



PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL

Diagnostic de la séquestration nette de CO₂

Septembre 2018



TABLE DES MATIERES

I.	INTRODUCTION	3
II.	LE ROLE ET L'OCCUPATION DES SOLS	4
III.	SEQUESTRATION CARBONE LIEE A LA FORET	7
A.	METHODOLOGIE.....	7
B.	IDENTIFICATION DES SURFACES ET CALCUL DE SEQUESTRATION	7
IV.	SEQUESTRATION CARBONE LIEE A L'AGRICULTURE ET AUX ESPACES SEMI-NATURELS	8
A.	METHODOLOGIE.....	8
B.	IDENTIFICATION DES SURFACES ET CALCUL DE SEQUESTRATION	9
V.	IMPACT DU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES	9
A.	METHODOLOGIE.....	9
B.	SURFACES ET SEQUESTRATION CARBONE ASSOCIEE.....	9
VI.	SEQUESTRATION CARBONE DES ESPACES VERTS URBAINS	12
VII.	DESTOCKAGE CARBONE PAR LA CONSOMMATION DE BOIS-ENERGIE	12
VIII.	IMPACT DE LA SUBSTITUTION ENERGIE ET MATERIAUX BIOSOURCES	13
IX.	BILAN DE LA SEQUESTRATION CARBONE SUR LE TERRITOIRE	13

I. Introduction

Les résultats d'études scientifiques portées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) expriment un consensus sur la principale cause du changement climatique : les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (CH_4 , CO_2 , NO_2 et gaz fluorés). La concentration actuelle de dioxyde de carbone (CO_2) a en effet dépassé le seuil de 400 parties par millions (ppm - soit une proportion de 0,04 % du volume d'air atmosphérique), alors que la teneur de l'ère préindustrielle en 1750 était de 278 ppm.

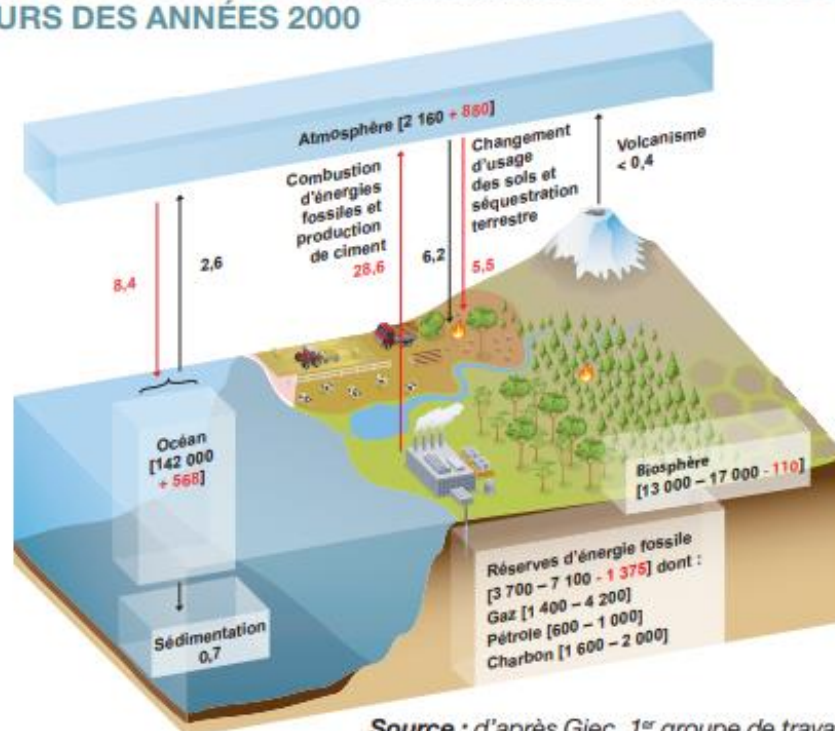
Les gaz à effet de serre ont des origines différentes et n'ont pas tous les mêmes effets quant au changement climatique. En effet, certains ont un pouvoir de réchauffement plus important que d'autres et/ou une durée de vie plus longue. La contribution à l'effet de serre de chaque gaz se mesure grâce à son pouvoir de réchauffement global (PRG). Le PRG d'un gaz se définit comme le forçage radiatif (c'est à dire la puissance radiative que le gaz à effet de serre renvoie vers le sol), cumulé sur une durée de 100 ans. Cette valeur se mesure relativement au CO_2 , gaz de référence. Si le CO_2 est le gaz qui a le plus petit pouvoir de réchauffement global, il est celui qui a contribué le plus au réchauffement climatique depuis 1750, du fait des importantes quantités émises.

La séquestration de CO_2 est un mécanisme d'absorption du carbone atmosphérique de l'activité biologique au sein des espaces naturels terrestres et aquatiques. Ainsi, par leur capacité de stockage du CO_2 , les océans (phytoplancton, calcaire), les sols (matière organique, roches, sédiments) et la biosphère (matière organique issue des êtres vivants dont la forêt, les cultures, etc.) contribuent à diminuer la concentration de CO_2 atmosphérique et jouent donc un rôle primordial de régulation du climat. En France, les terres agricoles et la forêt occupent plus de 80 % du territoire national et séquestrent entre 15 et 18 Gt CO_2 par an, soit près de la moitié des émissions de CO_2 libérées en moyenne au cours des années 2000 en France par les activités humaines. Toute variation de ce stock a un impact sur les émissions nationales de gaz à effet de serre.

Ce diagnostic présente l'estimation de la séquestration actuelle et potentielle de CO_2 du territoire de Val Paris. La méthodologie employée constitue une première approche suffisante pour estimer les ordres de grandeur, permettant d'identifier la contribution des différents réservoirs de carbone à la réduction de la concentration atmosphérique du CO_2 . Elle s'appuie sur les méthodes de calcul du cahier technique de l'ADEME, complétée par des coefficients de stockage donnés par l'INRA, le REFORA et l'OREGES. L'estimation de la séquestration de carbone intègre :

- Le stockage de carbone dans la biosphère.
- Le déstockage de carbone associé aux changements d'affectation des sols.
- Le déstockage de carbone associé à la consommation du bois-énergie.
- L'impact positif de la consommation de matériaux biosourcés par substitution aux matériaux traditionnels.

