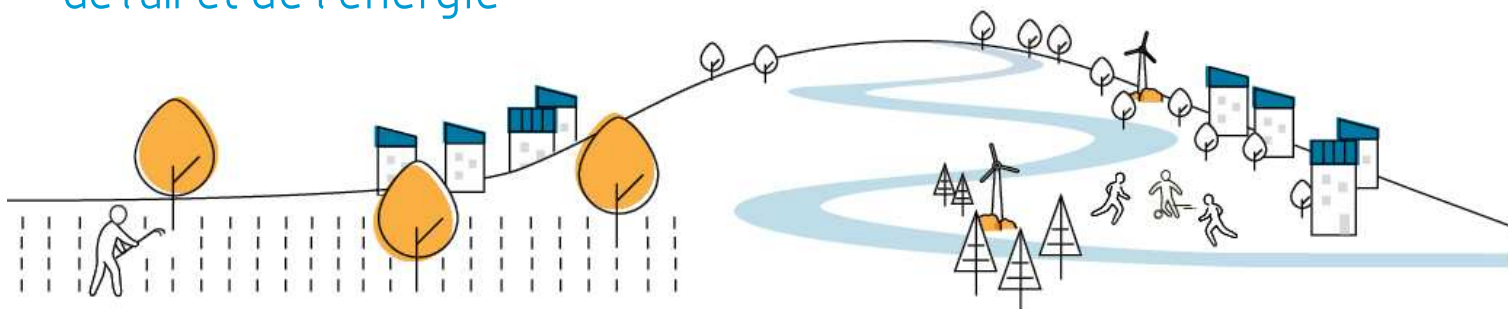


# Plans locaux d'urbanisme

## Des arguments pour agir en faveur du climat, de l'air et de l'énergie



septembre 2018

Les sols stockent plus que l'atmosphère / la capacité de stockage varie selon le type d'occupation du sol.

Plusieurs décennies pour stocker du carbone dans le sol. Les pratiques agricoles ont un impact sur le stockage.

Les matériaux biosourcés, un levier pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

L'arbre, un potentiel de stockage intéressant sur le long terme.

Anticiper l'impact du changement climatique sur les espaces arborés.

### Co-bénéfices

Îlots de chaleur urbains.

Ressources en bois-énergie.

Limitation de l'érosion des sols.

Trame verte et bleue.

## Le développement de la séquestration du carbone : un enjeu pour le climat

### L'affectation des sols : un levier incontournable pour agir sur le stockage du carbone

Le stockage du carbone dans les sols et les végétaux contribue à la fois à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation des territoires à celui-ci. Ainsi **les sols et les végétaux captent des gaz à effet (GES) de serre dans l'atmosphère et les stockent, constituant ainsi des puits de carbone. C'est ce que l'on appelle la séquestration du carbone.** Ce processus est lié à la photosynthèse pour les végétaux et à la décomposition de matière organique pour les sols. Ceci constitue un argument en faveur à la fois de la **préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers** et du développement de la **nature en ville**. De plus, une gestion durable de ces espaces est propice au développement de ressources renouvelables (matériaux biosourcés, bois-énergie), qui contribue, entre autres, à la nécessaire adaptation aux effets du changement climatique. Pour ces raisons, la séquestration du carbone constitue un axe majeur de mise en oeuvre de l'objectif de neutralité carbone à horizon 2050 (Plan Climat).

# ARGUMENTS CLEFS

## **Les sols stockent, sous forme de matières organiques, deux à trois fois plus de carbone que l'atmosphère / la capacité des sols à stocker du carbone varie en fonction de leur occupation**

Le stock carbone moyen en France vaut 74 tonnes de carbone par hectare (ou 274 TeqCO<sub>2</sub>/ha, source : GIS sol). A titre d'information, en 2010, le niveau d'émissions de gaz à effet de serre en Bretagne avoisine 7,7 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par habitant ou 8,9 teq CO<sub>2</sub>/ha (source : Chiffres-clés de l'énergie en Bretagne, édition 2015). Si ces éléments chiffrés ne sont pas directement comparables (périmètre et hypothèses d'estimation différents), ils mettent toutefois en perspective l'importance du stockage carbone des sols dans une politique de lutte contre le changement climatique. **D'autre part, une réduction de 5 % des stocks de carbone français revient à émettre l'équivalent de deux à quatre années d'émissions nationales de GES.**

Le stock de carbone dans les 30 premiers centimètres de sols est trois fois plus élevé que dans le bois des forêts. D'après l'inventaire des émissions nationales de gaz à effet de serre, **les zones urbaines stockent moitié moins de carbone que les prairies ou forêts. Le stock carbone des sols de culture est intermédiaire.**

## **La constitution du stock carbone s'étale sur plusieurs décennies**

**L'artificialisation déstocke rapidement l'ensemble du carbone contenu dans les 30 premiers cm du sol**, sous l'action des travaux de terrassements et d'imperméabilisation, conduisant ainsi à une perte de matières organiques et des fonctions des sols.

