

Méthodologie « projets domestiques » : Conversion de terrains non boisés

Présentation Générale :

Ce document constitue une **méthodologie projets domestiques « puits de carbone forestier »**. Il s'inscrit dans le cadre de l'**arrêté du 27 décembre 2012** pris pour l'application du III de l'**article R. 229-40** du code de l'environnement et relatif à l'agrément des activités de projet mises en oeuvre sur le territoire national résultant de l'Utilisation des Terres, du Changement d'Affectation des Terres ou d'activités Forestières (UTCATF) ainsi que de l'**arrêté du 2 mars 2007** relatif à l'agrément des activités de projet relevant des articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto.

Il s'appuie notamment sur les documents suivants :

- Les 15 méthodologies « projets domestiques » approuvées au 11 janvier 2012 par le Ministère en charge de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie,¹
- Les documents de référence suivants pour les projets de Mise en Œuvre Conjointe (MOC) résultant de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CNUCC) et du Protocole de Kyoto :
 - "Guidelines for the implementation of Article 6 of the Kyoto Protocol"²,
 - "Guidance on criteria for baseline setting and monitoring"³,
 - "Guidelines for users of the joint implementation land use, land-use change and forestry project design document form"⁴,
- Le rapport des « bonnes pratiques » pour les inventaires des sources et puits de Gaz à Effet de Serre (GES) dans le secteur UTCATF du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)⁵,
- Les méthodologies *Afforestation/Reforestation* (A/R) Mécanisme de Développement Propre (MDP) résultant de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et du Protocole de Kyoto approuvées suivantes :
 - Méthodologie grande échelle : "AR-ACM0003: Afforestation and reforestation of lands except wetlands -Version 1.0.0"⁶,
 - Méthodologie petite échelle : "AR-AMS0007: Simplified baseline and monitoring methodology for small scale CDM afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands -Version 2.0"⁷,
- Les Accords de Marrakech⁸ (2000), les Accords de Milan⁹ (2003), et les mesures prises par les Parties au Protocole de Kyoto à Durban¹⁰ (2011) qui ont conclu les Conférences des Parties à la CCNUCC et au Protocole de Kyoto en 2000, 2003 et 2011.

Cette méthodologie s'appuie également les références outils et méthodes MDP développés pour les projets de boisement/reboisement :

¹ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Liste-des-methodes-referencées-et.html>

² <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a02.pdf#page=2>

³ http://ji.unfccc.int/Ref/Documents/Baseline_setting_and_monitoring.pdf

⁴ http://ji.unfccc.int/Ref/Documents/LULUCF_Guidelines.pdf

⁵ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

⁶ <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved>

⁷ <http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCAR/approved>

⁸ <http://unfccc.int/resource/docs/french/cop7/cp713a01f.pdf#page=56>

⁹ <http://unfccc.int/resource/docs/french/cop9/cp906a02f.pdf#page=15>

¹⁰ <http://unfccc.int/resource/docs/french/cop9/cp906a01f.pdf#page=37>

¹⁰ <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cmp7/fre/10a01f.pdf#page=>

Tools - Methodology - Afforestation and Reforestation Version EB¹¹ :

- [Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities,](#)
- [Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities,](#)
- [Procedure to determine when accounting of the soil organic carbon pool may be conservatively neglected in CDM A/R project activities,](#)
- [Estimation of non-CO2 GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity,](#)
- [Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities,](#)
- [Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities,](#)
- [Estimation of the increase in GHG emissions attributable to displacement of pre-project agricultural activities in A/R CDM project activity,](#)
- [Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities,](#)
- [The approved spreadsheet to facilitate the calculation of changes in soil organic carbon stocks,](#)
- [Demonstrating appropriateness of allometric equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities,](#)
- [Demonstrating appropriateness of volume equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities,](#)
- [Demonstration of eligibility of lands for A/R CDM project activities.](#)

¹¹ <http://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>

**Méthodologie spécifique pour la conversion en terrains
boisés/reboisés de terrains non boisés
à la date du 1^{er} janvier 1990**

Sommaire

- 1. Applicabilité**
 - 2. Composantes du projet**
 - 3. Sélection du scénario de référence**
 - 4. Démonstration de l'additionnalité**
 - 5. Estimation des réductions d'émissions**
 - 6. Suivi**
 - 7. Intégrité environnementale**
 - 8. Synthèse des démarches selon la réalisation d'un projet unique ou d'un programme**
- Annexe 1 : Méthode directe d'évaluation du stock de la biomasse aérienne**
- Annexe 2 : Méthode indirecte d'évaluation du stock de la biomasse aérienne et souterraine**
- Annexe 3 : Exemple d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse souterraine**
- Annexe 4 : Infradensités recommandées par le GIEC pour les principales essences françaises**
- Annexe 5 : Estimation du carbone organique du sol (Arrouays)**
- Annexe 6 : Glossaire**

Méthodologie spécifique pour la conversion en terrains boisés/reboisés de terrains non boisés à la date du 1^{er} janvier 1990

| | |
|---------------|-------------------------------|
| Secteur | Agriculture/Forêt |
| Projets types | Conversion en terrains boisés |

1. Applicabilité

- Cette méthodologie s'applique à des projets forestiers ayant vocation à lutter contre le changement climatique (voir 1.2).
- Il s'agira d'introduire des arbres sur des terrains non boisés à la date du 1^{er} janvier 1990 en France métropolitaine et Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte et La Réunion (Article R229-40).
- Les projets éligibles rentrent dans la définition de « terre devenant forêt » au sens des Accords de Marrakech et sont donc par principe comptabilisés dans l'inventaire national des gaz à effets de serre au titre de l'article 3.3 du protocole de Kyoto.
- Le projet ne doit pas entraîner de double compte avec d'autres projets carbone domestiques ou volontaires.

Le porteur de projet doit pouvoir justifier :

- qu'il maîtrise l'usage qui est fait des terrains où s'applique l'activité de projet, pendant la durée d'agrément du projet,
- et s'il n'est pas lui-même propriétaire des terrains, qu'il peut réaliser les activités de projet décrites.

Ainsi, s'il est propriétaire, il doit joindre une copie de ses titres de propriété. S'il n'est pas propriétaire, il devra faire état des contrats ou conventions avec le(s) propriétaire(s) lui permettant de réaliser l'activité de projet (par exemple contrat donnant au porteur de projet l'usufruit des terrains ou convention autorisant le porteur à réaliser les opérations nécessaires au projet et décrites dans le document de projet).

Dans le cas où le porteur de projet n'est pas propriétaire des terrains et/ou s'il ne dispose pas de l'entière propriété des crédits carbone associés au projet (URE), le porteur de projet devra fournir une copie des contrats fixant la répartition des crédits entre les différents acteurs concernés.

1.1. Quelques définitions

Le « porteur de projet » est l'entité qui porte le projet éligible à la présente méthodologie et qui fait la demande d'agrément.

En accord avec les critères définis dans le rapport du GIEC intitulé « *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* »¹² et dédié aux projets de boisement et de reboisement dans le cadre des mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto, une « forêt » se définit ici en terme de superficie, de dimension, de hauteur des arbres et de couverture au sol des houppiers. Nous retiendrons ici comme valeurs seuils minimum celles définies par l'arrêté du 27 décembre 2012 :

¹² Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF, GIEC, 2003, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_languages.htm

- Couverture du houppier : 10% ;
- Superficie : 0.5 ha ;
- Hauteur des arbres à maturité : 5 m ;
- Largeur : 20 m.

En cohérence avec les définitions données dans le cadre des Accords de Marrakech :

- On entend par «**boisement**» la conversion anthropique directe en terres forestières de terres qui n'avaient pas porté de forêts pendant au moins 50 ans par plantation, ensemencement et/ou promotion par l'homme d'un ensemencement naturel.

- On entend par «**reboisement**» la conversion anthropique directe de terres non forestières en terres forestières par plantation, ensemencement et/ou promotion par l'homme d'un ensemencement naturel sur des terrains qui avaient précédemment porté des forêts mais qui ont été convertis en terres non forestières pendant moins de 50 ans. Les activités de reboisement seront limitées au seul reboisement de terres qui ne portaient pas de forêts à la date du 1^{er} janvier 1990.

- On entend par «**gestion des forêts**» un ensemble d'opérations effectuées pour administrer et exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques (y compris la préservation de la diversité biologique), économiques et sociales pertinentes.

En cohérence avec les définitions données dans le cadre des Accords de Milan et qui concernent les règles établies pour les projets MDP, le terme «**fuites**» désigne l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre par les sources se produisant en dehors du périmètre d'une activité de boisement ou de reboisement considérée qui est mesurable et qui peut être attribuée à l'activité en question.

En conformité avec la définition donnée dans les mesures prises par les Parties au Protocole de Kyoto à Durban (2011) :

- On entend par «**perturbations naturelles**» des événements ou circonstances non anthropiques. Ce sont des événements ou des circonstances à l'origine d'émissions importantes dans les forêts, sur lesquels le porteur de projet concerné n'a aucune prise et qui ne résultent pas d'une action concrète de sa part. Il peut s'agir d'incendies de forêt, d'infestations d'insectes ou d'agents infectieux, de phénomènes météorologiques extrêmes et/ou de perturbations géologiques sur lesquels le porteur de projet concerné n'a aucune prise et qui ne résultent pas d'une action concrète de sa part. Cela n'inclut pas les récoltes ni les brûlages dirigés.

Par ailleurs :

- On entend par «**puits de carbone**» : la résultante de divers processus naturels (photosynthèse, respiration..) ou artificiels (coupe de bois,..) conduisant à l'extraction et à l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère : lorsque l'extraction est supérieure aux émissions, le réservoir alors considéré se comporte en tant que puits de carbone. Dans le cas contraire, le réservoir devient une source de carbone.

