

7 Séquestration Carbone

7.1 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 (CH₄, CO₂, NO₂ et gaz fluorés). La concentration actuelle de dioxyde de carbone (CO₂) 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 CO₂, gaz de référence. Si le CO₂ 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.

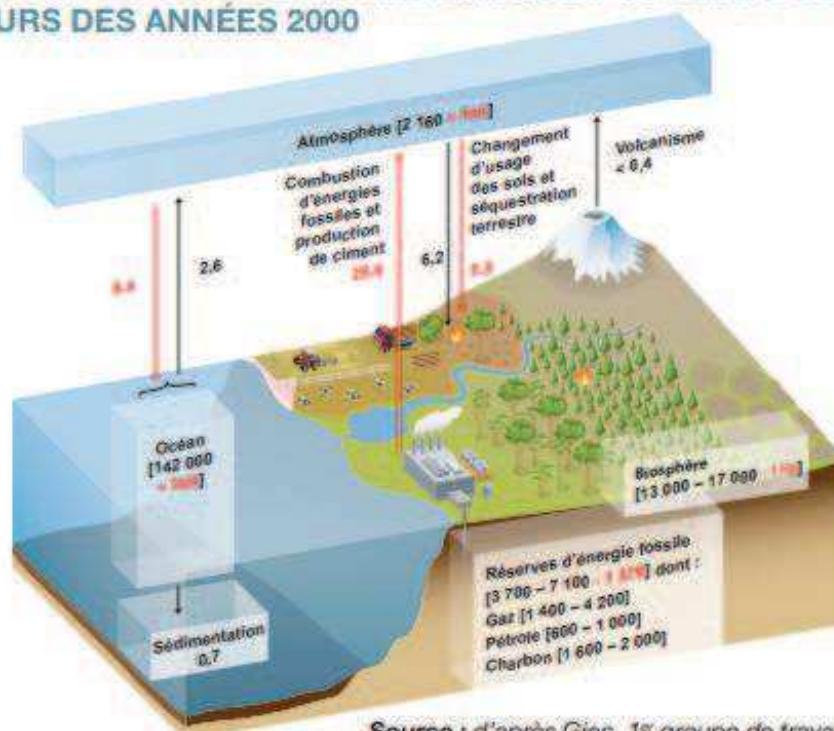
La séquestration de carbone est un mécanisme d'absorption du CO₂ atmosphérique par l'activité biologique au sein des espaces naturels terrestres et aquatiques. Ainsi, par leur capacité de stockage du CO₂, les océans (phytoplancton, calcaire), les sols (matière organique, roches, sédiments) et la biosphère (matière organique issue des êtres vivants dont la forêt, les cultures, etc.) contribuent à diminuer la concentration de CO₂ 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 CO₂ par an, soit près de la moitié des émissions de CO₂ 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.

Dans ce rapport, on parle indifféremment de séquestration de carbone (C) ou de séquestration de CO₂. Dans la pratique, le CO₂ présent dans l'atmosphère est consommé via la photosynthèse, puis stocké sous différentes formes. La quantité de carbone stockée est donc proportionnelle à la quantité de CO₂ qui a été captée dans l'atmosphère (1 tonne de carbone (C) correspond à 3.67 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) captées). Dans ce rapport, nous présenterons tous les résultats en tonnes équivalent CO₂ (téqCO₂), pour faciliter la comparaison avec les émissions de GES du territoire.

Ce diagnostic présente l'estimation de la séquestration actuelle et potentielle de CO₂ du territoire du Muretain Agglo. 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 CO₂. 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 Groupement d'intérêt scientifique Sol (GIS Sol) et le REFORA. L'estimation de la séquestration de carbone intègre :

- Le stock total de carbone dans les sols et dans les forêts (bois sur pieds)
- Le stockage annuel de carbone dans la biosphère.
- Le déstockage annuel de carbone associé aux changements d'affectation des sols.
- 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 75 : ORGANISATION DES PUIXS 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.

7.2 Le rôle et l'occupation des sols

Les sols sont des puits de carbone, réservoirs naturels qui absorbent le carbone de l'atmosphère et donc contribuent à diminuer la concentration de CO₂ atmosphérique. La photosynthèse est le principal moteur de séquestration du CO₂, qui permet l'extraction du carbone terrestre et le stockage dans un puit de carbone. Ce mécanisme naturel régit la croissance des plantes en assurant la synthèse 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.). Les sols sont ainsi le socle du développement des organismes photoautotrophes consommateurs de CO₂ et jouent ainsi un rôle très important dans le cycle du carbone et pour l'équilibre des concentrations atmosphériques.

Le territoire du Muretain Agglo est fortement urbanisé, en particulier au Nord-Ouest du territoire. Il comporte également des zones agricoles, essentiellement des terres vouées aux cultures. Les bois et forêts représentent également 7% du territoire. L'occupation du sol est présentée par la Figure 76.

