

Plan Climat Air Énergie Territorial Stockage de CO₂ et potentiel de développement

Janvier 2019

Livre 1 – Diagnostics	
Emissions de GES et consommations d'énergie	
Production d'ENR et potentiel	
Réseaux d'énergie	
Stockage de CO ₂	X
Qualité de l'air	
Adaptation au changement climatique	
État initial de l'environnement	
Livre 2 – Stratégie	
Livre 3 – Programme d'actions	
Livre 4 – Evaluation environnementale stratégique	



Entre Béton Et Nuages



Sommaire

Sommaire	2
Objectif	3
Méthodologie utilisée	3
Elements de cadrage	3
Les facteurs de stockage utilisés	5
Les données d'occupation du sol utilisées	6
Données de restitution / Résultats	7
Les stocks de carbone	7
Changement d'affectation des sols	8
Etude de potentiel	9
Arrêt de la consommation d'espaces agricoles et naturels (changement d'affectation des sols agricoles pour de l'artificialisation).....	9
La séquestration de carbone dans l'agriculture.....	10
La séquestration de carbone par la construction bas carbone.....	11
Synthèse du potentiel maximal	12
Conclusions et recommandations	13

Objectif

Le décret d'application de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, paru en 2016 indique que les PCAET doivent intégrer : « Une estimation de la séquestration nette de dioxyde de carbone (CO₂) et de ses possibilités de développement, identifiant au moins les sols agricoles et la forêt, en tenant compte des changements d'affectation des terres ; les potentiels de production et d'utilisation additionnelles de biomasse à usages autres qu'alimentaires sont également estimés, afin que puissent être valorisés les bénéfices potentiels en termes d'émissions de gaz à effet de serre, ceci en tenant compte des effets de séquestration et de substitution à des produits dont le cycle de vie est davantage émetteur de tels gaz. ».

En effet, les espaces naturels, agricoles et forestiers stockent du carbone de manière durable dans les sols et dans la végétation (essentiellement pour les forêts concernant ce dernier point).

Dès lors, identifier la quantité de carbone stocké dans ces différents espaces, permet d'estimer :

- L'impact du changement d'affectation des sols en termes d'émission de gaz à effet de serre,
- Le potentiel d'augmentation de stockage de carbone sur le territoire, comme nouvelle piste de réduction des émissions.

En effet, une forêt en croissance, une évolution des pratiques agricoles ou l'utilisation de matériaux biosourcés doivent permettre de faire progresser les stocks, alors que la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers viennent augmenter les émissions de carbone d'un territoire.

Méthodologie utilisée

Dans le cadre de cette étude, il s'agit de mener une première estimation afin d'évaluer en ordre de grandeur les enjeux liés à la séquestration de carbone sur le territoire de l'agglomération Grand Auch Cœur de Gascogne. L'exercice a donc essentiellement une portée pédagogique et permet de cerner l'importance des enjeux et d'identifier de nouvelles pistes d'actions.

Dans ce cadre, les données utilisées sont de deux natures :

- Les facteurs de stockage utilisés sont ceux de la base carbone¹, pour le stockage de carbone dans les sols, complétés par un facteur de stockage pour la biomasse forestière.
- Les données d'occupation des sols utilisées sont les données Corine Land Cover.

Elements de cadrage

Sur la base des lignes directrices du GIEC, six grandes catégories d'utilisation des terres sont considérées :

- Les **forêts**, en application des accords de Marrakech (2001) dans le cadre de la Convention Climat, la France retient, pour sa définition de la forêt, les valeurs minimales suivantes :
 - Couverture du sol par les houppiers des essences ligneuses : 10%,
 - Superficie : 0,5 ha,
 - Hauteur des arbres à maturité : 5 m,
 - Largeur : 20 m.
- **Les terres cultivées** (terres cultivées et labourées ainsi que les parcelles en agroforesterie pour lesquelles la définition de forêt ne s'applique pas) ;
- **Les prairies** (zones couvertes d'herbe d'origine naturelle ou qui ont été semées il y a plus de cinq ans (contrairement aux prairies temporaires comptées en terres cultivées) ; la catégorie prairie inclut également les surfaces arborées ou

¹ La Base Carbone est une **base de données publiques de facteurs d'émissions** nécessaires à la réalisation d'exercices de comptabilité carbone. Elle est administrée par l'ADEME, mais sa gouvernance est multiacteur et son enrichissement est ouvert. Elle est la base de données de référence de l'article L229-25 du Code de l'Environnement

recouvertes d'arbustes qui ne correspondent pas à la définition de la forêt et ne rentrent pas dans les catégories culture ou zone artificialisée comme la plupart des haies et des bosquets (surface boisée < 0,5 ha)) ;