- On entend par «**pompe à carbone**» : la fonction de séquestration de carbone atmosphérique réalisée par la forêt grâce à la photosynthèse et le transfert de carbone vers d'autres réservoirs, comme le réservoir « produits bois » et/ou le réservoir « énergies renouvelables se substituant à des énergies fossiles ». En effet, si la forêt est gérée durablement elle agit comme une pompe à carbone permanente en produisant des matériaux à base de bois qui peuvent stocker une partie du carbone séquestré, ou se

substituer à d'autres matériaux énergivores, ou encore en produisant de l'énergie pouvant se substituer à des énergies fossiles.

1.2. *La forêt lutte contre le changement climatique*

Les conclusions du GIEC dans son dernier rapport de 2007¹³ ont mis en avant l'importance de la gestion durable des forêts dans la lutte contre le réchauffement climatique.

La forêt permet, grâce au processus de photosynthèse, de **stocker** du carbone dans la biomasse vivante et morte, dans les sols, et dans les produits bois. Au-delà de ce rôle de « puits de carbone », la forêt est également une « **pompe** » à carbone via l'exploitation des bois et l'utilisation des matériaux forestiers dans le secteur énergétique (en substitution aux énergies fossiles) ainsi que, essentiellement, dans le secteur de la construction (en substitution à des matériaux énergivores).

1.3. *Prise en compte dans l'inventaire national GES au titre de l'article 3.3 du Protocole de Kyoto*

Conformément aux exigences portées dans l'article R 229-40 du Code de l'Environnement, les réductions d'émissions résultant de l'activité de projet seront comptabilisées dans l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre tenu au titre des engagements internationaux pris par la France et des règles communautaires en la matière.

Les Accords de Marrakech précisent qu'aux fins du paragraphe 3 de l'article 3 du Protocole de Kyoto, « sont admissibles les activités anthropiques directes de boisement, de reboisement et/ou de déboisement qui remplissent les conditions énoncées dans la présente annexe et ont commencé le 1^{er} janvier 1990 ou après cette date et avant le 31 décembre de la dernière année de la période d'engagement ».

Cette définition a été maintenue dans le cadre des mesures prises par les Parties au Protocole de Kyoto à Durban (2011).

Le porteur de projet doit donc prouver qu'il n'y a pas de forêt sur le terrain avant le démarrage du projet et qu'il n'y en avait pas à la date du 1^{er} janvier 1990. Il pourra pour cela s'aider :

- de données issues de télédétection (images satellites fournies par des systèmes optiques et/ou radar, photographies aériennes, vidéos embarquées, etc.) ;
- de relevés cadastraux (relevés au sol pour la délimitation des propriétés) ;
- de documents relatifs aux terres, cartes topographiques nationales certifiées ;
- d'autres systèmes reconnus au plan national.

1.4. *Absence de double compte*

¹³ Chapitre 9 : « *In the long term, a sustainable forest management strategy aimed at maintaining or increasing forest carbon stocks, while producing an annual sustained yield of timber, fibre or energy from the forest, will generate the largest sustained mitigation benefit* »

Afin de prévenir d'éventuels problèmes de double-délivrance d'Unités de Réduction d'Emissions (URE), il est demandé au porteur de projet de montrer qu'aucun autre projet demandant des URE pour les mêmes effets « puits » n'a reçu de Lettre Officielle d'Agrément de la part du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

De même, il est demandé au porteur de projet de montrer que les effets « puits » générés par le projet, et donnant lieu à la délivrance d'URE, n'ont pas fait l'objet en parallèle de délivrance de crédits carbone dans le cadre d'un autre label que la MOC, tel que le Verified Carbon Standard, le Gold Standard ou tout autre label délivrant des crédits carbone.

2. Composantes du projet

2.1. *Durée du projet et fréquence des vérifications*

Le porteur du projet propose, dans le cadre de la demande d'agrément, **la période de l'agrément du projet qui correspond à la période de comptabilisation du projet**. Celle-ci commence au début de la mise en œuvre du projet, c'est-à-dire des premières opérations de conversion en terrain boisé. L'article 3 de l'arrêté du 27 décembre 2012 précise que cette période de comptabilisation ne pourra pas s'inscrire au-delà de la durée du Protocole de Kyoto.

La durée opérationnelle du projet peut être plus longue. La durée opérationnelle du projet correspond à la durée de vie réelle du boisement mis en place. Dans certains cas (par exemple peuplements feuillus sur des stations à fertilité limitée), cette durée excédera 100ans.

Le porteur de projet veillera à privilégier des projets portant sur de longues durées.

La « **fréquence des vérifications** » correspond à l'intervalle entre deux vérifications qui permettront de faire vérifier les stocks de gaz à effet de serre générés par les puits estimés d'après les méthodes explicitées dans la partie 6 de la présente méthodologie et de demander alors les URE correspondantes selon les modalités précisées dans la partie 5.

En conformité avec l'article 12 de l'arrêté du 2 mars 2007, les rapports de vérifications sont établis par un organisme indépendant accrédité auprès du Comité de Supervision de la MOC, du Comité exécutif du MDP, ou accrédité dans le cadre du SCEQE (Système Communautaire d'Echange de Quotas d'Emissions de CO₂).

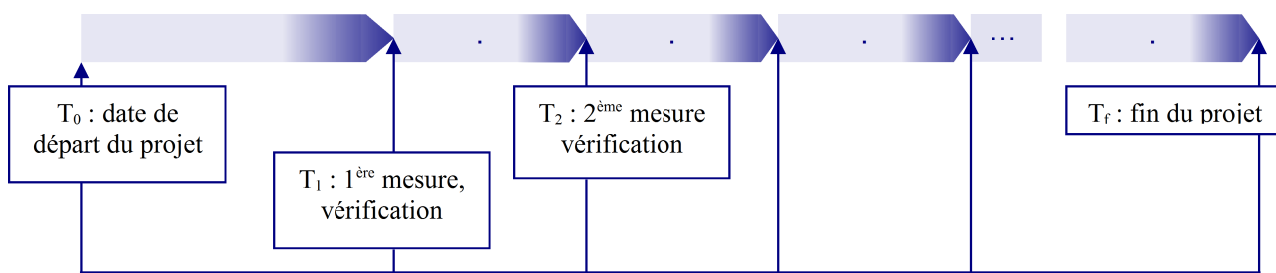


Figure 1 : Déroulement du projet dans le temps. Les dates T_0 , T_1 et T_f doivent être définies

Conformément à l'article R 229-41 du Code de l'Environnement, le dossier de demande d'agrément comportera l'engagement du demandeur de faire vérifier par un tiers, durant la période de l'agrément, les stocks de gaz à effet de serre générés par les puits résultant de l'activité de projet, précisant :

1° Les dates prévisionnelles de remise au ministre chargé de l'environnement des rapports de vérification des réductions effectives des émissions résultant de l'activité de projet ;

2° Les dates prévisionnelles des demandes de délivrance des Unités de Réduction d'Emission résultant de l'activité de projet.

2.2. *Nature et description des opérations sylvicoles à réaliser*

Le projet doit faire l'objet d'une **description qui précise les principaux choix sylvicoles** effectués (essence utilisée, densité de plantation, ...) et les étapes importantes nécessitant des interventions de terrain (itinéraire sylvicole).

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 27 décembre 2012, les **modalités mises en place par le porteur de projet pour pallier le risque de non-permanence** des stocks de gaz à effet de serre générés par les puits doivent être précisées. Le porteur de projet doit donc démontrer que des mesures seront prises, si nécessaires, pour prendre en compte les risques de perturbations naturelles. Ainsi, si le projet se situe dans une zone présentant des risques élevés en matière d'incendie, les mesures préventives de lutte contre incendie doivent être détaillées. De même, les modalités retenues pour la plantation (choix des essences, des itinéraires techniques) doivent considérer, dans la mesure des connaissances disponibles, l'adaptation au changement climatique, afin de réduire les risques (dépérissements, problèmes sanitaires, ...).

2.3. *Le périmètre du projet*

- *Périmètre géographique*

Les Accords de Milan précisent, pour les projets MDP, que « le périmètre du projet délimite géographiquement l'activité de projet de boisement ou de reboisement dont le contrôle relève des participants au projet. L'activité de projet peut être entreprise sur plusieurs parcelles de terrain distinctes. »

L'Article 2 de l'arrêté du 2 mars 2007 précise que « Plusieurs activités de projet peuvent faire l'objet d'une seule demande d'agrément lorsque les activités de projet concernées mettent en oeuvre à une échelle comparable des procédés similaires de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans ce cas, le mandat que les demandeurs confient à leur mandataire, qui figure au dossier de demande d'agrément, précise les actes liés à la demande et à l'obtention de l'agrément, à la mise en oeuvre et au suivi de l'activité de projet ainsi qu'à la demande de délivrance et de répartition des unités de réduction des émissions que le mandataire est chargé de faire pour le compte des demandeurs. »

La présente méthodologie est conçue de manière à mettre en place un mécanisme permettant de réunir plusieurs petits projets de « puits de carbone forestier » sous un même programme. Cette approche offre la possibilité de réduire significativement les coûts de transaction et d'accroître la viabilité économique des petits projets.

Ainsi, cette méthodologie peut être utilisée pour préparer un dossier de demande d'agrément qui se présentera sous la forme d'un programme, c'est-à-dire qui pourra concerner **plusieurs sites géographiques, certains étant déjà bien identifiés et localisés, d'autres étant en cours d'identification.**

Que le projet se présente sous la forme d'un projet unique ou d'un programme, le dossier de demande d'agrément initial doit localiser à minima deux tiers des sites composant le périmètre du

projet (dans le cadre d'un programme, cette exigence ne porte que sur les sites faisant partie de la demande initiale).

Le dossier de demande d'agrément initial présentera les sites identifiés en déclinant la méthodologie et en précisant les critères retenus pour intégrer les futurs sites non encore identifiés. Par exemple : à l'échelle de la région X, anciennes prairies à boiser avec un peuplement de feuillus à dominante de Chêne, le scénario de référence étant le maintien de la prairie.