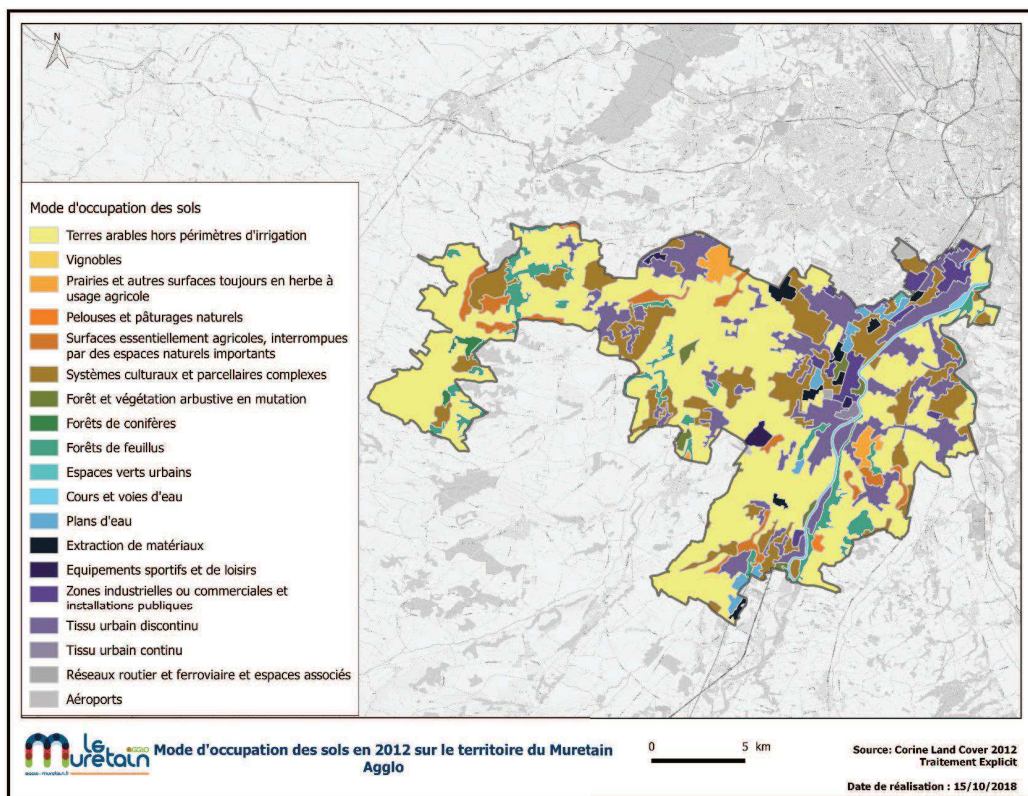


FIGURE 76: REPARTITION DE L'OCCUPATION DES SOLS DU MURETAIN AGGLO.

Afin de déterminer la séquestration brute de CO₂ par les zones végétales, il convient de distinguer les sols agricoles et la forêt (sols et bois sur pieds) car ces classes ont des activités biologiques différentes et ainsi un potentiel de séquestration surfacique de carbone spécifique. Les impacts des changements d'affectation des terres et de la substitution des matériaux et énergies biosourcés sont aussi présentés.

7.3 Evaluation du stock total de carbone dans la forêt et dans les sols

Une grande quantité de carbone est actuellement stockée dans les espaces naturels : il est présent dans les sols, en particulier dans les trente premiers centimètres. La quantité de carbone présente dépend beaucoup du type d'activité : agriculture, forêt, surface artificialisée, etc. Le carbone est aussi stocké directement dans le bois des arbres en forêt.

7.3.1 Stock sur pieds dans les forêts du territoire

En partant des données de *Corine Land Cover* pour l'année 2012 et des données de production à l'échelle régionale de l'IGN, nous sommes en mesure d'évaluer la production annuelle de bois (liée à la croissance des arbres, mais aussi le stock de bois sur pieds, par type d'essence présentes dans les forêts (feuillus, résineux, mixte).

Les espaces forestiers du territoire couvrent **2 163 ha**, soit environ **7%** de la surface du Muretain Agglo. La Figure 77 représente les forêts du territoire.