- **Les terres humides** (terres recouvertes ou saturées d'eau pendant tout ou une partie de l'année et qui n'entrent pas dans l'une des autres catégories - hormis la catégorie "Autres terres") ;
- **Les zones artificielles** (terres bâties incluant les infrastructures de transport et les zones habitées de toutes tailles, sauf si celles-ci sont comptabilisées dans une autre catégorie. Cette catégorie peut donc inclure des terres enherbées ou boisées si leur utilisation principale n'est ni agricole ni forestière, c'est le cas des jardins, des parcs ou des terrains de sport) ;
- **Les autres terres.**

La base carbone, principale source des facteurs de stockage utilisé (cf. ci-après) s'appuie largement sur ces éléments de définition et utilise les catégories suivantes :

- Les forêts,
- Les cultures,
- Les prairies,
- Les zones imperméabilisées,
- Les zones non imperméabilisées.

Par ailleurs :

- Pour les espaces agricoles, naturels et non artificialisés, seul le carbone des sols est pris en compte, les flux liés à la biomasse étant considérés comme neutres ou marginaux.
- Pour les forêts, sont pris en compte le carbone des sols ainsi que celui contenu dans la biomasse aérienne.
- Concernant les flux de stockages, ceux-ci se produisent lors de la création des espaces. Ainsi, pour une forêt parvenue à maturité, le flux est neutre alors que pendant sa période de croissance il est positif, le temps que les stocks souterrains et aériens se constituent.
- Les forêts sur l'agglomération ne sont globalement pas des forêts en croissance, nous considérons donc que s'il existe un stock de carbone, le flux de stockage annuel est négligeable.

Les facteurs de stockage utilisés

La base carbone propose les facteurs d'émissions suivants, concernant le changement d'affectation des sols :

Changement d'affectation des sols	kg de CO ₂ / ha émis
Culture vers forêt	-1 610
Culture vers sol imperméabilisé	+ 190 000
Culture vers prairie	- 1 800
Culture vers sols non imperméabilisé	0
Forêt vers culture	+ 2 750
Forêt vers sol imperméabilisé	+ 290 000
Forêt vers prairie	+ 370
Prairie vers culture	+950
Prairie vers forêt	- 370
Prairie vers sol imperméabilisé	+ 290 000

Ainsi, lorsqu'un ha de culture est urbanisé, 190 000 kgCO₂ sont émis. A l'inverse, convertir un hectare de culture en forêt permet de stocker 1 610 kgCO₂ supplémentaires.

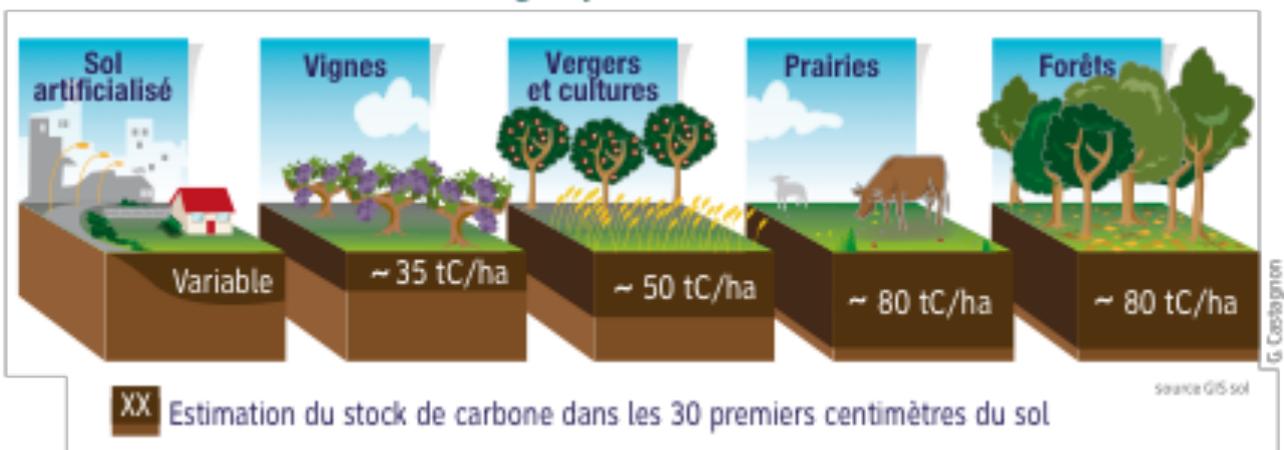
Nous en déduisons que les quantités de carbone stockées dans les sols sont :