RÉSERVOIRS ET FLUX DE GES : EXEMPLE DU CYCLE DU CO₂ AU COURS DES ANNÉES 2000



Source : d'après Giec, 1^{er} groupe de travail, 2013

Ce graphique présente : (i) entre crochets, la taille des réservoirs aux temps préindustriels en milliards de tonnes d'équivalent CO₂ en noir et leur variation sur la période 1750-2011 en rouge ; (ii) sous forme de flèches, les flux de carbone entre les réservoirs en milliards de tonnes d'équivalent CO₂ par an. Les flux préindustriels sont en noir. Ceux qui sont liés au développement des activités anthropiques entre 2000 et 2009 sont en rouge.

FIGURE 1 : ORGANISATION DES Puits CARBONE ET DU CYCLE CO₂ ET INFLUENCE ANTHROPIQUE (SOURCE : GIEC)

Comparée aux niveaux d'émissions anthropiques de gaz à effet de serre, la séquestration de carbone permet d'évaluer l'impact carbone du territoire et identifier les enjeux et les pistes d'actions associés à la lutte contre le changement climatique.

II. Le rôle et l'occupation des sols

La photosynthèse est le principal moteur de séquestration terrestre du CO₂. Ce mécanisme naturel régit la croissance des plantes en assurant la synthétisation de biomolécules et la libération d'O₂ à l'aide de l'énergie lumineuse reçue du soleil et à partir de CO₂, d'H₂O et d'éléments minéraux (N, P, K, etc.). Elle permet donc l'extraction du carbone atmosphérique et la fixation du carbone dans la matière organique ou biomasse, un réservoir de carbone temporaire. Naturellement et lors de sa décomposition, la biosphère riche en matière organique est piégée dans les couches superficielles du sol, puit de carbone durable. Les sols sont ainsi à la fois le socle du développement des organismes photoautotrophes consommateurs de CO₂ et un puit de carbone. Ils jouent donc un rôle très important dans le cycle du carbone et pour l'équilibre des concentrations atmosphériques.

La Communauté d'agglomération est un territoire essentiellement urbain, avec des espaces forestiers clairsemés, à l'exception de la forêt de Montmorency au nord du territoire. La surface du territoire est de 8 684 hectares, dont 65,5% sont du tissu urbain.

Les données d'occupation des sols selon la nomenclature Mos de l'IAU ont été mises à jour en 2017 par la collectivité, ce qui permet de catégoriser les sols avec précision, selon 11 catégories.

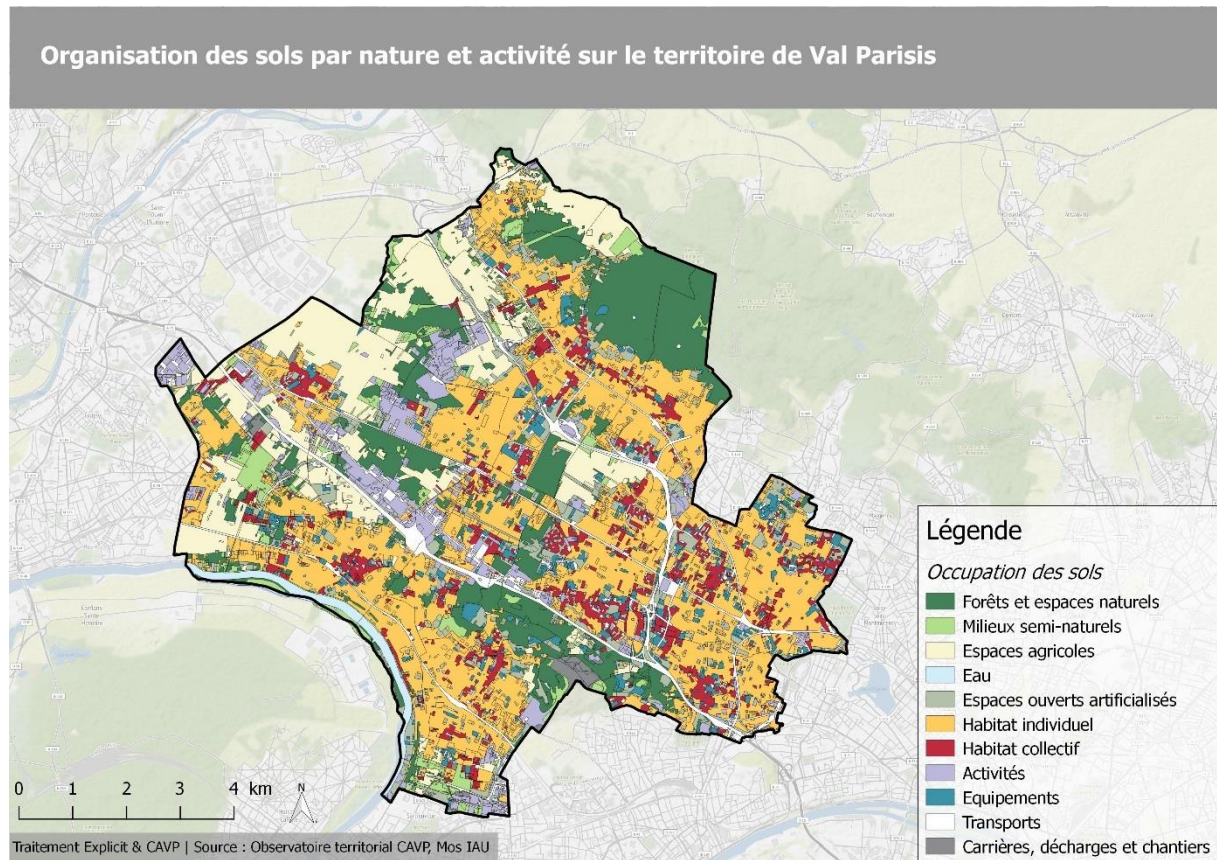


FIGURE 2 : OCCUPATION DES SOLS DE VAL PARISIS (DONNEES : OBSERVATOIRE TERRITORIAL CAVP, MOS IAU)