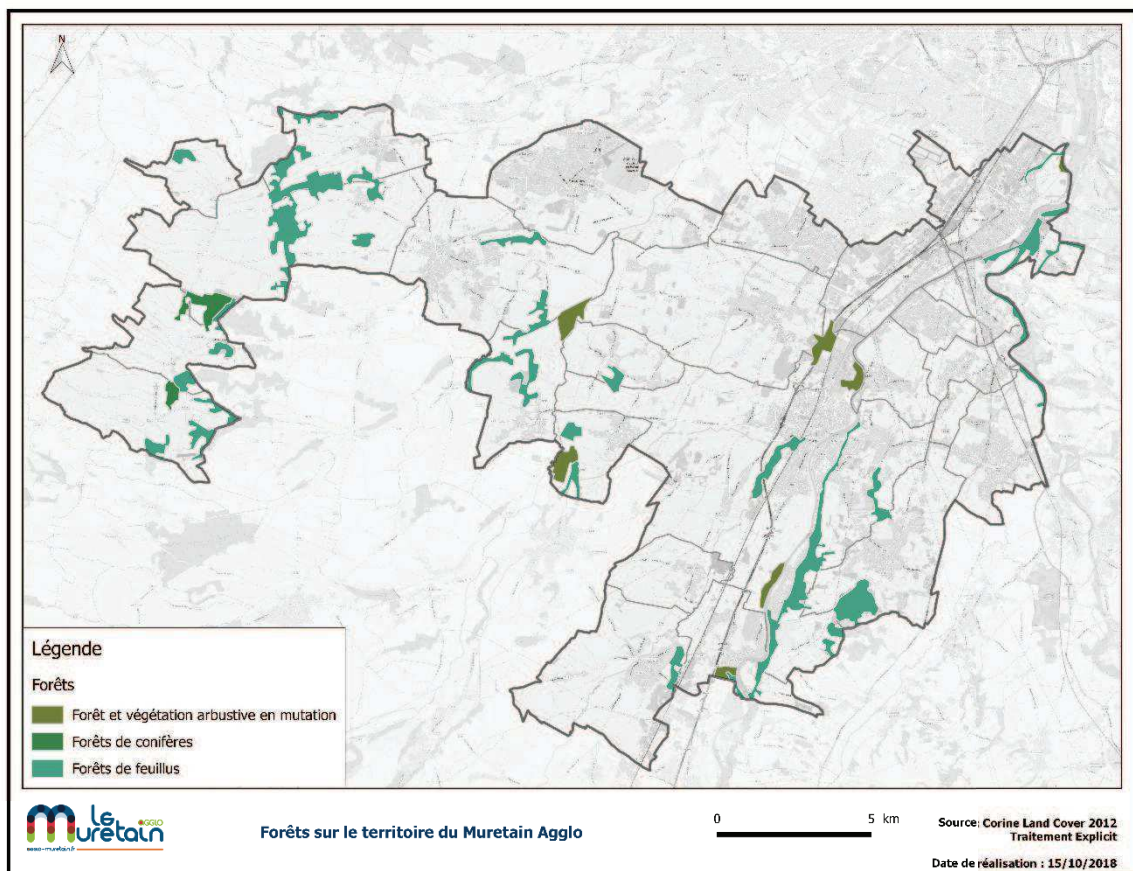


FIGURE 77: INVENTAIRE DE L'ESPACE FORESTIER DU MURETAIN AGGLO

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. Nous considérons la végétation sclérophylle et la végétation arbustive en mutation dans la classe « forêt mixte ».

La répartition surfacique des forêts est présentée par le graphique de la Figure 78.

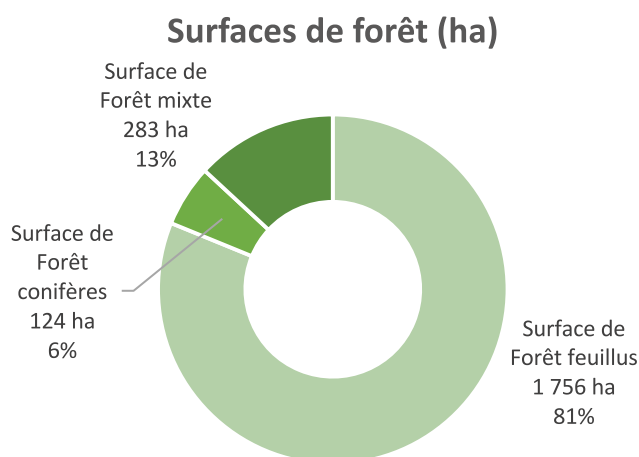


FIGURE 78: REPARTITION DU TYPE DE FORET PRESENT SUR LE MURETAIN AGGLO

Le territoire du Muretain Agglo compte ainsi **2 163 ha** de forêts, qui représentent un stock de bois de 298 000 m³. Cela représente un stock de **446 000 tCO₂**.

TABLEAU 24 : STOCK TOTAL DANS LE BOIS SUR PIEDS (SOURCE : EXPLICIT, IGN, CLC 2012)

Séquestration	Coefficient de stockage de carbone (tC/m ³)	Stock estimé par hectare (m ³ /ha)	Surface (Ha)	Stock total (m ³)	Stockage CO ₂ (tCO ₂ /an)
Forêt feuillus	0.42	142	1756	248 000	383 000
Forêt conifères	0.3	114	124	14 000	16 000
Forêt mixte	0.36	126	283	36 000	47 000
Total			2163	298 000	446 000

7.3.2 Stock de carbone dans les sols du territoire

Le carbone peut également être stocké dans les sols, et en particulier dans les 30 centimètres les plus proches de la surface. La teneur en carbone des sols varie énormément en fonction de l'activité en surface : les forêts ont un sol très riche en carbone, les prairies ont une teneur plus faible, mais intéressante. Les surfaces agricoles ont une teneur en carbone plus faible que les prairies, mais pouvant varier selon le type de sol, et surtout le type d'agriculture pratiquée. Le non-labour, le maintien d'un couvert végétal permanent, sont des techniques permettant d'augmenter la teneur en carbone des sols. Celle-ci varie également d'une région à l'autre, en fonction de la composition du sol, de l'humidité, et du climat.