- Culture : 190 t CO₂ / ha
- Non imperméabilisé : 190 t CO₂ / ha
- Forêt : 290 t CO₂ / ha
- Prairie : 290 t CO₂ / ha

Ces estimations sont confirmées par la plaquette de l'ADEME (cf. illustration ci-après) sur la capacité de stockage des sols, éditée en 2014 qui propose les facteurs suivants :

- Prairie et forêts 80 t C / ha (soit 293 t CO₂ / ha)
- Sols agricoles 50 t C / ha (soit 183 t CO₂ / ha)

■ Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France



Le stock de matière organique est élevé dans les forêts, les prairies et les pelouses d'altitude mais faible en viticulture, dans les zones méditerranéennes et de cultures. Les stocks sont difficilement quantifiables en zone urbaine, des réserves conséquentes peuvent exister sous les espaces verts. Pour les forêts, le stock de carbone dans la litière n'est pas pris en compte.

Source ADEME : Carbone Organique des sols – 2014

Ces données ne concernent que le stock de carbone dans les sols et non ceux présents dans la biomasse aérienne. Or, si les forêts stockent une partie importante du carbone dans les sols, elles stockent également du carbone dans la biomasse aérienne, ce qui n'est pas le cas de manière significative dans les cultures, prairies et surfaces en herbes (l'essentiel du stock étant prélevé dans le cas des cultures et des prairies).

Une étude menée par REFORA (Réseau Écologique Forestier Rhône-Alpes)² s'appuie sur différentes études, en particulier celle réalisée par Brändli 2010 qui permet d'estimer que la quantité moyenne de carbone stockée par la biomasse dans les forêts françaises est de 75 t C / ha, soit 275 t CO₂ / ha.

Nous utilisons donc les facteurs d'émissions suivants :

Nature du sol	t CO ₂ / ha
Forêt (sols)	290
Forêt (biomasse)	275
Culture	190
Prairie	290
Parcs et jardins	190
Surfaces non artificialisées	190

Les données d'occupation du sol utilisées

Nous notons que les données Corine Land Cover (CLC) sont réalisées à grosses mailles, c'est à dire des unités homogènes d'occupation des sols d'une surface minimale de 25 hectares. Ainsi,

- De petites parcelles agricoles non continues ne sont pas nécessairement comptabilisées,
- Les espaces mités sont comptabilisés en surfaces agricoles.

Il est donc difficile de savoir si les résultats sont surestimés ou non de manière précises. Mais ils donnent une première vision de l'enjeu en ordre de grandeur qui est tout à fait acceptable dans le cadre de la définition d'un PCAET.

² REFORA - Le carbone forestier en mouvements - Éléments de réflexion pour une politique maximisant les atouts du bois – p.8

Données de restitution / Résultats

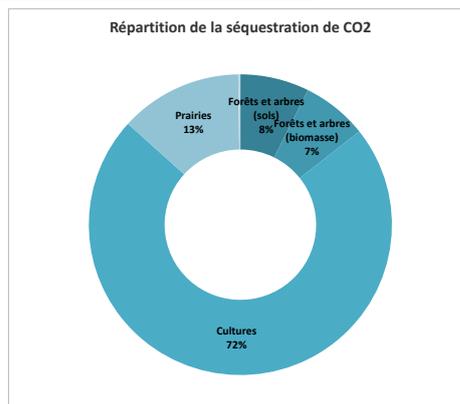
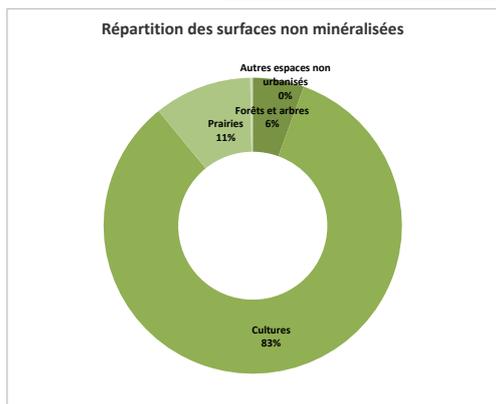
Les stocks de carbone

Données surfaciques utilisées et traitement (données 2012, Corine Land Cover)

Données traitées	ha	% surface	t CO ₂ / ha
Forêts et arbres	3 265	6 %	290 + 275
Cultures	48 955	84 %	190
Prairies	6 219	11 %	290
Autres espaces non urbanisés	160	0%	190

Estimation des tCO₂e stockés

Résultats	t CO ₂ total
Forêts et arbres (sols)	946 982
Forêts et arbres (biomasse)	898 000
Cultures	9 301 403
Prairies	1 679 193
Autres espaces non urbanisés	30 466
Total	12 856 044



Les cultures représentent 83 % des surfaces non minéralisées du territoire et 72 % du stock de carbone sur le territoire, ce qui en fait la principale source de stockage.