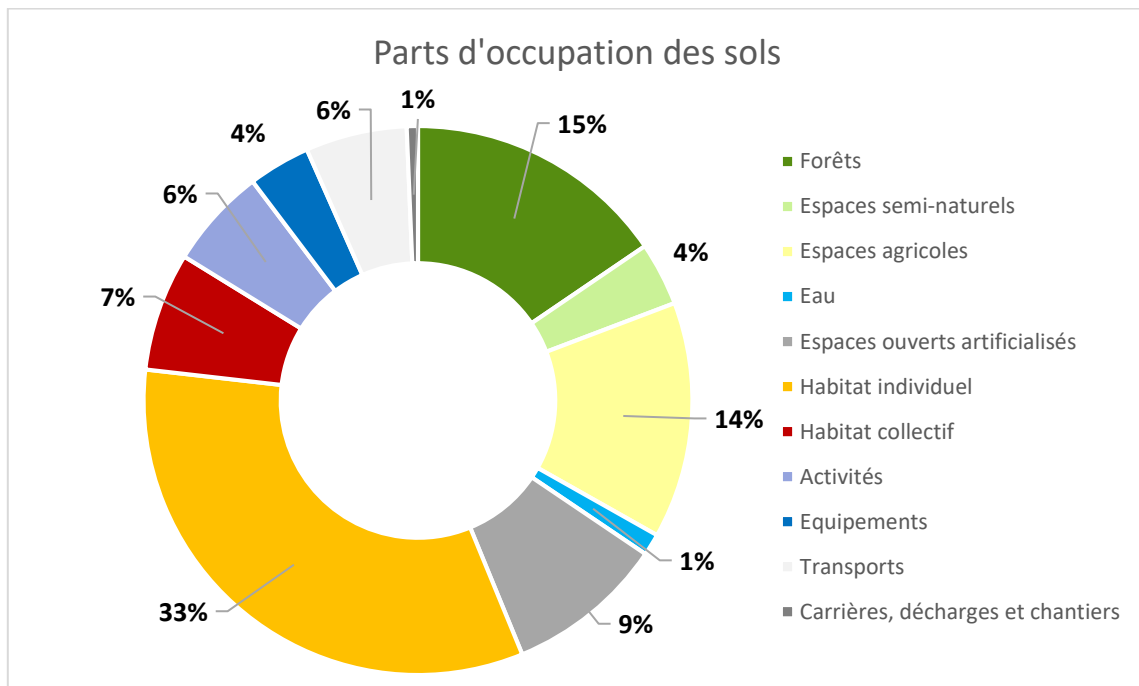


FIGURE 3 : PARTS D'OCCUPATION DES SOLS DE VAL PARISIS (DONNEES : OBSERVATOIRE TERRITORIAL CAVP, MOS IAU)

Afin de déterminer la séquestration brute de CO₂ par les zones végétales, il convient de distinguer les sols agricoles et la forêt car ces classes ont des activités biologiques différentes et ainsi un potentiel de séquestration surfacique de carbone spécifique. L'influence de la substitution des matériaux et énergies biosourcés sont aussi présentés. Pour quantifier les impacts des changements d'affectation des terres, les catégories du mode d'occupation des sols pour le tissu urbain ont été regroupés en espaces artificialisés imperméables et perméables :

Espaces artificialisés imperméables	Espaces artificialisés perméables
Habitat individuel	Espaces ouverts artificialisés
Habitat collectif	Carrières, décharges et chantiers
Activités (commerces, bureaux...)	
Equipements (infrastructures publiques)	
Transports	

TABLEAU 1 : CATEGORISATION DU TISSU URBAIN

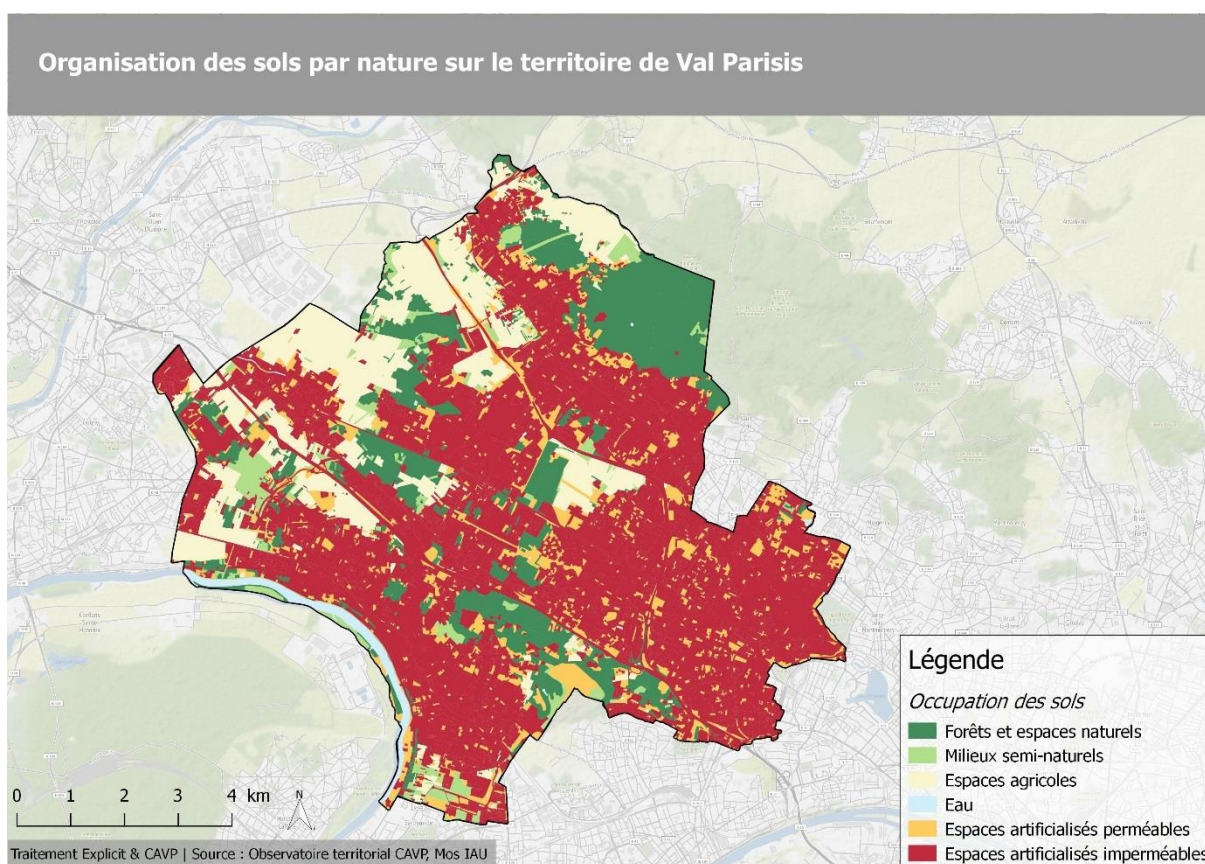


FIGURE 4 : OCCUPATION DES SOLS DE VAL PARISIS PAR TYPE DE PUIITS CARBONE (DONNEES : OBSERVATOIRE TERRITORIAL CAVP, MOS IAU)

Nous utiliserons par la suite le fait qu'un changement d'une zone de séquestration en espaces artificialisé imperméable représente un plus grand défaut de puits carbone qu'un espace perméable¹.