Ces différences entre les capacités de stockage des sols en fonction de l'activité ont un impact important lors des changements d'affectation des sols : ainsi lorsqu'une forêt, qui possède donc une forte capacité de stockage, est transformée en zone artificialisée, qui en possède une très faible, une grande quantité de carbone est émise dans l'atmosphère (cf. partie 7.5).

Pour estimer la quantité de carbone présente dans les sols du territoire, nous avons utilisé les données fournies par le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol (Gis Sol), qui fournit par région et par type d'activité les teneurs en carbone des sols. Avec les données de Corine Land Cover pour l'année 2012 (dernière année disponible), nous avons pu reconstituer la teneur en carbone des différents sols du territoire.

Le stock de carbone dans les sols s'élève ainsi à **4 473 000 tCO₂**. La répartition entre les différents terrains est présentée en Figure 79.

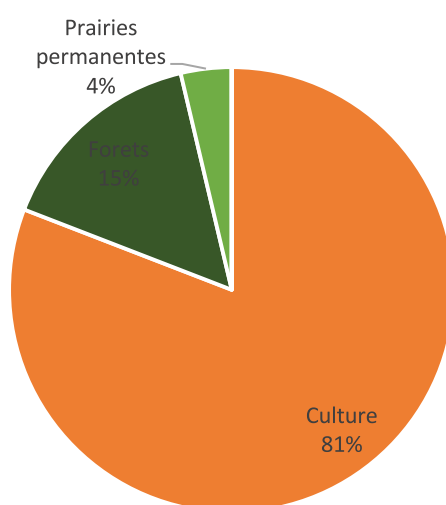


FIGURE 79: REPARTITION DES STOCKS DE CARBONE DANS LES SOLS DU TERRITOIRE (SOURCES: EXPLICIT, GIS Sol, CLC 2012)

7.4 Séquestration annuelle de carbone

Après avoir étudié dans un premier temps le stock de carbone contenu dans les sols et le bois des forêts du territoire, nous avons estimé les flux de carbone, c'est-à-dire l'augmentation (ou parfois la diminution des stocks de carbone vus précédemment).

7.4.1 Séquestration carbone annuelle liée à la forêt

1. Méthodologie

Les surfaces forestières par type d'essence sont identifiées grâce à la base de données de *Corine Land Cover* pour l'année 2012. Une analyse des productions annuelles surfaciques d'arbres issues de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) sur les années 2007 à 2015 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 :

- Δ_p : accroissement annuel surfacique du peuplement
- $Mortalite_p$: mortalité surfacique
- $Prélèvement_p$: volume moyen annuel de bois prélevé
- $Stock_p$: stock de carbone du peuplement
- $facteur_{CO_2}$: facteur de conversion entre l'équivalent C et l'équivalent CO₂

$$Séquestration_p = Surf_p \times (\Delta_p - Mortalite_p - Prélèvement_p) \times Stock_p \times facteur_{CO_2}$$

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.
- « Mortalité_p » est le volume moyen annuel de mortalité surfacique, exprimé en m³/ha/an.
- « Prélèvement_p » est le volume moyen annuel de bois prélevé (pour le bois d'œuvre, bois-énergie, bois de construction), 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.

2. Identification des surfaces et calcul de la séquestration

Le calcul de l'absorption de CO₂ par type d'essence est présenté par le Tableau 25. **Au total, la séquestration nette liée à la forêt est évaluée à 9 300 t CO₂/an.**

TABLEAU 25 : SEQUESTRATION NETTE LIEE AUX FORETS

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 feuillus	0.42	1.22	4.47	1 756	7 800
Forêt conifères	0.3	0.87	3.19	124	400
Forêt mixte	0.36	1.04	3.83	283	1 100
Total				2 163	9 300

7.4.2 Séquestration carbone liée à l'agriculture

1. Méthodologie

La première étape de l'évaluation de la séquestration nette liée à l'agriculture consiste à identifier les surfaces des territoires agricoles. Les surfaces agricoles sont identifiées grâce à la base de données de *Corine Land Cover* pour l'année 2012. Notre méthodologie s'appuie sur l'évaluation du stockage carbone de plusieurs classes. Nous considérons ensuite les taux de stockage de carbone issus du guide méthodologique ClimAgri (ADEME) :

- **0 t de carbone/ha/an pour les terres arables en agriculture conventionnelle (labour, engrais chimique, etc.),**
- **0,2 t de carbone/ha/an pour les terres arables en agriculture de conservation (Techniques Culturelles Simplifiées),**
- **0,5 t de carbone/ha/an pour les prairies,**

La séquestration de carbone est ainsi déterminée pour chaque classe avec l'équation

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

Où :

- « Séquestration_c » est la séquestration carbone liée à la classe de l'espace agricole, exprimée en tC/ha/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_{CO_2} » est le facteur de conversion entre l'équivalent C et l'équivalent CO_2 , sans unité.

L'évaluation de la séquestration de carbone totale liée à l'agriculture est ensuite calculée en sommant la séquestration liée aux classes « terre arable » et « prairie ».

Ainsi, l'agriculture conventionnelle (avec pratique du labour, utilisation d'engrais chimiques, etc.) ne permet pas de stocker du carbone : le stock contenu dans ses sols n'augmente pas.