Lorsque ces sites seront à leur tour identifiés, un dossier complémentaire de demande d'agrément simplifié pourra alors être déposé, notamment à l'occasion du premier rapport de vérification.

Les projets regroupant un grand nombre de sites pourront, le cas échéant, effectuer un suivi sur un échantillon représentatif de ces sites.

Cette démarche est cohérente avec les règles appliquées dans le cadre des projets MDP (voir point 38 du relevé de conclusions du Comité Exécutif du MDP N° 44¹⁴).

• **Sélection des sources et puits à prendre en compte**

Les accords de Marrakech spécifient que le périmètre d'un projet relevant de l'article 6 devra « *inclure toutes les émissions anthropiques par des sources et/ou des absorptions par des puits de gaz à effets de serre sous le contrôle des participants au projet qui sont significatives et raisonnablement attribuables au projet relevant de l'article 6* »¹⁵.

En cohérence avec les décisions prises par le Comité Exécutif du MDP N° 42 et 44, les émissions suivantes pourront être négligées¹⁶ :

- Les émissions liées à la combustion de combustibles fossiles,
- Les émissions liées au transport,
- Les émissions de N₂O provenant de la décomposition de la litière et des racines des arbres fixant l'azote,
- Les émissions de N₂O et de CO₂ liée à l'utilisation de fertilisation azotée,
- Les émissions liées à la destruction d'un couvert d'herbacées.

Compte tenu des deux premiers alinéas, les émissions liées à des combustibles fossiles utilisés dans le cadre des travaux forestiers et des opérations de gestion forestière peuvent être négligées.

Sont donc incluses dans le périmètre du projet (tableau 1):

¹⁴ <http://cdm.unfccc.int/EB/044/eb44rep.pdf>

“38. The Board agreed to the “Guidance on the application of the definition of project boundary to A/R CDM project activities”, as contained in annex 16 to this report, which provides the option for fixing the project boundary at the first verification, thereby allowing for more flexibility in delineation of areas of land at registration of the A/R CDM project activity.”

¹⁵ Voir appendice B, paragraphe 4(c) du projet de décision -/CMP.1 (article 6), figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p.19.

¹⁶ <http://cdm.unfccc.int/EB/042/eb42rep.pdf>

“35. The Board clarified the guidance on accounting GHG emissions in A/R CDM project activities from the following sources: (i) fertilizer application, (ii) removal of herbaceous vegetation, and (iii) transportation; and agreed that emissions from these sources may be considered as insignificant and hence can be neglected in A/R baseline and monitoring methodologies and tools.”

<http://cdm.unfccc.int/EB/044/eb44rep.pdf>

“ 37. The Board agreed that the GHG emissions from the following sources related to A/R CDM project activities:

- (a) Fossil fuel combustion in A/R CDM project activities;
- (b) Collection of wood from non-renewable sources to be used for fencing of the project area;
- (c) Nitrous oxide (N₂O) emissions from decomposition of litter and fine roots from N-fixing trees are insignificant in A/R CDM project activities and may therefore be neglected in A/R baseline and monitoring methodologies. »

- **Les absorptions de CO₂ dans la biomasse liées à l'effet de séquestration forestière.**

| Source/Puits | Gaz | Inclusion oui/non | Justification/explication |
|--|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Séquestration de carbone dans la biomasse | CO ₂ | Oui | Puits majeur |
| | CH ₄ | Non | Sans objet |
| | N ₂ O | Non | Sans objet |
| | Autres | Non | Sans objet |
| Combustion de combustibles fossiles | CO ₂ | Non | Source mineure |
| | CH ₄ | Non | Source mineure |
| | N ₂ O | Non | Source mineure |
| | Autres | Non | Sans objet ou GES indirects |
| Fertilisants azotés | CO ₂ | Non | Sans objet |
| | CH ₄ | Non | Sans objet |
| | N ₂ O | Non | Source mineure |
| | Autres | Non | Sans objet ou GES indirects |

Tableau 1 : Sources / Séquestration d'émissions incluses et exclues du périmètre du projet

Les émissions de CO₂ liées à la destruction de la biomasse (autre que herbacée) présente initialement sur le site avant la plantation seront prises en compte au travers du scénario de référence.

2.4. *Sélection des réservoirs de carbone du projet*

Le porteur de projet devra préciser quels réservoirs de carbone il prendra en compte pour calculer les émissions et les absorptions de carbone. Conformément aux « *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » du GIEC, les stocks considérés sont la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière, le bois mort et le carbone organique du sol.

En cohérence avec :

- les mesures prises par les Parties au Protocole de Kyoto à Durban¹⁷ (2011) pour le secteur forestier, d'une part,
 - et avec les règles définies pour les projets MDP dans les Accords de Milan¹⁸, d'autre part,
- le porteur de projet peut décider de ne pas tenir compte d'un ou de plusieurs réservoirs de carbone, et/ou des émissions de gaz à effet de serre mesurées en équivalent-CO₂, en évitant tout double comptage, à condition de communiquer des informations transparentes et vérifiables établissant que cela n'aura pas pour effet de majorer le niveau escompté des puits créés.

En accord avec le paragraphe 4.3.3.3 des « *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » du GIEC cette méthodologie préconise :

- **la sélection systématique des réservoirs biomasse aérienne et souterraine de la strate arborée** (les strates non arborées pourront être négligées),
- la sélection optionnelle des réservoirs litière, bois mort et carbone organique du sol. Si le porteur de projet décide de ne pas prendre en compte l'une de ses catégories, il doit montrer qu'elle est, sur la période de comptabilisation :
 - soit un puits et non une source de carbone pour le projet (mais le coût de suivi est trop important par exemple),
 - soit négligeable.

¹⁷ <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cmp7/fre/10a01f.pdf#page=>

¹⁸ <http://unfccc.int/resource/docs/french/cop9/cp906a02f.pdf#page=15>

La qualification de « négligeable » s'appliquera dans les conditions suivantes pour lesquelles il conviendra de calculer :

- les émissions moyennes annuelles du réservoir considéré sur la période de comptabilisation : par exemple, le sol émet, en moyenne, sur les 55ans du projet, l'équivalent de 0,01tCO₂/ha/an (cette émission est une émission nette, c'est-à-dire calculée une fois le bilan absorption - émission évalué, pour le réservoir sol, sur les 55ans),
- l'accroissement moyen annuel additionnel du projet, par rapport au scénario de référence sur la même période, et sur l'ensemble des réservoirs sélectionnés (par exemple la plantation permet de séquestrer 10tCO₂/ha/an en plus, par rapport au scénario de référence).

Si le premier terme est inférieur ou égal à 5% du deuxième terme, alors les émissions du réservoir considéré sont négligeables et le réservoir peut ne pas être sélectionné.

En cohérence avec les mesures prises par les Parties au Protocole de Kyoto à Durban (2011), **les récoltes de produits ligneux peuvent être comptabilisées selon la décomposition de premier ordre utilisant les facteurs par défaut**. Si la France venait à faire un choix différent pour la comptabilisation des produits ligneux dans son inventaire national, la présente méthode devra être mise à jour pour rester cohérente avec l'inventaire. La version de la présente méthode appliquée aux projets déjà agréés peut toutefois demeurer celle qui était en vigueur lors de leur approbation jusqu'à la fin de la première période de comptabilisation.

Le porteur de projet présente son choix sous la forme suivante (tableau 2) :

| Stock de carbone | Sélection oui/non | Justification |
|---------------------------|-------------------|---------------------|
| Biomasse aérienne | Oui | Recommandation GIEC |
| Biomasse souterraine | Oui | Recommandation GIEC |
| Bois mort | | |
| Litière | | |
| Carbone organique du sol | | |
| Produits ligneux récoltés | | |

Tableau 2: Stocks de carbone à sélectionner

3. Sélection du scénario de référence

En application de l'article 9 de l'arrêté du 2 mars 2007, le scénario de référence correspond au niveau des émissions/absorptions de gaz à effet de serre qui aurait été vraisemblablement atteint par une activité s'exerçant conformément aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur applicables à l'activité

de projet concernée à la date du dépôt du dossier et faisant usage des incitations économiques en vigueur à cette même date.

Les Accords de Milan précisent, pour les projets MDP, que « le niveau de référence d'une activité de boisement ou de reboisement proposée est le scénario qui représente raisonnablement la somme des variations des stocks de carbone dans les réservoirs de carbone à l'intérieur du périmètre du projet qui se produiraient en l'absence de l'activité proposée ».

Pour conclure, dans le cadre de la présente méthodologie, le scénario de référence sera construit en se basant sur des hypothèses raisonnables d'évolution du couvert végétal et de l'usage des terres concernées, en tenant compte du contexte socio-économique et de son évolution probable sur la période d'agrément, dans une situation où les activités proposées par le projet n'auraient pas eu lieu.

Le porteur de projet identifie dans un premier temps toutes les alternatives possibles au devenir du terrain. Afin d'identifier le scénario le plus plausible, il étudie les tendances passées (photographies aériennes, images satellites...), les politiques locales et sectorielles (incitations et blocages réglementaires ...) ainsi que l'attractivité économique liée aux différents usages qui pourraient être faits du terrain (en intégrant une vision « prospective »). Si le scénario retenu est celui d'une évolution naturelle du terrain, le porteur de projet devra décrire les différentes communautés végétales susceptibles de se succéder au cours du temps.

Le scénario de référence doit être réévalué a minima une fois tous les 15 ans afin de pouvoir prendre en compte les dernières évolutions socio-économiques. Le scénario de référence sera réévalué au maximum une fois tous les 5 ans. A l'occasion de la réévaluation du scénario de référence, le porteur de projet met à jour le document descriptif de projet qu'il soumet aux services compétents pour instruction, selon la procédure d'agrément des projets domestiques.