¹ ADEME - PCAET COMPRENDRE, CONSTRUIRE ET METTRE EN ŒUVRE

III. Séquestration carbone liée à la forêt

A. Méthodologie

Les surfaces forestières par type d'essence sont identifiées grâce à la base de données de mode d'occupation des sols croisée avec Corine Land Cover. Une analyse des productions annuelles surfaciques d'arbres issues de L'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) permet de caractériser l'accroissement annuel de la forêt par type d'essence. Nous nous appuyons ensuite sur une étude menée par *Refora* qui précise les coefficients de stockage de carbone suivants :

- 0,420 tC/m³ pour les feuillus,
- 0,300 tC/m³ pour les résineux,

La séquestration carbone liée à la forêt est ainsi déterminée pour chaque peuplement avec l'équation suivante :

$$\text{Séquestration}_p = \text{Surf}_p \times \Delta_p \times \text{Stock}_p \times \text{facteur}_{CO_2}$$

Où :

- « Séquestration_p » est la séquestration de CO₂ liée au peuplement de forêt, exprimée en tCO₂/an.
- « Surf_p » est la surface du peuplement, exprimée en ha.
- « Δ_p » est l'accroissement annuel surfacique du peuplement, exprimé en m³/ha/an.
- « Stock_p » est le taux de stockage carbone du peuplement, exprimé en tC/m³.
- « facteur_{CO₂} » est le facteur de conversion entre l'équivalent C et l'équivalent CO₂, sans unité, qui vaut 3.67.

B. Identification des surfaces et calcul de séquestration

Les forêts et espaces boisés se trouvent principalement en fusion avec le tissu urbain du centre du territoire, et au nord avec la forêt de Montmorency. Ils représentent une superficie d'environ 41 260 ha, soit 15.5% de la superficie du territoire (1 345 ha). A cet espace déjà existant s'ajoutera à terme la future forêt du Grand Paris, un projet de reconversion des terres agricoles de la plaine de Pierrelaye.

Les surfaces forestières considérées pour le calcul de la séquestration de CO₂ liée à la forêt sont regroupées en 3 catégories en raison des coefficients connus de stockage de carbone par type d'essence : forêt à essence principale en feuillu, forêt à essence principale en conifère et forêt mixte. Les forêts détectées sont uniquement à majorité de feuillus. La séquestration annuelle est calculée via l'augmentation de la biomasse des forêt (Δ_p) qui est de 4.9 m³/ha/an en Ile-de-France.

Le calcul de l'absorption de CO₂ par les forêts de feuillus est présenté par le tableau suivant. Au total, la séquestration nette liée à la forêt est évaluée à environ 10 159 t CO₂/an.

Séquestration	Coefficient de stockage de carbone (tC/m ³)	Stockage surfacique carbone (tC/ha/an)	Stockage surfacique CO ₂ (tCO ₂ /ha/an)	Surface (Ha)	Stockage CO ₂ (tCO ₂ /an)
Forêt de feuillus	0,420	2,06	7,55	1 345	10 159

TABLEAU 2 : CALCUL DE LA SEQUESTRATION NETTE LIEE A LA FORET

IV. Séquestration carbone liée à l'agriculture et aux espaces semi-naturels

A. Méthodologie

La première étape de l'évaluation de la séquestration nette liée à l'agriculture et aux espaces semi-naturels consiste à identifier les surfaces de ces territoires. Les surfaces concernées sont identifiées grâce à la base de données de mode d'occupation des sols de l'IAU datant de 2017. Notre méthodologie s'appuie sur l'évaluation du stockage carbone de 2 classes : terres arables et espaces semi-naturels. Nous considérons ensuite les taux de stockage de carbone suivants :

- **0,3 t de carbone/ha/an pour les terres arables**, issu de la référence de séquestration nette observée sur des Techniques Culturelles Simplifiées et présentée dans le *rapport INRA 2009* portant sur la Séquestration du carbone en agriculture.
- **0,5 t de carbone/ha/an pour les prairies, auxquels les espaces semi-naturels sont assimilés**, issu des chiffres de la *chambre d'agriculture du Rhône* et utilisé dans le rapport méthodologique de l'OREGES datant de 2016.

La séquestration carbone liée à ces espaces est ainsi déterminée pour chaque classe avec l'équation suivante :

$$\text{Séquestration}_c = \text{Surf}_c \times \text{Stock}_c \times \text{facteur}_{CO_2}$$

Où :

- « Séquestration_c » est la séquestration carbone, exprimée en tCO₂/an.
- « Surf_c » est la surface de la classe, exprimée en Ha.
- « Stock_c » est le taux de stockage carbone de la classe, exprimé en tC/Ha/an.
- « facteur_{CO₂} » est le facteur de conversion entre l'équivalent C et l'équivalent CO₂, sans unité.

L'évaluation de la séquestration de carbone totale est ensuite calculée en sommant la séquestration liée aux classes « terre arable » et « semi-naturel ».

B. Identification des surfaces et calcul de séquestration

Les terres arables et semi-naturelles du territoire sont réparties sur 1536 ha, soit environ 17.7% du territoire.

Le résultat du calcul de l'absorption brute de CO₂ par l'agriculture est présenté par le tableau suivant. Toutes les surfaces agricoles sont considérées comme des terres arables. Au total, **la séquestration nette liée à l'agriculture et aux espaces semi-naturels est évaluée à environ 1 927 tCO₂/an.**

facteur_{CO2}



Séquestration	Stockage surfacique net carbone (tC/ha/an)	Stockage surfacique net CO ₂ (tCO ₂ /ha/an)	Surface (ha)	Stockage CO ₂ (tCO ₂ /an)
Terres arables	0.30	1.10	1210	1 332
Espaces semi-naturels	0.50	1.84	324	595
Total	/	/	1534	1 927

TABLEAU 3 : CALCUL DE LA SEQUESTRATION NETTE LIEE A L'AGRICULTURE ET AUX ESPACES SEMI-NATURELS

V. Impact du changement d'affectation des terres

A. Méthodologie

Pour identifier les changements d'affectation des terres, nous nous appuyons sur la base de données fournie par la communauté d'agglomération de Val Parisis sur l'occupation des sols en 1999, 2012 et 2017.