Les forêts ne représentent que 6 % des surfaces mais 15 % des stocks de carbone en raison de l'importance du facteur de séquestration lié à la fois au carbone stocké dans les arbres et à celui lié dans le sol et sous-sol.

Le rapport national CITEPA (2014) portant sur un inventaire pour la France indique que la forêt française métropolitaine constitue un important « puits de carbone » : en 2012, l'augmentation de stock de carbone dans les forêts gérées a permis la séquestration de 59 Mt CO₂ ; l'équivalent d'environ 12 % des émissions annuelles de CO₂ du pays. Toute variation de stock de carbone dans la forêt est très importante au regard des inventaires des émissions de GES nationaux ; une variation de 1 % du stock total représente environ 17 % des émissions annuelles.

Pour mémoire, le diagnostic des émissions de gaz à effet de serre pour l'année 2017 est de 350 kt CO₂e (Scopes 1, 2 et 3) et de 200 kt CO₂e (périmètre de travail)

Avec 13 000 kt CO₂ stockés dans ses sols et forêts, le territoire de Grand Auch Cœur de Gascogne stocke donc l'équivalent de 36 ans d'émissions Scopes 1, 2 et 3 ou 67 ans du périmètre de travail.

Changement d'affectation des sols

Les tendances passées

En exploitant les données fournies par Corine Land Cover (CLC), nous avons pu accéder aux surfaces qui ont été artificialisées et naturalisées sur les périodes 2000 - 2006 et 2006 - 2012.

En faisant la balance entre les espaces artificialisés et ceux qui ont été naturalisés, on peut en déduire le solde des surfaces artificialisées.

Surfaces	Solde d'artificialisation (en ha)		
	2000 - 2006	2006 - 2012	Moyenne annuelle 2000-2012
Forêt	0	-4	0
Agricole	+65	-114	-4
Prairie	-40	-14	-5
Autres espaces	0	-2	0
Total	24	-134	-9

D'après l'ADEME, 1 ha de culture artificialisé correspond à une perte annuelle de stockage carbone de l'ordre de 190 t CO₂, alors qu'1 ha de forêt correspond à un stockage annuel de carbone de l'ordre de 565 t CO₂ (290 dans le sol et 275 dans la biomasse).

	Total tCO ₂ e 2000-2012	Moyenne annuelle en tCO ₂ e
Forêt	-2 095	-175
Culture	-9 359	-780
Prairie	-14 743	-1 229
Autres espaces	-355	-30
Total	-26 552	-2 213

Ainsi, l'impact carbone du changement d'affectation des sols peut être estimé à 2 200 t CO₂e / an en moyenne sur la période 2000 - 2012, soit environ 0,6 % du bilan annuel des émissions de GES Scopes 1, 2 et 3 et 1,1 % du bilan sur le périmètre de travail.

Etude de potentiel

Nous consacrerons notre étude à 3 pistes essentielles :

- L'arrêt de la consommation d'espace naturel et agricole
- L'évolution des pratiques agricoles, de manière à renforcer le stockage de carbone dans les sols et sous-sols et ainsi de créer des flux de stockage annuel,
- La construction avec des matériaux biosourcés permettant de stocker durablement le carbone dans les bâtiments.

Arrêt de la consommation d'espaces agricoles et naturels (changement d'affectation des sols agricoles pour de l'artificialisation)

Comme nous venons de le voir, la tendance est à la consommation d'espaces naturels et agricole.

Nous posons donc une hypothèse maximale de développement qui serait l'arrêt de cette consommation d'espace et non le développement des espaces agricoles et forestiers.

Le potentiel maximum de stockage est alors de 2 200 t CO₂e par an. La création de forêt ou le développement de ces espaces permettrait de renforcer encore ce potentiel.