Dans le cas d'un scénario « évolution naturelle du terrain », le porteur de projet pourra réévaluer son scénario de référence en se basant sur des terres similaires au projet ayant évolué « naturellement ».

Dans tous les cas, l'élaboration du scénario de référence devra être appuyée par une justification circonstanciée détaillant les documents et références utilisés.

4. Démonstration de l'additionnalité

Cette étape s'appuie sur les outils existants dans le cadre du MDP : <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-02-v1.pdf>.

Conformément à l'article 9 de l'arrêté du 2 mars 2007, le demandeur de l'agrément doit démontrer que **l'activité de projet est additionnelle** autrement dit que sans la délivrance de crédits carbone, le projet ne pourrait être mis en oeuvre en raison de barrières trop difficiles à surmonter. Conformément à l'article 3 de ce même arrêté, différentes étapes seront nécessaires afin de prouver l'additionnalité du projet.

Etape 1 : évaluer les différentes options

D'après l'Annexe 3 de l'arrêté du 2 Mars 2007, le porteur de projet doit « identifier et caractériser les différentes options qui s'offrent à lui », soit :

- *la mise en oeuvre de l'activité de projet (1)*
- *la réalisation d'investissements alternatifs aboutissant à une production comparable de biens ou à une fourniture comparable de services (2)*
- *la poursuite de la situation préexistante à la mise en oeuvre de l'activité de projet proposée (3).*

Le demandeur démontre que l'activité de projet (1) aboutit à des réductions d'émissions de gaz à effet de serre supérieures aux réductions d'émission qui auraient été obtenues dans les scénarii alternatifs.

Ainsi, le porteur de projet démontre que les activités du projet permettent une plus grande séquestration de carbone que les activités comprises dans le scénario de référence. Dans le cas de la présente méthodologie, l'activité de projet est la plantation d'arbres sur des terres non boisés. La poursuite de la situation préexistante à la mise en oeuvre de l'activité de projet correspond au maintien des terres en exploitation agricole ou friche agricole, autrement dit au maintien d'un stock de carbone dans la biomasse aérienne très faible.

Etapas 2 et 3 :

Après avoir identifié et caractérisé les différentes options qui s'offrent à lui concernant l'usage de la terre, le porteur de projet doit démontrer que l'activité de projet ne peut être réalisée (étapes 2 et 3 de l'annexe 3 de l'arrêté du 2 mars 2007 18):

- *soit parce que les incitations économiques existantes à la date du dépôt du dossier sont insuffisantes pour garantir une rentabilité de l'investissement conforme à celle des investissements alternatifs ou le cas échéant aux standards du secteur considéré (étape 2) ;*
- *soit que seul le produit de la cession des unités de réduction des émissions (URE) permet de surmonter les barrières qui empêchent la réalisation de l'investissement (étape 3).*

Dans le cadre de l'une ou l'autre de ces étapes, le porteur de projet démontre donc que, **compte tenu des incitations économiques existantes, les activités prévues par le projet ne se produiraient pas en l'absence du dit projet.**

La démonstration de l'additionnalité du projet peut être effectuée soit par une analyse financière, soit par la fourniture de la preuve de l'existence de barrières, empêchant la réalisation d'un tel projet.

- **Si une analyse financière est utilisée** (conformément à l'étape 2 de l'arrêté visé ci-dessus)

Le porteur de projet doit montrer que l'activité du projet est économiquement ou financièrement moins intéressante que les autres alternatives sans les revenus provenant des crédits carbone. Il doit respecter les lignes directrices de l'étape 2 de l'arrêté.

- **Si une analyse par les barrières est utilisée** (conformément à l'étape 3 de l'arrêté visé ci-dessus)

Le porteur de projet doit identifier et documenter les « barrières » de toute nature qui apporte la démonstration qu'elles limitent ou empêchent la réalisation de son activité de projet, notamment :

- Les barrières à l'investissement : le projet présentant un risque trop élevé pour
 - Attirer les investisseurs en capital ou
 - Obtenir un prêt bancaire (prudence du secteur bancaire)

- Les barrières technologiques
 - Manque de main-d'œuvre qualifiée
 - Manque d'infrastructures pour mettre en œuvre la technologie
 - Rareté des bureaux d'études expérimentés
 - Echec de certains investisseurs précédents

- Les barrières liées aux pratiques dominantes au niveau local et/ou national
 - L'activité du projet est une des premières de ce type : elle ne connaît pas ou peu de précédents en France
 - L'activité de projet présente un intérêt très faible pour le propriétaire et/ou le gestionnaire

- Les barrières liées aux problèmes d'acceptabilité de ce type de projet, déficit d'information du public

- Les barrières liées aux contraintes administratives

- Les barrières liées aux conditions écologiques locales
 - Sols dégradés (érosion due au vent, à l'eau, salification...)
 - Catastrophes naturelles ou d'origine humaine (glissement de terrain, feux...)
 - Conditions météorologiques défavorables (gel, sécheresses...)
 - Espèces envahissantes empêchant la régénération des arbres
 - Succession végétale défavorable
 - Pression biotique (pâturage, surpopulation de grands cervidés...)
 -

L'additionnalité du projet pourra s'exprimer au travers de la combinaison de plusieurs des barrières évoquées ci-dessus, le carbone ayant un effet de levier suffisant permettant de surmonter ces obstacles.

Conformément à l'annexe 3 de l'arrêté visé ci-dessus, **le choix de cette option ne dispense pas le porteur de projet de fournir un tableau de financement de l'activité de projet**. Ce tableau détaille l'ensemble des coûts associés à l'activité de projet, les contributions financières attendues et leur impact relatif sur la rentabilité du projet. Il précise également le montant financier correspondant à la valorisation des URE pouvant être générées par le projet.

5. Estimation des réductions d'émissions

5.1. Estimation des quantités d'URE à délivrer au porteur de projet

Conformément à l'article R 229-42 du Code de l'Environnement, l'agrément fixe la quantité maximale URE qui pourra être délivrée au cours de la période de validité. Une estimation de cette quantité doit donc être faite dans le dossier de demande d'agrément. Le porteur de projet utilise à cet effet les données les plus précises possibles (locales, régionales). Toutefois, il peut utiliser des données plus générales (nationales, GIEC) s'il prouve que ce sont les seules disponibles et qu'elles sont compatibles avec le projet et pertinentes compte tenu de l'échelle du projet.

Les éléments qui suivent sont utilisés pour élaborer le dossier de demande d'agrément puis lorsque le porteur de projet demandera la délivrance des URE tout au long de la durée d'agrément du projet.

Le porteur de projet estime, pour chaque année n, liée au projet **une Différence de stock**, elle se matérialise par la formule suivante :

Pour l'année n, en teqCO₂ :

$$\Delta S_n = S_{\text{projet } n} - S_{\text{réf } n} - \Sigma F_{\text{projet}}$$

Avec :

ΔS_n = Différence de Stock de carbone annuel générée par le projet lors de l'année n en teqCO₂

$S_{\text{projet } n}$ = Stock de carbone dans la plantation projet lors de l'année n en teqCO₂

$S_{\text{réf } n}$ = Stock de carbone dans le scénario de référence lors de l'année n en teqCO₂

ΣF_{projet} = Somme des fuites liées au projet depuis le démarrage du projet jusqu'à l'année n en teqCO₂

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 27 décembre 2012, les URE générées l'année n par le projet sont liées à ΔS_n , avec la formule suivante:

$$RE_n = 0,9 \times \frac{1}{26} \times \Delta S_n$$

ΔS_n = Différence de Stock de carbone annuel générée par le projet lors de l'année n en teqCO₂

RE_n = Réductions d'émissions équivalentes générées par le projet pour l'année n

Les réductions d'émissions équivalentes générées par le projet pour l'année n correspondent au nombre d'URE que peut demander le porteur de projet au titre de l'année n.

Dans le cas d'une ΔS_n **négative** (perte importante du stock de carbone forestier qui conduirait à tomber en-dessous du stock du scénario de référence), le porteur de projet n'a pas besoin de rembourser d'URE pour couvrir cette baisse. Le peuplement forestier poursuivra sa croissance, **le porteur de projet pourra à nouveau bénéficier d'URE à partir du moment où ΔS_n redeviendra positive.**

Ainsi, entre deux évènements de vérification $n=t_1$ et $n=t_2$, la quantité d'URE délivrée au porteur de projet est obtenue par la formule suivante :

$$Q = \sum_{n=t_1}^{t_2} RE_n$$

Q = Quantité d'URE délivrées au porteur de projet

RE_n = Réductions d'émissions équivalentes générées par le projet pour l'année n

t_1 et t_2 = Années respectives des deux évènements de vérification

NB : Dans le cas d'une ΔS_n négative à $n=0$, le porteur de projet ne bénéficie pas d'URE. Le peuplement forestier poursuivra sa croissance, le porteur de projet pourra bénéficier d'URE à partir du moment où ΔS_n deviendra positive en application de la formule définie ci-dessus.

5.2. Estimation du scénario de référence ($S_{réf n}$)

Dans le cas où le scénario de référence retenu est basé sur un usage des sols générant des émissions de GES autres que celles couvertes par le secteur UTCATF (émissions liées à de l'élevage de bovins par exemple, ou bien à la construction/fonctionnement d'une usine, d'un bureau, ...), ces émissions ne sont pas prises en compte dans le calcul carbone du scénario de référence. (Voir Annexe 6 Glossaire pour définition du secteur UTCATF).

En cohérence avec les principes retenus dans la partie 2 de la présente méthodologie, la sélection systématique des réservoirs biomasse aérienne et souterraine pour la strate arborée (si le scénario de référence prévoit la présence d'arbres) sera retenue.