B. Surfaces et séquestration carbone associée

Il est important de préciser que la conversion d'une prairie ou d'une forêt en culture ou en zone urbaine engendre, en plus de la réduction du potentiel de séquestration de carbone, un déstockage de carbone important. En effet, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) affirme dans son mémento aux décideurs que les stocks de carbone sont bien plus grands dans le sol que dans la végétation. Ainsi, tout changement d'affectation d'un sol peut fortement modifier ses capacités de puits carbone et d'émissions de carbone, comme cela est constaté sur le territoire avec la grande quantité de CO₂ libéré par le changement entre un espace artificialisé perméable et un imperméable. À titre d'exemple, toujours selon le GIEC, des quantités considérables de carbone ont été libérées au XX^{ème} siècle par les sols en raison du déboisement. Par le labourage, la décomposition de la matière organique des sols est accélérée en produisant du gaz carbonique atmosphérique (relargage). En contrepartie, l'activité bactériologique et racinaire du sol, ainsi que les apports agronomiques de matière organique (épandage), permettent de reconstituer progressivement le stock de matière organique stable des sols. Ces effets sont estimés ci-dessous pour le territoire de Val Parisis.

L'artificialisation des terres concerne environ 330 hectares entre 1999 et 2017, ce qui correspond à environ à 3.8% de la superficie du territoire. Ces changements sont catégorisés selon la classe de l'espace artificialisé en Figure 5. Il apparaît que les espaces agricoles ont été les espaces les plus

artificialisés dans les dernières années, avec 156 hectares entre 1999 et 2008 puis 90 hectares depuis 2008.

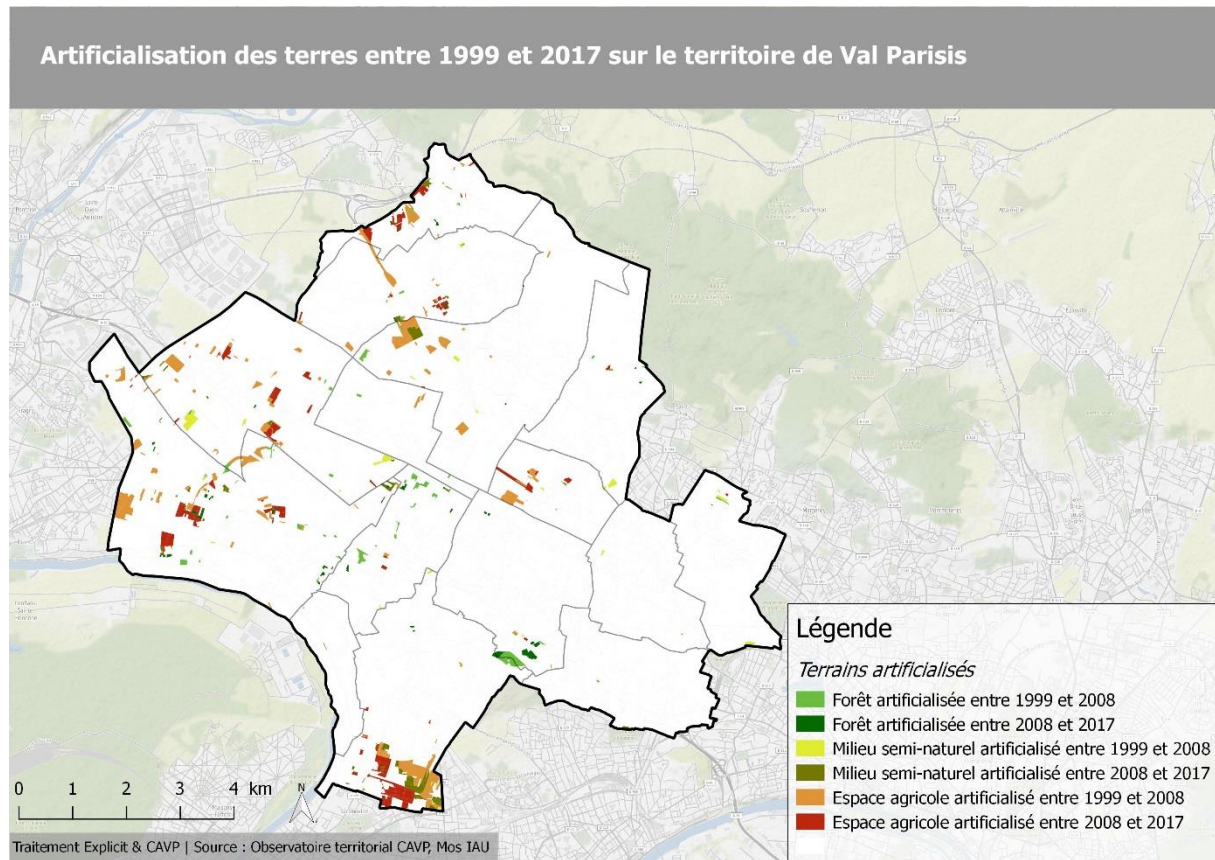


FIGURE 5 : EVOLUTION DE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS (SOURCE MOS IAU, CAVP)

Pour étudier l'impact carbone des changements d'affectation des sols, il convient de prendre en compte ces terrains artificialisés mais également de faire un bilan général des affectations pour utiliser les coefficients d'émission édités par l'ADEME, présentés ci-dessous :

Changement d'affectation des sols	Coefficients d'émission (tCO ₂ /ha)
Forêt → terre arable	263,5
Forêt → surface artificialisée perméable	556,5
Forêt → surface artificialisée imperméable	410,5
Terre arable → surface artificialisée perméable	147
Terre arable → surface artificialisée imperméable	293
Prairie (semi-naturel) → terre arable	110

TABLEAU 4 : EMISSIONS ENGENDREES PAR LE CHANGEMENT D'AFFECTION DES SOLS

Grâce à la base de données d'occupation des sols, les espaces concernés par les changements (dans les deux sens) ont été comptabilisés entre 1999 et 2017. Cela représente un total de 665 hectares, dont le bilan est explicité dans le Tableau 5.