2. Identification et calcul de de séquestration

Les terres agricoles (parcelles cultivées, dont vignoble et prairies) du territoire sont réparties sur **22 660 ha**, ce qui représente environ **71 %** de la superficie du Muretain Agglo (*Source : Corine Land Cover 2012*).

La Figure 80 représente la répartition des zones de séquestration liées à l'agriculture, et la Figure 81 la répartition de ces terrains agricoles.

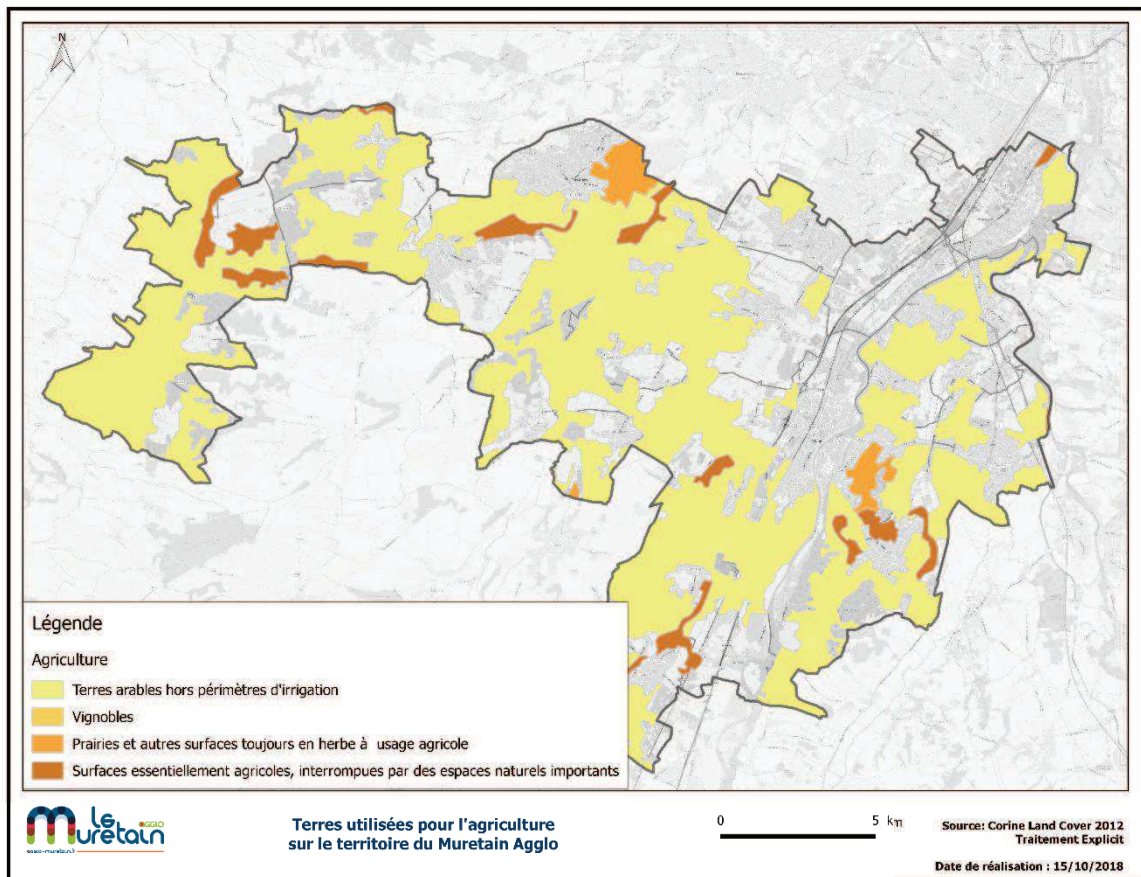


FIGURE 80: INVENTAIRE DES TERRAINS AGRICOLES DU MURETAIN AGGLO

Répartition des terres agricoles

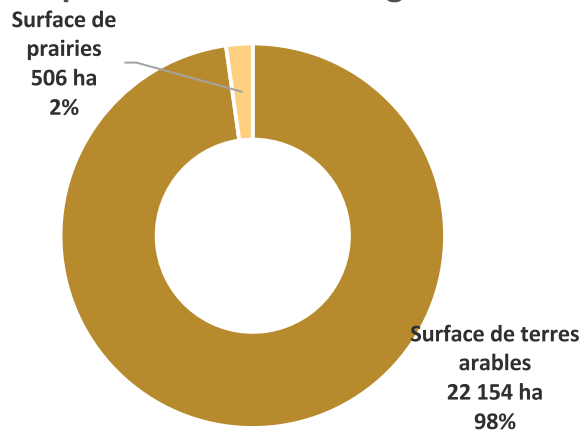


FIGURE 81: REPARTITION DES SURFACES AGRICOLES EN HECTARE PAR TYPE (SOURCE CORINE LAND COVER 2012)

Parmi les terres arables, nous considérons que 35% sont en agriculture de conservation, au regard des moyennes nationales (Sources : ADEME - Des techniques culturales simplifiées pour protéger le sol et économiser l'énergie / d'après Pellerin et al. (2013)), soit 7750 ha.