La séquestration de carbone dans l'agriculture

Certaines pratiques agricoles permettent de renforcer les stocks de carbone dans les sols et sous-sols, ou dans la végétation de surface, en créant des flux annuels de carbone.

- **Les données sources**

L'étude « Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?³ » publiée par l'INRA en 2002 fournit des données de référence que nous utiliserons dans nos calculs de potentiels.

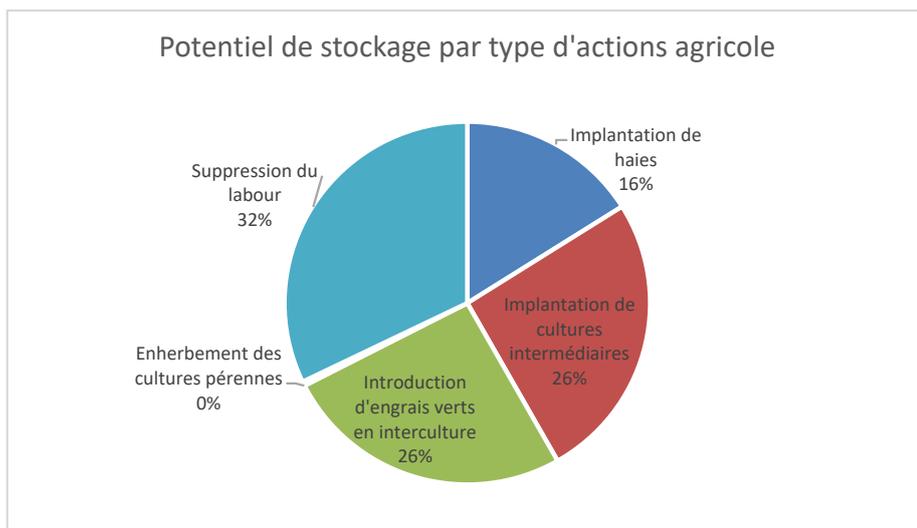
	Flux de stockage additionnel en kg CO ₂ e / ha / an	Marge d'erreur	Commentaires
Implantation de haies	367	±183	Pour 100 m linéaires de haie par hectare
Implantation de cultures intermédiaires	587	±0,08	
Introduction d'engrais verts en interculturel			
Enherbement des cultures pérennes	1 797	±293	L'enherbement permanent des inter-rangs dans les vignes et vergers
Suppression du labour	733	±477	Semis direct et travail superficiel du sol

- **Etude de potentiel maximal**

	kg CO ₂ e / ha.an	Surfaces concernées en ha	Résultat	Périmètre d'application ⁴
Implantation de haies	367	33850	12 411 711	100 % des grandes cultures
Implantation de cultures intermédiaires	587	33850	19 858 737	100 % des grandes cultures
Introduction d'engrais verts en interculturel	587	33850	19 858 737	100 % des grandes cultures
Enherbement des cultures pérennes	1 797	165	296 055	100% des vignes et vergers
Suppression du labour	733	33850	24 823 421	100 % des grandes cultures
Total		kg	77 248 661	
		tonnes	77 249	

³ Arrouays et al., 2002, Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?³ Expertise Scientifique Collective INRA, 334p

⁴ Données de Surfaces Agricoles du Registre Parcellaire Graphique (RPG)



La séquestration de carbone par la construction bas carbone

En utilisant des matériaux biosourcés, il est possible de stocker durablement du carbone dans les bâtiments.

- **Les données sources**

Le label de construction « Bâtiment Bas Carbone » (BBCa) indique que pour 15 kg de matériaux biosourcés, le stock de carbone dans le bâtiment est de 22,5 kg CO₂e. Nous en déduisons que le stock est de 1 500 kg CO₂e pour une tonne de matériaux biosourcés utilisée.

Par ailleurs, le label réglementaire « Bâtiment biosourcé » propose 3 niveaux de performance :

- ✓ Niveau 1 : 18 kg de matériaux biosourcés par m²
- ✓ Niveau 2 : 24 kg de matériaux biosourcés par m²
- ✓ Niveau 3 : 36 kg de matériaux biosourcés par m²

Nous en déduisons que pour utiliser une tonne de matériaux biosourcés et donc stocker 1 500 kg CO₂e, il faut construire soit :

- ✓ 55 m² de niveau 1
- ✓ 41 m² de niveau 2
- ✓ 28 m² de niveau 3

- **Etude de potentiel maximal**

En moyenne sur la période 2014-2016, 32 483 m² de logements ont été construits annuellement sur le territoire de Grand Auch Cœur de Gascogne (Sit@del2, logements commencés).