Transfert	Aire (ha)	CO ₂ émis (tCO ₂)
Espaces agricoles → Espaces semi-naturels	159,3	-17 523
Espaces artificialisés perméables → Espaces semi-naturels	13,98	-3595
Forêt → Espaces agricoles	0,467	123
Forêt → Espaces semi-naturels	1,75	268
Forêt → Espaces artificialisés perméables	8,15	3 344
Espaces semi-naturels → Espaces art imperméables	11,1	4 477
Espaces agricoles → Espaces art perméables	70,3	10 332
Forêts → Espaces artificialisés imperméables	26,1	14 539
Espaces artificialisés perméables → Espaces artificialisés imperméables	197,9	28 888
Espaces agricoles → Espaces art imperméables	175,9	51 539
Total	664,9	92 393

TABEAU 5 : CALCUL DE LA PERTE NETTE DE SEQUESTRATION LIE AU CHANGEMENT DES SOLS

L'extension urbaine au détriment des espaces naturels et agricoles a un impact direct négatif sur le potentiel de séquestration nette de carbone. Pour rappel, la végétation joue un rôle important de consommation de CO₂ atmosphérique lors de son processus de développement photosynthétique. Les changements d'affectation des terres forestières, agricoles et semi-naturelles au profit de zones urbaines bâties concernent environ 292 hectares entre 1999 et 2017. Le taux annuel de croissance urbaine est donc de 16 ha/an, qui a été comparé par l'observatoire territorial de la CAVP aux autres territoires dans lequel Val Parisis est en relation (niveau départemental, régional...). Il en ressort que le taux de croissance urbaine n'est comparativement pas excessif.

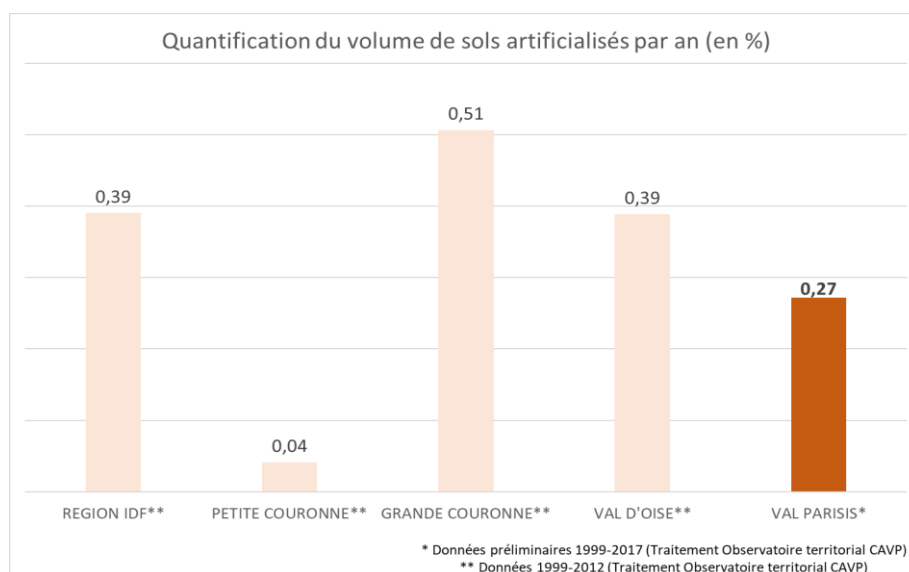


FIGURE 6 : ARTIFICIALISATION ANNUELLE DES SOLS DE VAL PARISIS ET DES PERIMETRES VOISINS (SOURCE : PRE-DIAGNOSTIC PCAET VAL PARISIS)

Cependant, le potentiel de séquestration carbone perdu par un changement d'affectation des sols défavorable par an en moyenne depuis 1999 est de plus de 5 133 tCO₂/an.

VI. Séquestration carbone des espaces verts urbains

Le découpage satellite du mode d'occupation des sols de l'IAU identifie de nombreuses zones ouvertes artificialisées (9% du territoire, soit 811 ha), regroupant les jardins, parcs, terrains de sport en plein air, terrains vacant, etc... Ces territoires sont répertoriés comme des espaces artificialisés perméables. Les pelouses entretenues sur ces espaces stockent² du dioxyde de carbone à hauteur de 0,716 tCO₂/ha/an.