À l'inverse, le **processus de reconstitution du stock carbone à la suite d'un changement d'affectation des sols direct nécessite plusieurs dizaines d'années** avec un rythme moyen d'environ 2 à 3 tCO<sub>2</sub>/ha.an. La préservation du stockage carbone des sols passe par la préservation des zones à fortes réserves de carbone et la maîtrise de l'artificialisation des terres. **Pendant les vingt premières années suivant un changement d'affectation des sols, le déstockage est deux fois plus rapide que le stockage.** Au bout de plusieurs décennies, voire plus d'un siècle, un stockage peut compenser un déstockage. Le passage d'un système de cultures à la forêt ou à la prairie permet de stocker du carbone ou inversement, de la prairie et de la forêt à des cultures entraîne un déstockage de carbone (source : expertise scientifique collective, Inra 2002 et Arrouays et al. 2002).

**De plus, les pratiques impactent le niveau de stockage du carbone dans les sols agricoles.**

## **Les matériaux biosourcés, un levier pour réduire les émissions de gaz à effet de serre**

Les matériaux biosourcés sont définis comme des matériaux issus de la biomasse animale et végétale : bois, paille, liège, textiles recyclés, chanvre, laine de mouton...

Au-delà de leurs vertus environnementales, la production de ces matériaux est favorable à la séquestration du carbone. La substitution des biosourcés aux matériaux de construction émetteurs de gaz à effet de serre constitue un des leviers pour atteindre les objectifs de neutralité carbone du Plan Climat du 6 juillet 2017.

1

# ARGUMENTS CLEFS

## L'arbre constitue un potentiel de séquestration intéressant sur le long terme, en agroforesterie, en haie bocagère et en ville (espaces verts et bâtiments)

**Les systèmes d'agroforesteries** sont favorables au stockage carbone avec un potentiel compris entre 1,5 et 4 tC par hectare et par an (5,5 à 14,8 tCO<sub>2</sub>/ha/an) selon le type de croissance et la densité d'arbres. Pour l'agroforesterie, le coût moyen d'implantation en parcelle cultivée se situe entre 14 et 17 euros par arbre, 20 à 30 euros sur prairies, auxquels s'ajoutent l'investissement en temps et en conseil pour la conception du projet et les consommations de carburant pour les travaux d'implantation, d'entretien et de récolte du bois (5 L de fioul/ha/an en moyenne pour l'agroforesterie et entre 0,1 et 0,3 L/ha/an pour les haies). Elles peuvent être largement compensées par la substitution du bois de taille des haies à des combustibles fossiles pour le chauffage. **Le stockage carbone des haies bocagères est également intéressant**, avec pour un km de haie un stockage carbone entre 0,5 et 0,9 tonne de CO<sub>2</sub> par an (sol+végétation), pour un coût moyen d'implantation de l'ordre de 10 à 20 par mètre (source : « Agriculture&Environnement, Des pratiques clefs pour la préservation du climat, des sols et de l'air, et les économies d'énergie – Fiche : Réintégrer l'arbre dans les systèmes agricoles pour diversifier la production et renforcer les écosystèmes », ADEME, 2015).

Le potentiel de stockage carbone de l'arbre est également intéressant en **milieu urbain**. **Un espace vert arboré (par exemple « parcs et jardins ») dispose d'un stock de carbone intermédiaire à ceux estimés pour les espaces cultivés et les prairies.**

## L'impact du changement climatique sur les espaces arborés est un phénomène à anticiper

Il est très probable que ce soient les événements climatiques exceptionnels qui révèlent l'inadaptation de l'espèce au climat. Les pics de mortalité observés après la sécheresse de 2003 donnent un aperçu de ce type de scénario.

Ainsi, les tempêtes provoquent des dégâts massifs et visibles immédiatement, tandis que les sécheresses, exceptionnelles par leur intensité, leur précocité ou leur récurrence, ont toutes provoqué des perturbations plus insidieuses, durables et suivies de dépérissements complexes. La vulnérabilité accrue des arbres ainsi affaiblis amplifie les dommages des maladies et des ravageurs (source : Bréda et al., 2006).