Les autres réservoirs bénéficient d'une sélection optionnelle (réservoirs litière, bois mort et carbone organique du sol). Si le porteur de projet décide de ne pas prendre en compte l'une de ces catégories, il doit montrer qu'elle est, en cumulé, sur la période de comptabilisation :

- soit une source d'émissions et non un puits de carbone pour le scénario de référence (mais le coût de suivi est trop important par exemple),
- soit négligeable (voir définition au paragraphe 2.4).

En accord avec les « *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » du GIEC, si le porteur de projet peut prouver qu'en l'absence du projet, aucun changement significatif dans les stocks de carbone ne serait intervenu, alors il estime le stock de carbone contenu dans les réservoirs sélectionnés avant l'implantation du projet. Cette estimation peut se faire par des mesures sur le terrain (par exemple mesures destructives de type pesée) ou s'appuyer sur des données pertinentes, données bibliographiques, études scientifiques ou inventaires. **Ce stock est ensuite considéré comme constant au cours du temps, tout au long de la période d'agrément.**

En cas contraire (recolonisation naturelle du milieu, utilisation autre du terrain ...), le porteur de projet évalue les variations de stock de carbone dans ce scénario de référence au cours du temps en utilisant les méthodes décrites ci-après, basées sur les composantes du projet définies dans la partie 2 de la présente méthodologie (périmètre, réservoirs identifiés...).

Pour chaque année n du projet :

$$S_{réf n} = 3.664 * Fc * (S_{a model} + S_{sou model} + S_{sol model} + S_{b model} + S_{lit model})_{année n}$$

$S_{réf n}$ = Stock de carbone dans le scénario de référence lors de l'année n (en $teqCO_2$)

$S_{a model}$ = Stock biomasse aérienne dans le scénario de référence année n (en tonne de matière sèche)

$S_{sou model}$ = Stock biomasse souterraine dans le scénario de référence année n (en tonne de matière sèche)

$S_{sol model}$ = Stock carbone organique sol scénario de référence année n (en tonne de matière sèche)

$S_{b model}$ = Stock de bois mort dans le scénario de référence année n (en tonne de matière sèche)

$S_{lit model}$ = Stock de la litière dans le scénario de référence année n (en tonne de matière sèche)

Fc = Facteur de conversion tonne de Carbone / tonne de matière sèche

44/12 = Facteur de conversion tCO_2/tC , pris égal à 3.664

Trois approches sont possibles :

- **Une approche « modélisation »**, en utilisant le schéma suivant (en fonction des réservoirs de carbone choisis) :

Les modèles utilisés doivent :

- avoir fait l'objet d'une ou plusieurs publications dans des revues à comité de lecture,
- ou correspondre à des tables de croissance publiées,
- ou provenir des guides de sylviculture ONF (Office National des Forêts) ou bien des manuels de l'IDF (Institut du Développement Forestier).

Dans tous les cas, le porteur de projet justifiera le choix qui a été fait compte tenu des caractéristiques considérées, et notamment de l'échelle géographique et de la précision recherchée. Il explicitera:

- comment les modèles utilisés ont été validés ou calibrés pour la zone et le type de végétation considérés,
- le cas échéant : le choix des sites retenus pour faire des mesures in situ et les protocoles utilisés (placettes témoins, ...),
- les données utilisées qui seraient externes au projet (données issues de l'inventaire national, d'autres dispositifs expérimentaux,...).

Le modèle peut être calibré à partir de données terrain : placettes témoins, placettes situées dans des conditions analogues, données autres (issues de l'inventaire national IGN, de dispositifs expérimentaux...).

Pendant la période de comptabilisation, le scénario de référence pourra être ajusté en fonction des données disponibles. Le porteur de projet devra justifier les modifications effectuées sur le scénario de référence. Cette actualisation pourra se faire une fois tous les 10 ans.

- **Une approche « mesure de terrain » :**

Des placettes témoins peuvent être mises en place pour suivre en temps réel, tout au long de la période de comptabilisation, l'évolution des stocks de carbone dans le cadre du scénario de référence. Ces mesures se traduisent par des mesures de stock forestier. Le porteur de projet justifiera que les placettes témoins se situent dans des conditions comparables à la plantation projet.

Le porteur de projet définit une méthode d'échantillonnage pertinente en tenant compte de la précision souhaitée, de la variabilité (dans les stocks, hétérogénéité des parcelles), du niveau d'incertitude et des coûts associés. Il s'appuiera notamment sur les « *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » du GIEC¹⁹. Des points d'échantillonnage permanents ou temporaires doivent être sélectionnés pour réaliser les mesures dans les différents réservoirs sélectionnés. La fréquence de ces mesures sera à caler sur la fréquence de suivi déterminée au paragraphe 6.3.

- **Une approche combinée modélisation et mesures de terrain :**

Le porteur de projet peut combiner modèle(s) et mesures de terrain pour déterminer le scénario de référence.

Les mesures de terrain peuvent provenir de mesures effectuées sur des placettes témoin, des placettes situées dans des conditions analogues, des données issues d'autres sources (inventaire national IGN, dispositifs expérimentaux,...).

¹⁹ Paragraphe 4.3.3.4

Par ailleurs, le porteur de projet peut aussi construire un modèle d'évolution de la végétation existante basé sur des mesures in situ effectuées sur différentes placettes pour déterminer l'évolution des stocks de carbone. Cette option s'applique tout particulièrement si le terrain est susceptible d'évoluer « naturellement ». Le porteur de projet peut documenter l'évolution écologique et estimer les différentes successions végétales susceptibles d'intervenir sur le site. Il peut alors effectuer des mesures de terrain pour quantifier le carbone de chaque stade de ces évolutions, et en extrapolant linéairement l'accroissement du carbone, en déduire le scénario de référence.

Un exemple de combinaison entre modélisation et mesures de terrain est l'usage de **données de télédétection**. Le cas échéant, il convient de démontrer la validité du modèle, souvent statistique, qui convertit la donnée brute de télédétection (eg. intensité de retour sur une plage de longueur d'onde) en variable objectif (eg. biomasse aérienne), pour la zone et le type de végétation considérés.

Pendant la période de comptabilisation, le scénario de référence devra être ajusté en fonction des données disponibles. Le porteur de projet devra justifier les modifications effectuées sur le scénario de référence. Cette actualisation pourra se faire au maximum une fois tous les 5 ans ; et devra se faire au minimum une fois tous les 10 ans.

- **Estimation de la quantité de biomasse présente initialement avant la plantation :**

Afin d'évaluer le stock de carbone des différents réservoirs au temps 0, le porteur de projet peut effectuer des mesures sur le terrain (par exemple mesures destructives de type pesée) ou s'appuyer sur des données pertinentes (données bibliographiques, inventaire national, dispositif expérimental autre...). Le cas échéant, le porteur de projet définit une méthode d'échantillonnage pertinente en tenant compte de la précision souhaitée, des incertitudes, et des coûts associés

5.3. *Estimation des fuites (F_{projet})*

Les fuites représentent toutes les émissions ayant lieu en dehors du périmètre du projet et qui sont raisonnablement imputables à l'activité du projet.

S'il les néglige, le porteur de projet doit prouver que le projet n'entraîne pas de déplacements d'activités ou de populations significatifs. En cas contraire, il devra se référer aux « *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » afin d'évaluer ces fuites.

Le porteur de projet se référera à l'outil existant dans le cadre du MDP : <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-15-v2.0.pdf>.

Le porteur de projet pourra considérer que les fuites sont négligeables en calculant les flux moyens annuels suivants:

- les fuites moyennes annuelles sur la période de comptabilisation (émissions),
- l'accroissement moyen annuel additionnel du projet, par rapport au scénario de référence sur la même période, et sur l'ensemble des réservoirs sélectionnés.

Si le premier terme est < 5% du deuxième terme, alors les émissions liées aux fuites pourront être considérées comme négligeables.

5.4. *Estimation du Stock annuel de carbone dans la plantation projet ($S_{\text{projet } n}$)*

Le porteur de projet calcule le stock annuel de carbone dans chacun des compartiments choisis pour la plantation objet du projet, selon le schéma suivant, pour chaque année n du projet :

$$S_{\text{projet } n} = 3.664 * Fc * (S_a + S_{\text{sou}} + S_{\text{sol}} + S_b + S_{\text{lit}})_{\text{année } n}$$

$S_{\text{projet } n}$ = Stock de carbone dans la plantation projet lors de l'année n (en teqCO_2)

S_a = Stock biomasse aérienne dans le scénario de projet année n (en tonne de matière sèche)

S_{sou} = Stock biomasse souterraine dans le scénario de projet année n (en tonne de matière sèche)

S_{sol} = Stock carbone organique du sol scénario de projet année n (en tonne de matière sèche)

S_b = Stock de bois mort dans le scénario de projet année n (en tonne de matière sèche)

S_{lit} = Stock de la litière dans le scénario de projet année n (en tonne de matière sèche)

Fc = facteur de conversion tonne de matière sèche / tonne de C

44/12 = Facteur de conversion tCO_2/tC , pris égal à 3.664

Dans le cadre de la rédaction du dossier de demande d'agrément, les valeurs prises pour estimer les différents stocks peuvent être issues d'un exercice de modélisation suivant les mêmes exigences listées en 5.2. Pendant la période de comptabilisation, si des modèles sont utilisés pour estimer les valeurs prises par les différents stocks, il sera possible d'actualiser ces modèles et le calibrage réalisé en fonction des données disponibles. Le porteur de projet devra justifier les modifications effectuées. Cette actualisation pourra se faire une fois tous les 10 ans.

Dans le cadre du suivi de projet, les méthodes utilisées pour déterminer les valeurs prises pour estimer les différents stocks annuels sont détaillées dans la partie 6 ci-dessous.

6. Suivi

6.1. Plan de surveillance

En référence à l'article 11 de l'arrêté du 2 mars 2007, le porteur de projet doit mettre en place un plan de surveillance périodique des stocks de carbone liées à la mise en oeuvre de l'activité du projet pendant toute la durée d'agrément de celle-ci.