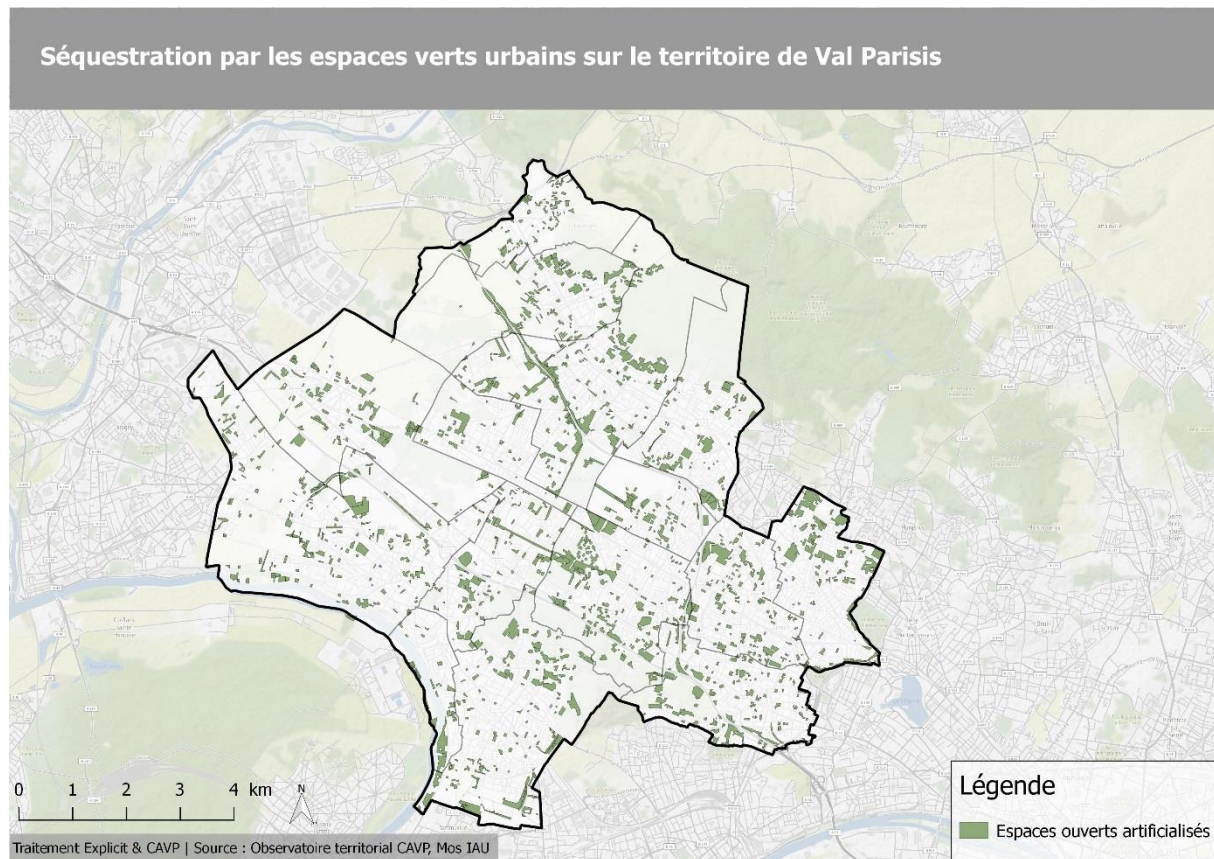


FIGURE 7 : DISTRIBUTION DES ESPACES VERTS URBAINS SUR LE TERRITOIRE DE VAL PARISIS (SOURCE MOS IAU, CAVP)

En tenant compte du découpage de 811 hectares, la **séquestration nette liée aux espaces verts urbains compte pour 581 tCO₂/an.**

VII. Déstockage carbone par la consommation de bois-énergie

Il est intéressant de mettre en perspective la séquestration brute de CO₂ du territoire au regard du déstockage carbone engendré par la consommation locale de biomasse par l'usage énergétique. Cette section présente ainsi l'impact carbone du niveau d'exploitation actuel de la forêt à l'usage bois énergie.

L'Office National des Forêts (ONF) gère une activité de récolte de bois pour un usage énergétique et de manufacture sur le périmètre de la forêt de Montmorency qui représente environ 15 000 m³/an de

² Empreinte carbone de la gestion des gazons durant leurs phases d'entretien : premiers résultats et leviers d'action possibles - Société Française des Gazons & INRA Poitou-Charentes

bois³, dont 6 200 m³/an sont récoltés sur la portion appartenant à Val Parisis⁴. C'est la seule exploitation forestière du territoire, qui est utilisée à 50% en bois œuvre et 50% en bois chauffage.

En considérant que 1m³ de bois frais représente 0,55 t de matière sèche pour les feuillus⁵ ainsi qu'un taux massique de carbone de 50% dans le bois sec⁶, la génération de CO₂ provoquée par la récolte de bois-énergie peut être estimée selon l'équation suivante :

$$\text{Génération}_b = 0.5 \times \text{Conversion}_b \times \text{Récolte}_b \times \text{facteur}_{CO_2}$$

Où :

- « Génération_b » est la séquestration carbone liée à la consommation de bois-énergie, exprimée en tCO₂/an.
- « Conversion_b » est le facteur de conversion t/m³ entre le volume de bois frais et le tonnage de matière sèche (0.55t/m³)
- « Récolte_b » est le volume de bois chauffage récolté, soit 3 100m³/an.
- « facteur_{CO₂} » est le facteur de conversion entre l'équivalent C et l'équivalent CO₂, sans unité.

La consommation de bois-énergie provenant de la forêt domaniale de Montmorency engendre une émission et un défaut de puits carbone de 3 129 tCO₂/an, soit 31% du stockage annuel de CO₂ assuré par le couvert forestier.

VIII. Impact de la substitution énergie et matériaux biosourcés

L'usage de matériaux biosourcés pour la construction (isolation, parement, ossature, etc.) ou la production énergétique (chauffage) est encouragé car il constitue une ressource renouvelable et locale. Les effets de substitution permis par un développement du recours aux produits et aux énergies biosourcés sont valorisés grâce aux ordres de grandeur suivants, données par l'ADEME :

- 1,1 teqCO₂/m³ de produits bois finis pour les effets dits de « substitution matériau » ;
- 0,34 teqCO₂ évitées par m³ de bois énergie brûlé par les ménages (« substitution énergie ») ;

Ainsi, en reprenant les récoltes de bois d'œuvre et bois énergie du territoire, **la substitution matériau et énergie biosourcés permet d'éviter l'émission de 4 464 t CO₂/an.**

IX. Bilan de la séquestration carbone sur le territoire

La séquestration brute de CO₂ liée à l'agriculture, aux forêts et à la nature en ville représente environ 12 667 tCO₂/an, avec la répartition suivante :

- Forêts : 10 159 tCO₂/an,
- Terres arables : 1 332 tCO₂/an,
- Espaces semi-naturels : 595 tCO₂/an
- Espaces verts : 581 tCO₂/an.

³ Pré-diagnostic PCAET, Val Parisis

⁴ Calculé au prorata de la surface de la forêt sur le territoire de Val Parisis

⁵ Inventaire forestier national

⁶ Institut technologique FCBA

Sur le territoire, la séquestration brute de carbone est donc principalement assurée grâce aux forêts.

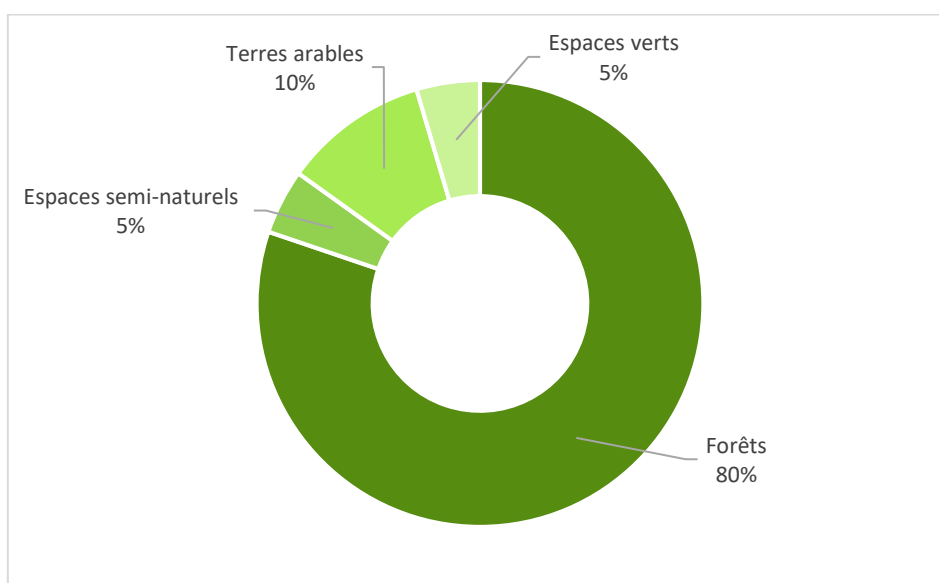


FIGURE 8 : SEQUESTRATION BRUTE ANNUELLE DE CO₂

Le déstockage de carbone engendré par la combustion locale de bois pour l'usage énergétique est estimé à environ -3 129 tCO₂/an, soit un équivalent de 31% de la capacité actuelle de séquestration annuelle de CO₂ des espaces forestiers. L'exploitation forestière n'est cependant pas un frein à la séquestration car l'utilisation des matériaux de substitution tirés de cette exploitation (bois œuvre et bois énergie) contribue à éviter l'émission de 4 464 tCO₂/an.