Même si le risque de tempête ne s'accroît pas, les dégâts à la forêt devraient augmenter. Les tempêtes sont la première cause de pertes en volume dans les forêts d'Europe (Schelhaas et al., 2003).

2

# ARGUMENTS CLEFS

**De même, les aires de répartition géographique des arbres évolueront sous l'effet du changement climatique** [source : « L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change », ONERC, 2015 »].

**Hêtre** : retrait sur 60 à 70 % de son aire actuelle, à l'horizon 2055 selon un scénario médian [source : Cheaib et al., 2012 ; Piedallu et al., 2009], avec un repli vers les massifs montagneux et le nord-est de la France.

**Chêne sessile** : pronostic pessimiste pour le chêne sessile [source : Piedallu et al., 2009 ; Cheaib et al., 2012], dont 30 à 40 % de l'aire actuelle deviendraient inhospitaliers à la moitié du xxie siècle selon des scénarios médians.

**Chêne pédonculé**, potentiellement plus vulnérable au déficit hydrique.

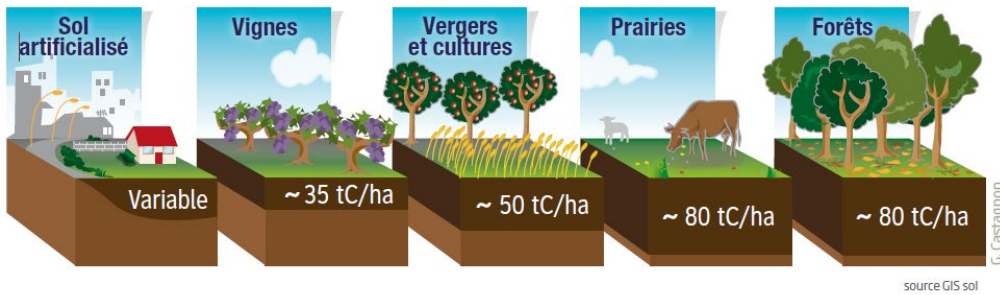
**Chêne vert** : extension des zones climatiquement favorables.

**Pins** : expansion stimulée du pin maritime vers la moitié nord de la France, rétraction importante de l'aire du pin sylvestre.

3

# Pour le dire en 3 graphiques

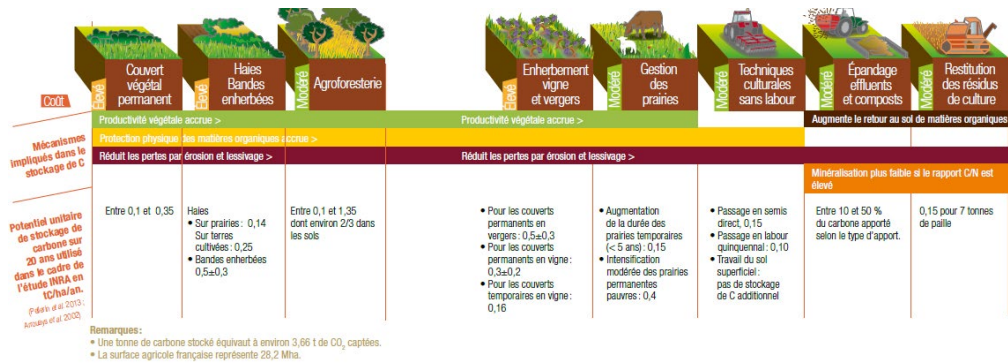
- 1** La capacité des sols à séquestrer du carbone varie en fonction de leur occupation. Ainsi, le stock carbone contenu dans les 30 premiers centimètres de sols est trois fois plus élevé que dans le bois des forêts. D'après l'inventaire des émissions nationales de gaz à effet de serre, les zones urbaines stockent moitié moins de carbone que les prairies ou forêts. Le stock carbone des sols de culture est intermédiaire.



Estimation du stock de carbone dans les 30 premiers centimètres du sol  
 Source GIS Sol / ADEME, Carbone organique des sols, l'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat

# 1

- 2** Dans les sols agricoles, les pratiques culturales impactent différemment le niveau de stockage.



Estimation de l'impact des pratiques agricoles sur le stockage du carbone  
 Source GIS Sol / ADEME, Carbone organique des sols, l'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat

# Pour le dire en 3 graphiques

3

L'arbre constitue un potentiel de stockage intéressant sur le long terme, en agroforesterie, en haie bocagère et en ville (espaces verts et bâtiments).