Le résultat du calcul de l'absorption brute de CO₂ par l'agriculture est présenté par le Tableau 26. Toutes les surfaces agricoles sont considérées comme des terres arables. Au total, **la séquestration nette liée à l'agriculture est évaluée à 6 600 t CO₂/an.**

TABLEAU 26 : SEQUESTRATION EN DIOXYDE DE CARBONE DES ESPACES AGRICOLES

	Stockage surfacique net carbone (tC/ha/an)	Stockage surfacique CO ₂ (tCO ₂ /ha/an)	Surface (Ha)	Stockage CO ₂ (tCO ₂ /an)
Terres arables en agriculture de conservation	0.2	0.73	7750	5 700
Prairies	0.5	1.83	506	900
Total			22 660	6 600

7.4.3 Séquestration carbone de la nature en ville

La méthode de calcul est similaire à celle utilisée pour le calcul de la séquestration de l'agriculture.

Les espaces naturels en ville représentent **29 ha**, ce qui représente environ 0.1 % de la superficie du Muretain Agglo (Source : Corine Land Cover 2012).

Au total, la **séquestration nette dans les espaces verts est évaluée à 68 t CO₂/an**.

7.5 Impact du changement d'affectation des terres

7.5.1 Méthodologie

Pour identifier les changements d'affectation des terres, nous nous appuyons sur la base de données *Corine Land Cover* sur les années 1990, 2000, 2006 et 2012.

7.5.2 Surfaces et séquestration carbone associée

Les changements d'affectation des terres concernent environ **1 775 hectares** entre 1990 et 2012, ce qui correspond à environ à **5,5%** de la superficie du territoire. Ces changements sont répartis selon la chronologie suivante :

- 996 hectares entre 1990 et 2000,
- 510 hectares entre 2000 et 2006,
- 268 hectares entre 2006 et 2012.

Les changements de forêts à forêts ou bien terre arable à terre arable sont naturels et représentent respectivement 157 hectares et 163 hectares.

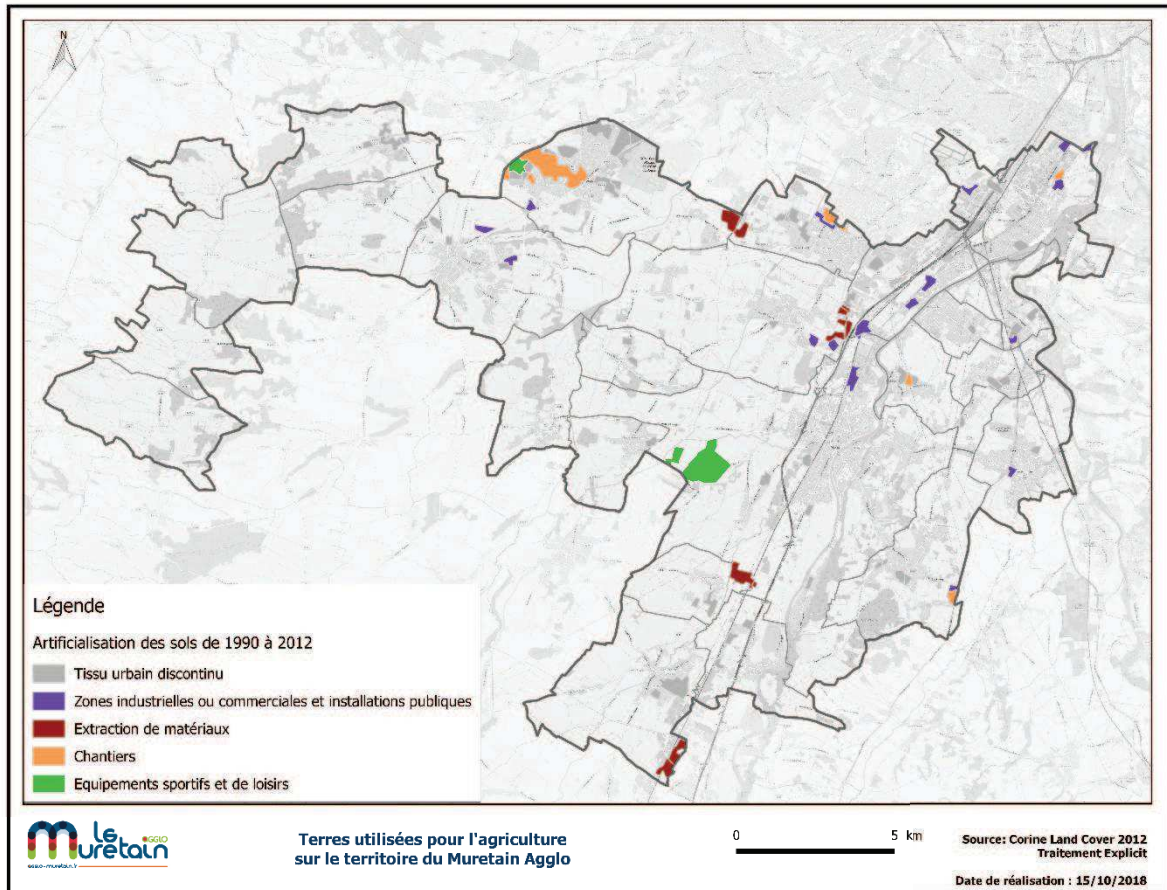


FIGURE 82: ARTIFICIALISATION DES SOLS DU MURETAIN AGGLO ENTRE 1990 ET 2012

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. À titre d'exemple, toujours selon le GIEC, des quantités considérables de carbone ont été libérées au XXème 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.

