

Présentation de la méthodologie proposée pour valoriser le carbone stocké par des alignements agroforestiers intraparcellaires

Proposition de Méthode Agroforesterie intraparcellaire

Version du 02/02/2025 – A valider par le MTE pour intégration à la démarche Label Bas Carbone

Document de travail pour une méthode Bas Carbone Agroforesterie intraparcellaire. Cette méthode tient compte de la plantation intraparcellaire d'arbres isolés et en alignements qui vient intégrer les méthodes Bas Carbone, discutée en groupe public national du ministère de la Transition.



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Table des matières

Remerciements	4
1. Présentation de la méthode Agroforesterie intraparcellaire	5
1.1. Cadre de la méthode	5
1.2. Articulation avec les méthodes existantes déjà approuvées	6
1.3. Mise à jour de la méthode	7
1.4. Références génériques	7
2. Définitions et durée	8
2.1. Durée de projet	9
2.2. Porteur de projet	9
2.3. Sélection des sources/puits et compartiments à prendre en compte	9
2.4. Typologie des systèmes agroforestiers intraparcellaires	10
2.5. Itinéraires de gestion des systèmes agroforestiers	11
3. Critères d'éligibilité	Erreur ! Signet non défini.
3.1. Eligibilité d'un projet	12
3.2. Pièces justificatives à fournir systématiquement	13
4. Etat et scénario de référence, additionnalité	14
4.1. Mise en place de l'état de référence	14
4.2. Scénario de référence	14
4.2.1. Compartiments biomasses	14
4.2.2. Compartiment sol	16
4.3. Démonstration de l'additionnalité	16
4.3.1. Place de l'arbre et évolution de l'agroforesterie intraparcellaire en France	16
4.3.2. Aides à la plantation	18
4.3.3. Analyse socio-économique	22
5. Evaluation des co-bénéfices	24
5.1. Co-bénéfices pour la méthode Agroforesterie intraparcellaire	24
6. Intégrations des risques	28
6.1. Risque de non-permanence : 10% à n+5	28
6.2. Risque anthropique : aucun rabais	28
6.3. Risque dû au gibier : aucun rabais	28
6.4. Risque lié à la croissance des plants intraparcellaires	28
7. Réductions d'émissions en agroforesterie intraparcellaire	30
7.1. Réductions d'émissions directes (RED) générables	30
7.2. Evolution du carbone dans le scénario projet pour les compartiments biomasse	32
7.2.1. Calcul du stock de carbone dans les compartiments biomasse dans le scénario de projet	32

7.2.2. Données issues des références scientifiques concernant les compartiments biomasses utilisables dans le scénario de projet	32
7.3. Evolution du carbone dans le scénario de référence pour les compartiments biomasse	34
7.4. Modalités de calcul selon les itinéraires techniques des systèmes agroforestiers	34
7.5. Evolution de carbone additionnel dans le compartiment sol	35
7.6. Synthèse séquestration carbone en systèmes agroforestiers	35
8. Réductions d'émissions de l'empreinte (REE) générables (<i>option non applicable dans cette version</i>)	38
9. Suivi d'un projet et vérification des réductions d'émissions	42
9.1. Suivi du projet	42
9.2. Modalités de vérification des réductions d'émissions	42
9.3. Vérification documentaire par un Auditeur à n+5, n+ 10 et n+15.	43
9.4. Vérification additionnelle de terrain par un Auditeur tous les 5 ans	44
9.5. Délivrance des réductions d'émissions	44
9.6. Récapitulatif des rabais	44
9.7. Formulaire nécessaires au Porteur de projet	45
Références bibliographiques	46

Remerciements

La méthode Agroforesterie intraparcellaire prend en compte la séquestration additionnelle de carbone par la présence d'arbres en agriculture à l'intérieur des parcelles (agroforesterie intraparcellaire). La méthode a été travaillée dans un premier temps par Chambres d'agriculture France et la Chambre d'agriculture de l'Aube, sur financement du programme « Action thématique transversale (ATT) Agroforesterie 2020-2021 » (CasDAR) du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation puis le travail de finalisation a pu être prolongé grâce au financement CasDAR PNDAR 2023 2024.

La rédaction de cette méthode a mobilisé un groupe de travail large dès son commencement. Les participants à ces groupes de travail sont remerciés pour l'investissement de leur temps.