Ce plan de surveillance tient dûment compte des modalités techniques retenues dans la présente méthodologie.

En cohérence avec les règles établies à Milan pour les projets MDP, ce plan de surveillance indique les moyens utilisés pour la collecte et l'archivage :

- des données nécessaires pour estimer ou mesurer les stocks de carbone à l'intérieur du périmètre du projet pendant la période d'agrément et
- des données pertinentes nécessaires pour déterminer les stocks de carbone de référence pendant la période d'agrément.

Ce plan précise les techniques et méthodes d'échantillonnage et de mesure des différents réservoirs de carbone et des émissions par les sources.

Ce plan de surveillance comprend également :

- l'identification de toutes les sources potentielles de fuites ainsi que la collecte et l'archivage de données sur ces fuites durant la période d'agrément et
- les changements de situation à l'intérieur du périmètre du projet qui ont des retombées sur le droit de propriété foncière ou les droits d'accès aux réservoirs de carbone.

6.2. Performance globale du projet

Dans le cas d'un projet regroupant divers petits projets de plantation dispersés, le suivi peut être envisagé de manière globale pour évaluer si le projet atteint ses objectifs.

Ainsi, le porteur devra mettre en place un dispositif de suivi des performances globales du projet, en suivant notamment l'intégrité du périmètre du projet et le succès des plantations.

Il pourra se référer aux « *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* ».

6.3. Fréquence de suivi

Le porteur de projet définira la fréquence de suivi des stocks de GES en se calant sur la fréquence et les dates des vérifications (voir paragraphe 2.1).

En cohérence avec les règles établies pour les projets MDP dans le cadre des Accords de Milan, les activités de gestion (y compris les cycles de récolte) et les opérations de suivi sont prévues de manière à éviter une coïncidence systématique entre les opérations de suivi (mesure in situ, inventaire forestier ...) et les pics au niveau des stocks de carbone.

6.4. Calcul de la Différence de Stock de carbone annuel engendrée par le projet sur la période entre deux mesures (ΔS_n)

Pour l'année n, en teqCO_2 :

$$\Delta S_n = S_{\text{projet } n} - S_{\text{réf } n} - \Sigma F_{\text{projet}}$$

Avec :

ΔS_n = Différence de Stock de carbone annuel générée par le projet lors de l'année n

$S_{\text{projet } n}$ = Stock de carbone dans la plantation projet lors de l'année n

$S_{\text{réf } n}$ = Stock de carbone dans le scénario de référence lors de l'année n

ΣF_{projet} = Somme des fuites liées au projet depuis le démarrage du projet jusqu'à l'année n

Il n'est pas nécessaire, pour le porteur de projet, d'effectuer des mesures annuelles. Pour évaluer ΔS_n plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

- soit en extrapolant sur la base des données issues des inventaires réalisés in situ qui seront confrontés aux modèles/tables de croissance (existants ou développés dans le cadre de ce projet),
- soit en proposant une méthode de calcul que le porteur de projet devra justifier en ne surestimant pas les gains carbone générés par le projet.

Les différentes composantes sont mesurées selon les règles suivantes :

6.4.1. Le cas du scénario de référence ($S_{\text{réf } n}$)

Voir paragraphe 5.2

6.4.2. Le cas du scénario projet ($S_{\text{projet } n}$)

En cohérence avec les principes énoncés en section 2.4, le suivi d'un réservoir (eg. sol, litière,...) pourra être omis si le porteur démontre que ce réservoir n'est pas une source de carbone, c'est-à-dire que $S_{\text{projet réservoir } n} > S_{\text{ref réservoir } n}$.

Le suivi du scénario projet pourra être réalisé suivant les trois modalités prévues au 5.4. Quelle que soit la méthode employée, la marge d'erreur maximale sur les valeurs de volume bois fort aérien estimées, doit être de 20% pour un projet de « petite taille » (concernant une surface inférieure à 1000ha, et générant une absorption annuelle moyenne sur la durée du projet, inférieure à 10 000 tCO₂ absorbées/an). Inversement, la marge d'erreur maximale sur les valeurs de volume bois fort aérien estimées, doit être de 10% pour un projet de « grande taille » (concernant une surface supérieure ou égale à 1000ha, et générant une absorption annuelle moyenne sur la durée du projet supérieure ou égale à 10 000 tCO₂ absorbées/an). Dans le cas où la marge d'erreur est plus importante, la valeur la plus basse sera retenue pour estimer la valeur du stock.

• Approche « mesure de terrain »

Des placettes peuvent être mises en place dans la plantation projet pour suivre en temps réel, tout au long de la vie du projet, l'évolution des stocks de carbone dans la plantation projet **sur chacun des réservoirs de carbone sélectionnés**. Le porteur de projet s'appuiera notamment sur les « *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » du GIEC²⁰. Des points d'échantillonnage (permanents ou temporaires) doivent être sélectionnés. Ils permettent de mesurer des stocks. La fréquence de ces mesures sera à caler sur la fréquence de suivi déterminée au paragraphe 6.3.

²⁰ Paragraphe 4.3.3.4

Le nombre et la surface des points d'échantillonnage dépendent de la précision souhaitée, de la variabilité dans les stocks et sur la parcelle (hétérogénéité) et des coûts associés. Le calcul du nombre et de la surface des placettes nécessaires est réalisé sur la base d'une marge d'erreur d'un maximum de +/- 20 % avec un intervalle de confiance de 95% pour estimer les volumes de bois aérien. Dans le cas où cette marge d'erreur serait plus importante que +/- 20%, la valeur la plus basse sera retenue pour estimer la valeur du stock.

Ces mesures seront complétées par des données issues de la bibliographie (infradensité,...) ou livrées par d'autres structures (données IGN par exemple, études faites dans le cadre de l'inventaire national GES,...). Le porteur de projet devra argumenter la pertinence de ces données et la compatibilité avec son projet.

Afin d'évaluer les stocks de carbone annuels dans la plantation projet à partir de deux mesures faites sur le terrain à un intervalle « p », et en l'absence de modèles ou tables de production pertinents, le porteur de projet présentera une méthode de calcul pertinente qui pourra être, par défaut, une extrapolation linéaire. La méthode utilisée ne surestimera pas les quantités de carbone séquestrées par la plantation (« approche conservative »).

- **Approche modélisation** (se référer aux critères du paragraphe 5.2)

Le porteur de projet devra également prouver que la plantation projet n'a pas fait l'objet de dégâts non prévus et non captés dans le modèle (du fait d'une tempête, d'incendies...). Cette preuve peut être apportée par télédétection ou par un dispositif d'échantillonnage conforme aux exigences du GIEC.

- **Approche combinée modélisation et mesures de terrain**

Le porteur de projet peut combiner modèle(s) et mesures de terrain pour déterminer le stock de gaz à effet de serre dans la plantation projet. Les modèles utilisés peuvent être revus et ajustés pendant la période de comptabilisation en fonction des données disponibles, sur justification du porteur de projet.

Les mesures de terrain utilisées peuvent provenir de placettes situées dans la plantation projet (voir paragraphe point suivant pour les modalités).

Elles peuvent également provenir de placettes situées dans des conditions analogues (par exemple un dispositif expérimental pertinent), ou bien provenant des résultats issus de l'inventaire national (données IGN). Dans ce cas, le porteur de projet devra fournir des éléments pour démontrer que les résultats provenant de ces mesures terrain sont bien applicables au cas de la plantation projet. Il devra notamment démontrer que la plantation projet a bien été gérée de la même manière (même intensité et fréquence de prélèvement) et que la plantation projet n'a pas fait l'objet de dégâts significatifs non prévus et non captés dans les mesures de terrain utilisées (du fait d'une tempête, d'incendies...).

Les quantités de carbone stockées dans les différents réservoirs entre deux mesures peuvent être calculées à partir des valeurs estimées par le(s) modèle(s) sur les années concernées.

Un autre exemple de combinaison entre modélisation et mesures de terrain est l'usage de données de télédétection. Le cas échéant, il convient de démontrer la validité du modèle, souvent statistique, qui convertit la donnée brute de télédétection (eg. intensité de retour sur une plage de longueur d'onde) en variable objectif (eg. biomasse aérienne), pour la zone et le type de végétation considérés.

- **Variables et paramètres**

Le porteur de projet devra utiliser les données les plus précises possibles, notamment pour évaluer le stock de carbone présent dans le sol en tonne de matière sèche. Il pourra se reporter au chapitre 4.3 des « *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* » ou à des données nationales s'il prouve qu'elles sont compatibles avec le projet.