Au total, ces changements d'occupation des sols ont engendré 9 300 tCO₂/an.

TABLEAU 27: EMISSION ENGENDREES PAR LE CHANGEMENT D'AFFECTATION DES SOLS

	Coefficients d'émission (tCO ₂ /ha)	Moyenne annuelle de Surface changeant d'affectation (Ha)	Émissions (t CO ₂ /an)
Terre agricole -> Surface artificialisée perméable	293	12.1	3 500
Terre agricole -> Surface artificialisée imperméable	147	22.8	3 400
Prairies -> Surface artificialisée perméable	257	10.1	2 600
Terres arables->Forêt	-263.5	0.9	-200
Total			9 300

7.6 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. Il est aussi important de veiller à ce que cette ressource soit prélevée localement afin de minimiser les conséquences dues au transport et de pouvoir développer l'économie locale (problématique de matériaux de type bois importés depuis les pays scandinaves par exemple). 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 ») ;
- 265,4 teqCO₂ évitées / GWh de chaleur produite, dans les secteurs industriels, collectifs et tertiaires (« substitution énergie ») ;
- 403,2 teqCO₂ évitées / GWh d'électricité fournie au réseau à partir de biomasse solide (« substitution énergie »).

Ainsi, en considérant les récoltes de bois d'œuvre et bois énergie du territoire estimées à partir des données d'exploitation à l'échelle régionale, **la substitution matériau et énergie biosourcés permet d'éviter l'émission de 1 600 t CO₂/an**. Cette substitution se répartit de la façon suivante :

TABLEAU 28: TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFETS DE SUBSTITUTION MATERIAUX ET ENERGIES BIOSOURCES

	Émissions évitées (t CO ₂ /an)
Substitution matériau	1 100
Substitution énergie	500
Total substitution	1 600

7.7 Bilan de la séquestration carbone sur le territoire

Le stock total de carbone dans les sols et sur pieds s'élève à 4 919 000 t CO₂, réparti entre :

- le carbone stocké dans les arbres : 446 000 t CO₂
- le carbone stocké dans les sols : 4 473 000 t CO₂

Stock de carbone dans les sols et forêts (tCO₂)

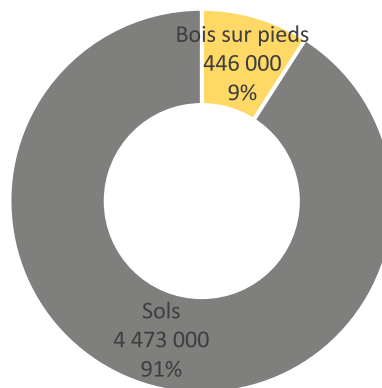


FIGURE 83: STOCK TOTAL DE CARBONE DANS LES SOLS (TEQCO₂)

Concernant les flux, la séquestration annuelle brute de CO₂ liée à l'agriculture, espaces verts et aux forêts représente environ 16 200 t CO₂ / an, avec la répartition suivante :

- Forêt : 9 400 t CO₂ / an,
- Agriculture : 6 700 t CO₂ / an,
- Espaces verts : 100 t CO₂ / an.

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

Séquestration brute de CO₂ (tCO₂/an)

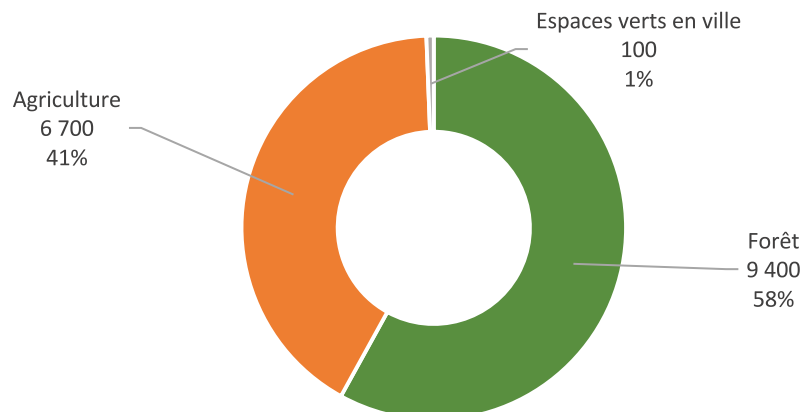


FIGURE 84: SEQUESTRATION BRUTE ANNUELLE DE CO₂

Lors des 3 dernières décennies, les changements d'affectation des terres ont concerné principalement des changements de prairies et terres arables en surface artificialisées. On estime à 9 300 t CO₂ / an les émissions liées à ces changements de sols.