Sont remerciés en particulier : les conseillers agroforestiers du réseau Chambres d'agriculture France, le Ministère de la Transition Ecologique, le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, PUR Projet, Afac-Agroforesteries Pays de la Loire, INRAE, AGROOF SCOP, CIRAD, la Société forestière.

1. Présentation de la méthode Agroforesterie intraparcellaire

1.1. Cadre de la méthode

La méthode Agroforesterie intraparcellaire doit être conforme au référentiel du label « Bas-Carbone » décrit dans l'arrêté du 28 novembre 2018. Cette méthode concerne principalement la séquestration du carbone dans les arbres isolés et/ou plantés en alignement à l'intérieur des parcelles agricoles, conduites par des acteurs qui pratiquent l'agroforesterie et peuvent être accompagnés dans leur démarche par des réseaux techniques experts. La méthode décrit le processus d'évaluation des réductions d'émissions et les modalités de fonctionnement d'un projet.

La méthode Agroforesterie intraparcellaire comptabilise la séquestration du carbone dans les sols et la biomasse par le biais de calculs dont les modalités sont fournies par les données sur la base des références les plus récentes issues de la recherche en France et en Europe, et par le biais d'un plan d'aménagement respectant le cadre-type proposé (en annexe). Cette séquestration est appelée réduction d'émissions au sens du référentiel du Label Bas Carbone.

La gestion durable de ces systèmes agroforestiers, soutenue par le respect du cadre-type, au besoin, son accompagnement technique, respecte le cycle des arbres intraparcellaires, assure leur renouvellement et leur entretien durable, nécessaire sur un temps plus long que le temps de la plantation, et leur régénération au cours du temps, évite leur surexploitation et les pratiques dégradantes.

La présente méthode s'appuie sur le diagnostic d'un plan d'aménagement établi en début de projet, qui va décrire l'état initial des surfaces agroforestières concernées de l'exploitation agricole. Pour passer de l'état initial à l'objectif cible il est nécessaire de s'appuyer sur un programme de travaux (travail du sol, protections, tailles de formation et d'élagage, entretien du linéaire sous-arboré, entretien de la bande enherbée...) qui permettent d'assurer le bon développement en termes de production de biomasse, de stockage de carbone et de co-bénéfices associés.

- Le plan d'aménagement est donc le socle de la démarche. Sa rédaction s'appuie notamment sur : Le Guide technique de l'agroforesterie (264 pages)

Un document technique très détaillé et illustré pour aborder toutes les étapes d'un projet agroforestier.

L'ouvrage, fruit de l'expérience de terrain et d'échanges avec des spécialistes, fournit des instructions claires et précises en vue de choisir les techniques optimales et les fournitures idéales pour garantir la réussite de chantiers agroforestiers, depuis la préparation d'un projet de plantation jusqu'à la récolte. En effet, tout projet agroforestier réclame des investissements en temps et en moyens, que le candidat planteur doit pouvoir apprécier et comparer pour décider en connaissance de cause.

Pour tout projet agroforestier (haie, brise-vent, alignements, bandes boisées, arbres têtards, arbres fruitiers, taillis à courte rotation...), l'objectif de ce guide technique est d'aider les acteurs concernés à concilier les itinéraires performants avec les contraintes légales ou réglementaires, les aides publiques et les réalités agronomiques et écologiques des parcelles concernées (sols,

climat, types d'élevage, type de culture, contraintes, pression de la faune et du bétail, enjeux agronomiques ou environnementaux).»

<https://drive.google.com/file/d/1xLxRldMaL1Pgr2tzvWv70742gwWrSSfq/view>

Toutes ces ressources (ainsi que d'autres disponibles sur la page internet mentionnée) ont été réalisées dans le cadre du projet Interreg - Trans Agro Forest, Avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional et le cofinancement de la Région Hauts-de-France, de la Région wallonne, du Service Public de Wallonie et des provinces du Hainaut et du Luxembourg

Ils sont en accès libre

- Le plan d'aménagement est réalisé et actualisé pendant la durée du projet, par le porteur de projet et/ou, s'il le souhaite, par un technicien spécialisé. Il comporte notamment, pour chaque projet agroforestier : objectif du projet, essences plantées et leur adéquation au milieu planté, densité ou modalité de plantation, révolution cible, entretiens et travaux d'élague divers, respect du cahier des charges (respecter les cycles des arbres intraparcéllaires, assurer leur renouvellement et leur entretien durable, régénération au cours du temps, éviter leur surexploitation et les pratiques dégradantes).