Si chaque année, la totalité de cette construction annuelle atteignait la performance label Bâtiment Biosourcé Niveau 3 soit 54 kg CO₂e stocké par m², le stockage serait de 1 754 t CO₂e par an.

Synthèse du potentiel maximal

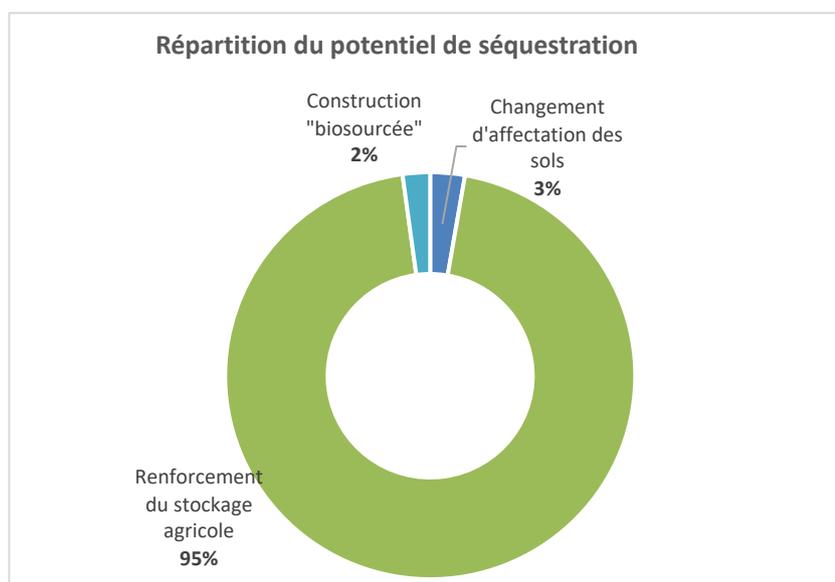
Poste	Potentiel maximal en t CO ₂ e
Changement d'affectation des sols	2 213
Renforcement du stockage agricole	77 249
Construction "biosourcée"	1 754
Total	81 215

Le potentiel maximal représente donc un flux annuel d'environ 81 215 t CO₂e soit :

- 23 % du bilan annuel des émissions de gaz à effet de serre Scopes 1,2 et 3,
- 42 % du bilan annuel des émissions de gaz à effet de serre du périmètre de travail.

Ainsi, même si la mobilisation totale du potentiel maximal semble peu réaliste, il apparaît que développer le stockage de carbone sur le territoire peut être un levier pertinent en matière de lutte contre le changement climatique sur le Grand Auch Cœur de Gascogne.

Sur le territoire du Grand Auch, le potentiel lié à l'évolution des pratiques dans agricoles est le plus significatif.



Conclusions et recommandations

En synthèse, les espaces agricoles, forestiers et naturels ainsi que tous les espaces verts publics et privés de Grand Auch Cœur de Gascogne constituent un réservoir de carbone stockant près de 36 ans d'émissions de gaz à effet de serre du territoire (Scopes 1, 2 et 3).

L'urbanisation de ces espaces entraîne un relargage de carbone dans l'atmosphère qui représente, sur la période 2000 – 2016, une augmentation annuelle des émissions de gaz à effet de serre du territoire de 0,6 %, alors que l'objectif est de les réduire.

Une diversité de pistes de travail peut être étudiée afin de renforcer la séquestration de carbone sur le territoire :

- Réduire la consommation d'espaces liée à l'urbanisation et en tout premier lieu sur les forêts et les prairies.
- Augmenter la teneur en matière organique des sols cultivés qui peut être obtenue généralement en réduisant le travail du sol. Plusieurs techniques laissent entrevoir à l'avenir des potentiels intéressants pour optimiser le stockage de carbone dans les plantes et les sols, comme le semis direct, les techniques de semis « sous couvert », les cultures intermédiaires ou les cultures dérobées, ou encore l'agroforesterie. A ce stade du diagnostic, il est intéressant de penser que réfléchir au type d'agriculture déployé sur le territoire est un axe de travail intéressant pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- Développer la construction bois, et plus généralement bas carbone afin de renforcer la séquestration de carbone dans les bâtiments. La commande publique est un des premiers leviers à activer dans ce domaine.

Le potentiel maximum théorique de séquestration carbone est estimé à 23 % du bilan annuel, ce qui est considérable et fait du renforcement du stock de carbone dans les sols agricoles un enjeu important pour le territoire.