L'usage de matériaux et d'énergies biosourcés a un impact positif sur le cycle carbone global du territoire. Les effets de substitution des matériaux à forte énergie grise et des énergies fossiles sont ainsi évalués à 1 600 tonnes de CO₂ évitées par an.

En conclusion, la séquestration nette de carbone du territoire du Muretain Agglo est évaluée à 6 900 t CO₂ / an. Cela représente 2% des émissions de GES du territoire.

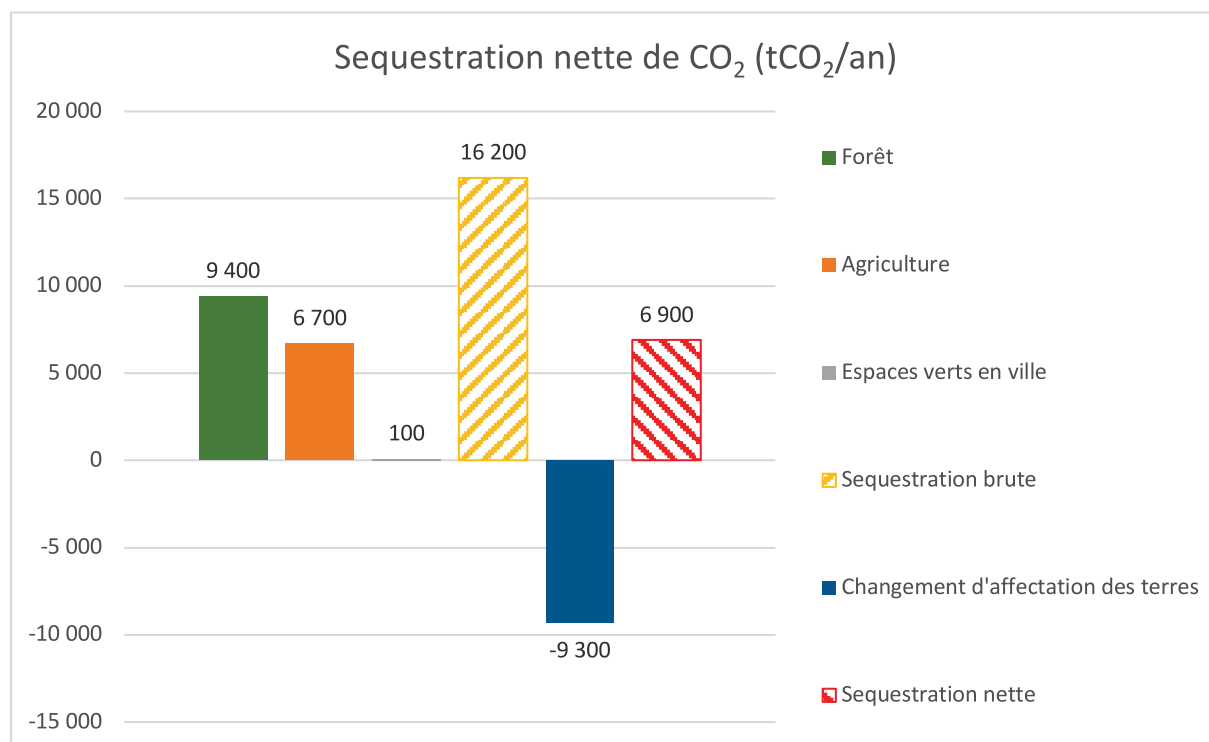


FIGURE 85 : SEQUESTRATION ANNUELLE NETTE DE CO₂

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 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, pluviométrie, 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, bien que leur contribution serait probablement faible.

7.8 Potentiel de stockage supplémentaire et 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, implanter 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 d'accroître significativement le taux de stockage de carbone jusqu'à 1,35 tC/ha/an. 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 du Muretain Agglo, la conversion de 15% de surface en agroforesterie et 75% de surface en agriculture de conservation permettrait la séquestration nette totale d'environ 29 900 t CO₂/an, et ferait ainsi passer le taux de séquestration, rapport entre les émissions et les stockage sur le territoire, de 2% à 7%.**

Cela permettrait d'atteindre l'objectif d'augmentation du carbone dans les sols de « 4 pour mille », fixé lors de la COP21, et qui permettrait à court terme de compenser les émissions annuelles de GES de la France, à l'échelle nationale. En effet, cet objectif correspond à un stockage supplémentaire de à **14 500 t CO₂/an**.

- 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...²⁶. 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 induise 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

²⁶ Communication de la CAER L'Agriculture, l'alimentation, la forêt et les sols face au défi du changement climatique – 10 décembre 2015 29/33

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 des arbres et des 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.

Cadre de dépôt

		Stock de dioxyde de carbone en kTeqCO ₂	Séquestration nette annuelle de dioxyde de carbone en kTeqCO ₂	Année
Forêt	Estimation	1140	9,3	2012
	Possibilité de développement	-	-	2012
Terres cultivées et prairies	Estimation	3780	6,7	2012
	Possibilité de développement	-	29,9	2012
Autres sols	Estimation	0	-9,2	2012
	Possibilité de développement	-	-	2012