Paramètres à fixer:

| Paramètre | Facteur de conversion tonne de carbone / tonne de matière sèche |
|---------------------------|---|
| Symbole | Fc |
| Unité | sans unité |
| Source à utiliser | CARBOFOR ²¹ (= 0.475) Données régionales ou locales |
| Valeur à appliquer | Selon la source |

Variables à suivre :

| Variable | Stock de biomasse aérienne |
|--|---|
| Symbole | S _{ba} |
| Unité | En tonne de matière sèche |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures, etc.) | Il existe deux types de méthodes pour l'estimer à partir de données de terrain : <ul style="list-style-type: none"> - Une méthode directe via des équations allométriques (pour plus détails et des exemples de sources, se reporter à l'annexe 1) - Une méthode indirecte via des coefficients d'expansion de biomasse (pour plus de détails se reporter à l'annexe 2) Le résultat d'une simulation ou d'une table de croissance appropriée convient également (cf paragraphe 5.2). |
| Commentaires | Privilégier les données les plus locales possibles |

| Variable | Infradensité |
|--|--|
| Symbole | D |
| Unité | En tonne de matière sèche par m ³ |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures, etc.) | Le GIEC (2003) recommande l'utilisation de valeurs d'infradensité définies pour un certain nombre d'espèces (voir tableau en annexe 4) |
| Commentaires | Privilégier les données les plus locales possibles |

| Variable | Stock de biomasse souterraine |
|--|---|
| Symbole | S _{sou} |
| Unité | En tonne de matière sèche |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures, etc.) | Utilisation d'équations allométriques à partir de la biomasse aérienne (quelques valeurs par défaut en annexe 3). Utilisation d'un coefficient d'expansion de biomasse à partir de la biomasse aérienne. |
| Commentaires | Privilégier les données les plus locales possibles |

| Variable | Stock de bois mort |
|----------------|--------------------|
| Symbole | S _b |

²¹ Rapport final du projet CARBOFOR, 2004. Coordinateur Denis Loustau, unité EPHYSE, INRA Bordeaux

| | |
|---|--|
| Unité | En tonne de matière sèche |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures,etc.) | Se reporter au paragraphe 4.3.3.5.3 des bonnes pratiques du GIEC, ou utiliser des données plus locales |
| Commentaires | |

| | |
|---|--|
| Variable | Stock de carbone dans la litière |
| Symbole | S_{lit} |
| Unité | En tonne de matière sèche |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures,etc.) | Se reporter au paragraphe 4.3.3.5.3 des bonnes pratiques du GIEC, ou utiliser des données plus locales |
| Commentaires | |

| | |
|---|--|
| Variable | Stock de carbone organique du sol |
| Symbole | S_{sol} |
| Unité | En tonne de matière sèche |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures,etc.) | Se reporter au paragraphe 4.3.3.5.4 des bonnes pratiques du GIEC Outil d'estimation des variations des stocks de carbone des sols associées aux changements de gestion sur les terres cultivées et les pâturages, basé sur des données par défaut du GIEC ²² , ou utiliser des données plus locales, comme celles présentées en annexe 5 |
| Commentaires | |

| | |
|---|---------------|
| Paramètre | Fuites |
| Symbole | F |
| Unité | En $teqCO_2$ |
| Fréquence de suivi | A définir |
| Méthodes à utiliser pour obtenir la valeur (mesures, calculs, procédures,etc.) | |
| Commentaires | |

7. Intégrité environnementale

Le porteur de projet doit montrer que la gestion forestière du projet est durable et prend bien en compte les autres critères environnementaux et sociaux reliés ou non à la lutte contre le changement climatique. Il doit démontrer que l'activité de projet n'a pas d'effet négatif significatif sur l'environnement, ou sur les aspects

²² Appendice 4A.1 des « Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques dans le secteur UTCATF »

socio-économiques. A cette fin il réalise une analyse en tenant compte des composantes suivantes : biodiversité, paysage, cycle de l'eau, protection des sols et enjeux sociaux économiques.

Cette analyse s'appuie sur les données disponibles, et notamment sur les zonages réglementaires existants et divers statuts de protection (présence de site Natura 2000, arrêté de protection de biotope,...).

8. Synthèse des démarches selon la réalisation d'un projet unique ou d'un programme

- Un projet peut concerner un unique site ou un ensemble de sites.
- Plusieurs types de plantation peuvent être menés (différentes essences, différents itinéraires sylvicoles,...).
- Les sources, puits et réservoirs à prendre en compte doivent être identiques à l'échelle d'un projet.
- Un projet peut contenir un unique scénario de référence ou une combinaison de scénarii (si différents cas de figure se présentent : par exemple un usage agricole sur une partie des sites, et une évolution naturelle de la végétation existante pour les autres sites).
- Chaque scénario de référence peut être défini à différentes échelles : au niveau de chaque parcelle ou unité de gestion, ou bien à des échelles plus macroscopique, (site ou regroupement de sites) selon l'homogénéité des situations.
- Il en est de même pour la démonstration de l'additionnalité : unique ou combinaison d'éléments pour couvrir tous les cas de figure.
- Les différentes modalités de suivi (mesures de terrain, modélisation, ou approche combinée) sont à concevoir de manière pertinente en respectant l'approche conservative (voir paragraphe 6). Ainsi des plans d'échantillonnage peuvent être mis en place sur toutes les parcelles répondant aux mêmes caractéristiques (mêmes essences, même itinéraire, même station), même si elles sont sur des sites différents appartenant au même projet. Dans le cas d'une modélisation, l'exercice pourra être fait à différentes échelles : parcelle, voire une échelle plus importante (régionale, par exemple, si les résultats obtenus sont pertinents et transposables au cas du projet).
- La démonstration de l'intégrité environnementale doit prendre en compte les enjeux environnementaux sur l'ensemble des parcelles constituant le(s) site(s) du projet.
- Lorsque le porteur de projet (ou le mandataire) dépose la demande initiale d'agrément, le document descriptif du projet contient :
 - o tous les éléments détaillés ci-après : sources, puits, réservoirs, scénario(ii) de référence, additionnalité, modalités de suivi, intégrité environnementale
 - o le document initial qui localise a minima les deux tiers des sites répondant à la logique de ce projet ;
 - o le document qui précise la surface maximum susceptible d'entrer dans ce projet.
- Lorsque le porteur de projet (ou le mandataire) demande la vérification des premiers crédits, un complément au document descriptif du projet sera fait si des nouveaux sites ont été identifiés. Ce complément précisera la localisation des nouveaux sites et explicitera la manière dont ces nouveaux sites répondent aux critères d'éligibilité posés. Il précisera l'application, pour ces nouveaux sites, des éléments définis dans le dossier initial : scénario (ii) de référence, additionnalité, modalités de suivi, intégrité environnementale. Il s'agit bien d'application et non de définition d'éléments nouveaux.

Annexe 1 : Méthode directe d'évaluation du stock de la biomasse aérienne

La méthode par équations allométriques implique deux étapes :

- mesure du diamètre à 1,30m de haut depuis la base (et dans certains cas la hauteur) de tous les arbres dans les parcelles échantillonnées, au dessus d'un diamètre minimum
- estimation du stock de carbone de la biomasse aérienne grâce à des équations allométriques élaborées à partir de mesures directes obtenues dans la littérature.

Le tableau ci-dessous, extrait des bonnes pratiques du GIEC²³, présente des exemples d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse arborée aérienne

| Équation | Type de forêt ^a | R ² /taille d'échantillon | Plage de DHP (cm) |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| $Y = \exp[-2,289 + 2,649 \cdot \ln(\text{DHP}) - 0,021 \cdot (\ln(\text{DHP}))^2]$ | Tropicale humide bois durs | 0,98/226 | 5 – 148 |
| $Y = 21,297 - 6,953 \cdot (\text{DHP}) + 0,740 \cdot (\text{DHP})^2$ | Tropicale pluvieuse bois durs | 0,92/176 | 4 – 112 |
| $Y = 0,887 + [(10486 \cdot (\text{DHP})^{2,84}) / ((\text{DHP})^{2,84} + 376907)]$ | Tempérée/tropicale pins | 0,98/137 | 0,6 – 56 |
| $Y = 0,5 + [(25000 \cdot (\text{DHP})^{2,5}) / ((\text{DHP})^{2,5} + 246872)]$ | Tempérée Est des États-Unis bois durs | 0,99/454 | 1,3 – 83,2 |

Où
 Y = matières sèches aériennes, kg (arbre)⁻¹
 DHP = diamètre à hauteur de poitrine, cm
 ln = logarithme naturel
 exp = « e à la puissance de »

^a En général, tropicale humide représente des zones où les précipitations se situent entre 2000 et 4000 mm/an dans les basses terres ; tropicale pluvieuse représente des zones où les précipitations sont supérieures à 4000 mm/an dans les basses terres (voir Brown, 1997, pour des informations plus détaillées).

Sources: Mise à jour de Brown (1997) ; Brown et Schroeder (1999) ; Schroeder *et al.* (1997)

En France, certains types de forêts particulières ont des tarifs qui leur sont propres, telles que les futaies régulières de Pin maritime des Landes (Porté et al.²⁴). A l'échelle nationale, des tarifs de cubage de biomasse aérienne totale pour les 6 principales essences forestières ainsi que pour les feuillus divers ont été établis par P. Vallet (Vallet et al.²⁵). Sont ainsi disponibles les équations allométriques suivantes :

- Chêne sessile
- Douglas
- Epicéa
- Hêtre
- Pin sylvestre
- Sapin pectiné

²³ Appendice 4A.2 des recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF

²⁴ Allometric relationships for branch and tree woody biomass of maritime Pine (*Pinus Pinaster* ait.) – Forest Ecology and Management, n°158, pp. 71 - 83

²⁵ Development of total aboveground volume tables for 7 important forest tree species in France. Vallet et al. Forest Ecology and Management, 2006

Annexe 2: Méthode indirecte d'évaluation du stock de la biomasse aérienne et souterraine

Cette méthode d'estimation de la biomasse aérienne des forêts consiste à utiliser le volume commercial de l'arbre, pour lequel on dispose souvent d'un grand nombre d'équations ou de méthodes d'estimation. La méthode indirecte est basée sur des facteurs établis au niveau du peuplement. Une fois le volume commercial estimé, le stock de carbone de la biomasse aérienne s'obtient selon la formule suivante :

$$\text{Biomasse aérienne} = V * D * \text{FExB} * \text{FExR}$$

V : volume de bois fort sur pied, obtenu par inventaire forestier, en m³ (découpe 7,5cm)

D : infradensité du bois, égal au rapport de la masse de la matière sèche à son volume (T/m³),

FExB : facteur d'expansion branches, rapport (Masse aérienne totale)/(Masse tige)

FExR : facteur d'expansion racines, rapport (Masse totale)/(Masse aérienne totale)

Des valeurs de FexR, FexB, D, peuvent être obtenues dans le rapport des bonnes pratiques du GIEC, ou dans la littérature :

Tableau 1 : Facteurs d'expansion branches moyens, médians (entre parenthèses) pour 159 peuplements des zones tempérées, boréales et méditerranéennes (données Cannell 1982). Le nombre d'échantillons utilisés est indiqué entre tirets.

