthode précédente). En effet, chaque hectare sur 30 ans de durée de vie des arbres aura capté 390 tCO<sub>2</sub> et lors de son utilisation (hors bois d'œuvre), environ 240 tCO<sub>2</sub> seront déstockés, soit un puits net de 150 tCO<sub>2</sub> donc environ 5 tCO<sub>2</sub> par an.

Dans le cas du projet photovoltaïque de Souprosse, 2,6 ha de végétation arborée vont disparaître pour être transformés en prairie tandis que 1,7 ha vont être défrichés temporairement. Pour cette seconde partie, faute d'information, l'hypothèse retenue est que des arbres seront replantés.

Par conséquent, seule la surface de 2,6 ha de végétation arborée est prise en compte pour le déstockage net de CO<sub>2</sub>. Pour le reste de la surface défrichée de manière temporaire, le reboisement supposé implique une opération neutre en carbone (le carbone absorbé pendant la croissance des arbres est restitué lors de l'utilisation en bois de chauffage).

Le déstockage de CO<sub>2</sub> de la strate arborée est donc de : **1 015 tCO<sub>2</sub>e**.

#### Déficit de captation de CO<sub>2</sub>

La suppression de la strate arborée sur une surface de 2,6 ha entraîne un déficit annuel de stockage de 13 tCO<sub>2</sub>e.

Par conséquent, dans le cas du projet photovoltaïque de Souprosse, sur la durée de vie de la centrale, le déficit d'émissions de captation de CO<sub>2</sub> sera de : **390 tCO<sub>2</sub>e**.

#### Impact globale en matière de gaz à effet de serre

Impact du déstockage du CO<sub>2</sub> dans le sol : **210 tCO<sub>2</sub>e**.

Impact du déstockage du CO<sub>2</sub> dans la strate arborée : **1 015 tCO<sub>2</sub>e**.

Impact du déficit de captation de CO<sub>2</sub> dans le sol : **390 tCO<sub>2</sub>e**.

Impact total en matière de gaz à effet de serre : **1 615 tCO<sub>2</sub>e**.

### II.2.2. ESTIMATION DES EMISSIONS DE GES LIEES AU CHANTIER

N'ayant pas de données sur la durée du chantier de défrichement et la nature précise des engins utilisés, nous estimons dans le présent paragraphe les émissions d'une journée de travail pour une équipe de deux personnes :

- Un conducteur d'engin chargé de défricher et niveler le terrain.
- Un chauffeur de camion chargé de transporter l'engin ainsi que les matériaux évacués.

#### Hypothèses :

- L'engin consomme 20 litres/heure (consommation d'une niveleuse de puissance moyenne – source Caterpillar). Le facteur d'émission d'un litre de carburant pour engin de terrassement est de **3,2 kgCO<sub>2</sub>e/litre**.
- Le camion est un 12t qui émet **960 gCO<sub>2</sub>e** par km parcouru (50% trajet à vide et 80% de charge utile quand il est chargé).



- La distance parcourue par chaque rotation du camion est de 80 km A/R et il en fait 4 par jour.
- Dès lors qu'une personne travaille dans un bureau, cela entraîne un impact lié aux déplacements générés, à la consommation de biens et d'énergie mais aussi à l'amortissement des biens utilisés. De la même façon, un ouvrier qui travaille sur un chantier engendre un impact au niveau de l'amortissement du matériel utilisé et des déplacements réalisés.

Le facteur d'émission retenu pour les prestations tertiaires (déplacements, énergie, parc informatique, consommables, locaux et mobilier) est calculé sur la base d'une émission moyenne constatée de 5,5 teqCO<sub>2</sub>/pers.an et avec l'hypothèse de 220 jours travaillés/an, ce qui correspond à **25 kgCO<sub>2</sub>e/pers.jour travaillé**.

Ce même ratio a été retenu pour les travaux sur le chantier, la moindre importance de la contribution des infrastructures utilisées étant contrebalancée par un nombre de déplacements significatifs.

#### Estimation des résultats pour une journée de travail

Temps passé par les deux personnes : **50 kgCO<sub>2</sub>e**

Consommation de l'engin de chantier : **512 kgCO<sub>2</sub>e**

Consommation de carburant du camion : **307 kgCO<sub>2</sub>e**

Total des émissions estimées par jour : **870 kgCO<sub>2</sub>e**.

Sources utilisées :

[1] : Tableur Bilan carbone Version 7.6.

[2] : Bilan Carbone Aquitaine, comparaisons de différentes approches de comptabilité