Cette méthode Agroforesterie intraparcéllaire a vocation à s'inscrire dans le Label Bas Carbone porté par le ministère de la Transition écologique (MTE), et s'inscrit en complément de la méthode Haies du Label Bas Carbone, afin de mutualiser les approches agroforestières péri-(haies) et intraparcéllaires. Ainsi, les réductions d'émissions réalisées dans le cadre de la méthode Agroforesterie intraparcéllaire seront certifiées par l'Etat français.

1.2. Articulation avec les méthodes existantes déjà approuvées

Dans le but d'éviter les double-comptes de réductions d'émissions dans deux méthodes différentes, il est nécessaire de penser l'articulation entre les méthodes portant sur un même objet.

La méthode Agroforesterie intraparcéllaire est interopérable avec les autres méthodes car les périmètres ne se recoupent pas. Un projet pourra mettre en œuvre différentes méthodes, en délimitant précisément les systèmes et surfaces.

- Les méthodes dites forestières prévoient l'éventualité de boisement de parcelles agricoles. La méthode Agroforesterie intraparcéllaire ne présente pas de juxtaposition aux méthodes forestières « **Balivage** », et « **Restauration de forêts dégradées** » aujourd'hui existantes, car les surfaces considérées dans le périmètre de cette méthode sont agricoles et non forestières. La méthode Agroforesterie intraparcéllaire ne présente pas non plus de juxtaposition à la méthode « **Boisement** » car les densités de base prévues dans celle-ci sont supérieures aux densités maximales prévues dans la méthode Systèmes agroforestiers : 130 plants/ha pour les peupliers et noyers, 800 plants/ha pour les feuillus précieux et 900 plants/ha pour d'autres essences, dans la méthode forestière « **Boisement** ». Les densités minimales ne sont pas applicables dans certains cas particuliers (fiches GRECO Corse et Méditerranée, boisement en terrains pentus) ; à défaut de précisions suffisamment claires et actualisées sur ces exceptions dans l'actuelle méthode « **Boisement** », l'Autorité aura à charge de vérifier que les deux périmètres ne méthodes ne se chevauchent pas.

- Une méthode « **Plantation de vergers** » existe dans le cadre du Label Bas Carbone. Les périmètres sont indépendants car il y a une double production dans les parcelles agroforestières. Ce point est caractéristique de l'agroforesterie.
- Une **méthode « Grandes cultures »** a été adoptée mais ne présente pas de levier touchant à l'arbre ni à la biomasse ; de même la méthode Agroforesterie intraparcellaire ne présente pas de levier sur les pratiques culturales ou le travail du sol.
- Une **méthode « Haies »** portant sur la gestion durable des haies a été validée. Dans la mesure où les éléments arborés en bordure de parcelle, et non à l'intérieur des parcelles, sont prévus dans la méthode « Haies », **les systèmes agroforestiers périparcellaires ne sont pas éligibles dans le dispositif du Label Bas Carbone méthode Agroforesterie intraparcellaire**. Au moment du dépôt de projet, le Porteur de projet annonce le choix de la méthode, les deux méthodes étant exclusives.
- Une méthode arbre en ville a été adoptée : elle ne se fait pas sur des surfaces agricoles, il n'y pas de risque de recoupement.

1.3. Mise à jour de la méthode

La méthode Agroforesterie intraparcellaire se veut évolutive et intégrera les avancées scientifiques afin d'affiner la comptabilité des réductions d'émission par une séquestration accrue. Ainsi, lorsque de nouvelles données seront disponibles, la méthode Agroforesterie intraparcellaire sera mise à jour pour augmenter la précision du stockage du carbone dans les systèmes agroforestiers intraparcellaires gérés durablement.

Selon les arbitrages, d'autres volets proches pourront venir étoffer cette méthode. Selon les évolutions il est envisagé de faire le lien avec d'autres méthodes.

1.4. Références génériques

La méthode Agroforesterie intraparcellaire concerne les exploitations agricoles en priorité, mais s'adresse aussi à d'autres acteurs propriétaires de systèmes agroforestiers intraparcellaires pris en compte dans le périmètre de cette méthode : des collectivités, particuliers ou entreprises propriétaires de parcelles complantées à usage agricole. Elle a une vocation nationale (y compris dans les territoires ultramarins) et dispose actuellement des données scientifiques les plus récentes dans le domaine. Les mesures de carbone dans le sol sont complexes à affirmer et dépendent du système en place (pâturage ou culture), du travail du sol, des rotations, de même que les croissances de biomasse racinaire et aérienne dépendent du type de sol, des cultures associées et d'un ensemble de paramètres changeant d'une essence à l'autre.