| | Feuillus | Conifères | Ensemble |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|
| Jeunes | 1,27 (1,24) -6- | 1,43 (1,43) -36- | 1,41 (1,39) -42- |
| Agés | 1,27 (1,25) -49- | 1,17 (1,16) -68- | 1,21 (1,18) -117- |
| Ensemble | 1,27 (1,25) -55- | 1,26 (1,18) -104- | 1,26 (1,19) -159- |

Tableau 2 : Facteurs d'expansion racines moyens, médians (entre parenthèses) pour 239 peuplements des zones tempérées, boréales et méditerranéennes (données Cannell 1982 et Vogt et al. 1996). Le nombre d'échantillons utilisés est indiqué entre tirets.

| | Ensemble | conifères | feuillus | Total |
|---|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| facteur d'expansion racines (aérien+grosses+fines)/aérien | 1,30 (1,24) -159- | 1,28 (1,24) -80- | 1,29 (1,24) -239- | |
| <= 30 ans | 1,37 (1,25) -36- | 1,48 (1,29) -14- | 1,40 (1,28) -50- | |
| > 30 ans | 1,28 (1,24) -123- | 1,24 (1,21) -66- | 1,26 (1,24) -189- | |

| | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|----------|-----------------------|----------|---|-------------------|
| Auteur | Dupouey et al., 1999 | | Hamel et al., 2004 | | Tassone et al., 2004 | |
| Zone géographique | France | | France | | Calabre, Italie | |
| Essence | Feuillus | Résineux | Feuillus | Résineux | <i>Juglans regia</i> , <i>Fagus sylvatica</i> | <i>Abies alba</i> |
| F _{ExB} | 1,304 | 1,125 | 1,611* | 1,335* | 2 | 1,4 |
| F _{ExR} | 1,19 | 1,235 | 1,28 | 1,3 | | |
| D | 0,555 | 0,41 | 0,546 | 0,438 | 0,73 | 0,6 |
| T _{CAR} | 0,5 | 0,5 | 0,475 | 0,475 | 0,49 | 0,52 |
| Autres compartiments | 2,3 | 6,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Auteur | Cannell, 1982 ; Vogt et al., 1996 | | Colin, 2004 | | * Etablis à partir d'un tarif de cubage volume total aérien (Cf. Vallet, 2005, et Valet et al., 2006) | |
| Zone géographique | boréale et méditerranéenne | | Landes de Gascogne | | | |
| Essence | Feuillus | Résineux | <i>Pinus pinaster</i> | | | |
| F _{ExB} | 1,27 | 1,26 | 1,6 | | | |
| F _{ExR} | 1,28 | 1,3 | 1,3 | | | |
| D | | | 0,51 | | | |
| T _{CAR} | | | 0,5 | | | |
| Autres compartiments | | | 0 | | | |

Annexe 3 : Exemple d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse souterraine²⁶

| TABLEAU 4.A.4 ÉQUATIONS ALLOMETRIQUES POUR L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE SOUTERRAINE OU RACINAIRE DES FORETS BIEN QUE L'AJOUT DE L'ÂGE ET DE LA LATITUDE N'AIT PAS AUGMENTÉ R ² DE BEAUCOUP, LES COEFFICIENTS ÉTAIENT EXTREMEMENT SIGNIFICATIFS | | | |
|---|--|-------------------|----------------|
| Conditions et variables indépendantes | Équation | Taille d'échant'n | R ² |
| Toutes les forêts, BA | $Y = \exp[-1,085 + 0,9256 \cdot \ln(BA)]$ | 151 | 0,83 |
| Toutes les forêts, BA et ÂGE | $Y = \exp[-1,3267 + 0,8877 \cdot \ln(BA) + 0,1045 \cdot \ln(\hat{A}GE)]$ | 109 | 0,84 |
| Forêts tropicales, BA | $Y = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(\cdot)]$ | 151 | 0,84 |
| Forêts tempérées, BA | $Y = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(BA) + 0,2840]$ | 151 | 0,84 |
| Forêts boréales, BA | $Y = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(BA) + 0,1874]$ | 151 | 0,84 |
| Où Y = biomasse racinaire en Mg ha ⁻¹ de matières sèches ln = logarithme naturel exp = « e à la puissance de » BA = biomasse aérienne en Mg ha ⁻¹ de matières sèches ÂGE = âge de la forêt, années Source : Cairns <i>et al.</i> (1997) | | | |

²⁶ Appendice 4A.2 des recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF

Annexe 4 : Infradensités recommandées par le GIEC pour les principales essences françaises

| Espèce ou genre | Abies | Acer | Alnus | Betula |
|---------------------------------------|-------|------|-------|--------|
| Infradensité (t/m³) | 0.4 | 0.52 | 0.45 | 0.51 |

| Espèce ou genre | Picea abies | Pinus pinaster | Pinus strobus | Pinus sylvestris |
|---------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|---------------------|
| Infradensité (t/m³) | 0.4 | 0.44 | 0.32 | 0.42 |

Annexe 5 : Estimation du carbone organique du sol (Arrouays²⁷)

En 2002, le Ministère en charge de l'Ecologie et du Développement Durable a commandé à l'INRA une expertise scientifique sur le stockage du carbone dans les sols agricoles en France. Cette étude se base sur l'exploitation de plus de 19 000 références disponibles dans diverses bases données françaises, le résultat est le suivant :

| Quantités de carbone séquestré dans le sol (tC/ha) | |
|--|----|
| Vignes et vergers | 32 |
| Cultures | 45 |
| Prairies permanentes | 70 |
| Forêt tempérée (litière exclue) | 70 |

La prise en compte du carbone du sol se limite à 30 cm de profondeur. L'évaluation du carbone fixé dans le sol ainsi sous-estime probablement de façon significative la séquestration réelle mais cette sous-estimation est préférable à une évaluation sur l'ensemble du sol trop incertaine.

Pour le cas d'une plantation sur sol agricole, il ne s'agit pas d'évaluer le carbone total stocké dans le sol, mais la différence entre le scénario du projet et le scénario de référence. Si le scénario de référence est une poursuite de l'exploitation agricole, alors le stockage de carbone dans le sol peut être estimé en utilisant la formule suivante :

$$S_{\text{sol } t} - S_{\text{sol } t_0} = (C_{\text{for}} - C_{\text{cult}}) * (1 - \exp(-0,0175*t)), \text{ avec}$$

$S_{\text{sol } t} - S_{\text{sol } t_0}$: stockage de carbone dans le sol entre t et t_0

C_{for} : teneur en carbone d'un sol forestier à l'équilibre, évaluée à 70 tC/ha (pour une plus grande précision, voir l'étude Arrouays)

C_{cult} : teneur en carbone d'un sol agricole à l'équilibre, évaluée à 45 tC/ha (pour une plus grande précision, voir l'étude Arrouays)

²⁷ Arrouays et al., 2002. Stocker du carbone dans les sols agricoles en France ? Rapport d'expertise scientifique de l'INRA – Paris : INRA 332 p.

Annexe 6 : Glossaire

CCNUCC : La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques adoptée à Rio en juin 1992 avait été arrêtée le 9 mai 1992 à New York. L'objectif de la convention est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute «perturbation anthropique dangereuse du système climatique » (art.2). Les membres de la convention se réunissent lors des **COP** (Conference Of the Parties).

GES : Gaz à Effet de Serre. Gaz qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, d'où augmentation de la chaleur. Plus d'une quarantaine de gaz à effet de serre ont été recensés par le GIEC parmi lesquels figurent : la Vapeur d'eau(H₂O), le Dioxyde de carbone (CO₂), le Méthane (CH₄), l'Ozone (O₃), le Protoxyde d'azote (N₂O), l'Hydrofluorocarbures (HFC), le Perfluorocarbures (PFC) et l'Hexafluorure de soufre (SF₆).

GIEC : Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat est composé d'environ 2500 scientifiques travaillant sur la question des changements climatiques et publie de nombreuses études démontrant, notamment, qu'il y a une influence perceptible de l'activité humaine sur le climat global.

MDP : Mécanisme de Développement Propre. Ce mécanisme permet à un pays industrialisé de financer des projets permettant de réduire dans un pays du Sud ses émissions de GES. En contrepartie, l'investisseur obtient des crédits d'émissions.

MOC : Le système de Mise en Oeuvre Conjointe est très similaire à celui du MDP. Il s'applique aux pays de l'annexe 1 ayant pris des objectifs chiffrés de réduction d'émissions dans le cadre du protocole de Kyoto (pays industrialisés).

PK : Protocole de Kyoto. En décembre 1997, à l'issue de la troisième réunion des Parties (COP 3) à la convention de Rio, 38 pays industrialisés se sont engagés à réduire les émissions de six gaz à effet de serre : CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆. Ces pays industrialisés se sont engagés sur une réduction de leurs émissions des six principaux gaz à effet de serre de 5,2% en moyenne entre 2008 et 2012 par rapport au niveau de 1990.

SCEQE : Système Communautaire d'Echange de Quotas d'Emissions. Dans le cadre du protocole de Kyoto, un système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre a été mis en place en Europe afin de réduire les émissions de CO₂.

UTCATF (UTCF) : Cette section regroupe différentes activités qui sont suivies dans le cadre des inventaires nationaux de GES auxquels la France s'est engagée, suite à la signature de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto. Ce domaine concerne les activités liées à l'Utilisation des Terres, aux Changements d'Affectation des Terres ainsi que les émissions/absorptions liées à la Forêt. Ce secteur est une source d'émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O mais a également la particularité de pouvoir constituer un puits de GES. Les émissions liées à l'utilisation de l'énergie en sylviculture et agriculture ainsi que les émissions spécifiques liées à la pratique de l'agriculture sont exclues de cette catégorie et prises en compte dans un autre secteur.