Évalués depuis 1999, les changements d'affectation des terres sur le territoire sont en surface modérés par rapport à la moyenne du Val d'Oise mais représentent une perte considérable (-5 133 tCO₂/an) de puits de séquestration comparé à la valeur de séquestration brute. Cependant, l'extension urbaine au détriment de parcelles agricoles et d'espaces forestiers engendre des émissions évaluées à environ 11 100 t CO₂/an.

En conclusion, la séquestration nette de carbone du territoire de Val Paris est évaluée à 8 869 t CO₂/an. Elle représente 1% des émissions totales de gaz à effet de serre du territoire.

Type de séquestration/impact	tCO ₂ /an séquestrées
Forêts	10 159
Espaces semi-naturels	595
Terres arables	1 332
Espaces verts	581
Total séquestration brute	12 667
Déstockage bois-énergie	-3 129
Changement d'affectation des terres	-5 133
Substitution matériaux biosourcés	4 464
Total séquestration nette	8 869

TABLEAU 6 : SEQUESTRATION NETTE ANNUELLE DE CO₂

Recommandations

Plusieurs solutions sont identifiées par l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) et les Conseils économiques et sociaux régionaux (CESER) pour renforcer le stockage du carbone dans les sols et la biomasse :

- ***En ce qui concerne l'usage des sols*** : développer l'agroforesterie en boisant des terres cultivées, convertir en prairies permanentes des terres labourées, allonger la durée des prairies temporaires, planter des haies, enherber les inter-rangs dans les vignes et les vergers. Selon le rapport sur l'agroforesterie rédigé par l'INRA, la gestion des prairies et les terres arables en agroforesterie permettrait de d'accroître significativement le taux de stockage de carbone jusqu'à 2 tC/ha/an (contre 0,3 et 0,5 tC/ha/an considérés dans cette étude). De plus, les arbres en agroforesterie se distinguent par un enracinement plus profond et une croissance plus rapide et donc une production de biomasse annuelle plus importante. **À l'échelle du territoire de Val Parisien, la conversion de l'ensemble des terres arables et des espaces semi naturels en agroforesterie, en considérant un taux de stockage de 1 tC/ha/an, permettrait d'augmenter la séquestration nette totale à environ 14 500 tCO₂/an, soit une augmentation de 34% du carbone total stocké.**
- ***En ce qui concerne les pratiques de productions agricoles*** : proscrire la jachère nue, pratiquer l'engrais vert entre les cultures, privilégier les enfouissements de résidus de culture apportant plus de carbone au sol (céréales) et le non-labour ou le semis sous couverture végétale...⁷. Par ailleurs, le changement d'alimentation des bovins (ex : graines de lin), peut avoir un impact positif sur la réduction des émissions méthanogènes du bétail.
- ***En ce qui concerne la forêt*** : restaurer les forêts dégradées et mettre en œuvre une sylviculture efficace qui raisonne au mieux le choix d'espèces adaptées aux nouvelles conditions climatiques qui privilégie les essences produisant plus de biomasse (bois, feuilles) et qui préserve la fertilité des sols forestiers.

Enfin, pour lutter contre le déstockage de carbone lié aux changements d'affectation des terres, l'INRA a lancé une initiative nationale nommée « 4 pour 1000 » qui propose d'améliorer la teneur en matières organiques et d'encourager la séquestration de carbone dans les sols, à travers la mise en œuvre de pratiques agricoles et forestières. L'objectif de ce programme est d'augmenter chaque année le stock de carbone des sols de 4 pour 1000 dans les 40 premiers centimètres du sol afin de stopper l'augmentation actuelle de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère, à condition d'arrêter également la déforestation. Les 5 pratiques à développer pour la gestion des sols et l'agroécologie sont ainsi présentés :

- Éviter de laisser le sol à nu pour limiter les pertes de carbone,
- Restaurer les cultures, les pâturages et les forêts dégradées,
- Planter arbres et légumineuses qui fixent l'azote atmosphérique dans le sol,
- Nourrir le sol de fumiers et de composts,
- Conserver et collecter l'eau au pied des plantes pour favoriser la croissance végétale.

Remarques et limites

Notre méthodologie d'évaluation de séquestration nette de carbone s'inspire de la méthodologie de l'ADEME. La méthode utilisée présente un certain nombre de limites. Tout d'abord, la limite la plus importante provient du faible nombre de facteurs pris en considération dans les estimations. Plusieurs

⁷ Communication de la CAER L'Agriculture, l'alimentation, la forêt et les sols face au défi du changement climatique – 10 décembre 2015 29/33

autres paramètres peuvent influencer la quantité de carbone stockée par la forêt ou la prairie permanente, comme par exemple :

- Les conditions climatiques : suivant les conditions climatiques de l'année écoulée (ensoleillement, pluviosité, vent), les quantités de carbone stockées ne seront pas les mêmes.
- L'historique et l'état initial des sols : les utilisations antérieures du sol ont une importance dans la capacité d'absorption du CO₂. Par exemple, si un sol servait à la culture et qu'il a été transformé en prairie, il aura la capacité d'absorber annuellement plus de carbone par hectare. A l'inverse, si un sol était une prairie et qu'elle a été transformée en culture, la capacité d'absorption en carbone sera plus faible que précédemment.
- La diversité des essences : certaines essences absorbent plus de carbone que d'autres. La diversité des forêts n'a été que très peu prise en compte, en ne faisant qu'une estimation moyenne de la masse de bois contenue par m³ entre les résineux et les feuillus.
- Une classification trop faible : Plusieurs classes absorbant du CO₂ ont été occultées telles que les espaces verts artificialisés, les milieux à végétation herbacée et clairsemée, les arbres plantés en ville, etc. Elles pourraient être intégrées pour un calcul plus précis, même si leur contribution serait probablement faible.