Type d'arbres	Durée de la rotation	Densité d'arbres	Potentiel de stockage (tC/ha/an)	Stockage moyen sur la durée de la rotation (tC/ha)	Stockage final (tC/ha)
Croissance lente	50 ans	50 arbres /ha	1.5	37.5	75
Croissance lente	50 ans	100 arbres/ha	3	75	150
Croissance rapide	15 ans	50 arbres/ha	2	15	30
Croissance rapide	15 ans	100 arbres/ha	4	30	60

Potentiel de stockage des principaux systèmes agroforestiers en fonction du type d'arbres et de la densité  
Source : L'Agroforesterie - Outil de Séquestration du Carbone en Agriculture, INRA et Agrooof, 2009

2

# CO-BÉNÉFICES

## La végétation en ville contribue à réduire le phénomène d'îlot de chaleur

### La végétalisation des abords du bâtiment réduit la température en ville.

Une forte végétalisation des abords immédiats du bâtiment (les 3 premiers mètres), comportant au moins les deux strates, couvrante au sol et arborée, s'avère efficace. **La végétalisation agit directement par son ombrage, et indirectement par le rafraîchissement qu'induit l'évapotranspiration des plantes**, qui intervient dans la thermo-régulation des espaces. L'évapo-transpiration de la végétation est également favorisée par l'action de stockage et la régulation des eaux de ruissellement des dispositifs de végétalisation des espaces et des bâtiments.

À Berlin, une étude sur l'influence d'un parc sur le rafraîchissement d'un quartier a révélé que de petits parcs étaient préférables à un grand parc en ville. Il a été considéré qu'**un parc ne pouvait rafraîchir les bâtiments à proximité que sur un rayon de 300 m. Les températures localement peuvent être abaissées par la végétation de 0,5 à 5 °C** selon les situations (source : Changement climatique dans l'ouest, évaluation, impacts, perceptions, Philippe Merot, Vincent Dubreuil, Daniel Delahaye, Philippe Desnos, Presse universitaire de Rennes, 2012).

### L'arbre améliore le confort de vie des habitants.

L'arbre peut assurer une protection des personnes et des bâtiments :

- au rayonnement direct et de sa chaleur, améliorant ainsi le confort estival des personnes et réduisant le recours à la climatisation dans le bâti,
- aux vents, réduisant les pertes de chaleur en hiver.

Toutefois si ces effets sont bénéfiques en été, ils peuvent s'avérer un désavantage en hiver. Un équilibre doit être recherché entre nombre, type et implantation des arbres. L'effet de rafraîchissement de l'air est faible avec un seul arbre et l'effet d'ombrage des arbres à feuilles caduques est moindre en hiver.

1

# CO-BÉNÉFICES

## L'arbre constitue une ressource en bois supplémentaire potentiellement abondante

En cas de dynamisation de la gestion, les régions avec **les plus forts taux de croissance des disponibilités** sont celles qui sont actuellement considérées comme moins forestières, avec notamment Midi-Pyrénées (+45 % par rapport au scénario de sylviculture constante), **Bretagne (+37 %)**, PACA (+37 %), et Ile-de France (+32 %).

En 2011, le gisement régional de bois déchiqueté issu des forêts, disponible et mobilisable au prix du marché du bois-énergie est évalué à environ 250 000 tonnes par an. Le gisement bois bocager régional est plus difficile à évaluer, il serait au maximum de 170 000 tonnes [Source : Dossier : la filière bois-énergie en Bretagne, GIP Bretagne Environnement, 2013].

### Une ressource supplémentaire concentrée essentiellement chez les propriétaires privés

La forêt bretonne est à plus de 90 % privée et morcelée en très petites propriétés. 93 % des propriétaires ont moins de 4 ha et près des deux tiers de la surface privée correspond à des propriétés de moins de 25 ha [Source : Dossier : la filière bois-énergie en Bretagne, GIP Bretagne Environnement, 2013].

**L'offre de bois énergie et bois d'industrie pourrait couvrir la demande**, sous certaines conditions : pour le scénario ambitieux de demande, la question de l'élargissement des ressources disponibles est posée : biomasse non forestière et importations de bois (trituration, pâte à papier ou bois énergie).

**En Bretagne, 360 chaufferies** (hors chauffage domestique) sont en fonctionnement et **consomment 417 000 tonnes de bois en 2014**. Les perspectives du Plan Bois énergie 2015-2020 estiment une **mobilisation supplémentaire de 180 000 tonnes de bois déchiqueté d'ici 2020** soit une puissance installée de chaufferie d'environ 137 MW. Ce scénario reviendrait à chauffer au bois-énergie.

**En préservant les espaces naturels agricoles et forestiers, on agit à la fois sur le climat, l'air, l'énergie mais également sur la prévention des risques (en limitant l'érosion des sols) et sur la trame verte et bleue (notamment).**

2