Pour remédier au manque de données exhaustives sur le sujet, les principales références globales issues de projets européens et nationaux et d'articles de recherche ont été mobilisées (cf. bibliographie en annexe). Pour les trois compartiments pris en compte (carbone dans le sol, biomasse aérienne, biomasse racinaire) dans l'état actuel des connaissances, sont utilisées les données issues de recherches scientifiques qui couvrent l'ensemble des situations (cultures et prairies) et des cas représentatifs de l'ensemble du territoire et des climats. Les calculs proposés dans la partie 7 sont issus de ces données, et présentent des fourchettes basses et prudentes¹.

¹ « Plusieurs rapports et expertises récents portant sur des zones tempérées considèrent l'introduction d'arbres dans les parcelles agricoles comme une pratique stockant du carbone. Aux Etats-Unis, le potentiel de développement de l'agroforesterie sur 10 Mha a été estimé à 4,97 tCO₂e/ha/an. En Europe, une étude, qui reprend d'une expertise

2. Définitions et durée

La méthode Agroforesterie intraparcellaire concerne les parcelles non forestières. Elle a une vocation nationale sur le territoire national (y compris ultramarin). Selon l'étude « 4 pour 1000 » (INRA 2019), l'agroforesterie intraparcellaire représente l'une des pratiques avec le plus fort potentiel de stockage de carbone dans le sol (19% du potentiel total), en plus de stocker dans la biomasse ligneuse.

Le levier de réduction d'émissions visé est la plantation et la gestion durable des systèmes agroforestiers intraparcellaires permettant la séquestration accrue de carbone dans le sol et dans la biomasse racinaire et aérienne.

*Le terme d'agroforesterie intra-parcellaire regroupe un ensemble de pratiques agricoles qui associent des arbres à des cultures assolées ou à des prairies. Dans les zones tempérées et méditerranéennes, les pratiques agroforestières traditionnelles ont été progressivement abandonnées au cours du 20e siècle, notamment pour des raisons liées à la mécanisation [...]. Des systèmes agroforestiers adaptés à la mécanisation ont cependant vu le jour et se développent actuellement en France. Il s'agit d'alignements d'arbres à faibles densités (20 à 200 arbres /ha), implantés au sein de parcelles cultivées (**système sylvo-arable**) ou de prairies, souvent pâturées (**système sylvo-pastoral**). Dans les systèmes sylvo-arables tempérés, les arbres sont plantés en alignements suffisamment distants pour permettre le passage des machines agricoles ; dans la majorité des cas, le sol sous les lignes d'arbres est occupé par une végétation herbacée.*

Définition issue de l'étude « 4 pour 1000 », 2019, p.75 (la densité est ici modifiée).

Sont concernés tous les projets de plantation et de gestion d'arbres alignés et isolés sur des parcelles agricoles: agroforesterie en grandes cultures, en élevage, prés-vergers, plantation d'arbres futurs têtards sur la parcelle, plantation d'arbres de haut jet sur les parcelles viticoles... Les exigences réglementaires liées aux parcours de volaille (Label Bio, rouge etc.) étant assez basses (30 arbres pour le label le plus exigeant), ces plantations sont éligibles à partir du moment où elles dépassent le minimum de la méthode ; le Porteur de projet devra démontrer l'additionnalité.

.

Le système avec verger est éligible à la méthode agroforesterie si la parcelle peut justifier d'un usage agricole multiple (arboriculture + prairie par exemple)

La présente méthode pourra être actualisée en fonction des extensions de périmètres. Dans le cas de Projets éligibles au périmètre des deux méthodes Plantation de vergers ou Agroforesterie intraparcellaire, le Porteur de projet annonce le choix de la méthode, les deux méthodes étant exclusives.

Dans la mesure où les éléments arborés en bordure de parcelle, et non intraparcellaires, sont prévus dans la méthode « Haies », les systèmes agroforestiers uniquement périparcellaires ne sont pas éligibles dans le dispositif du Label Bas Carbone méthode Agroforesterie intraparcellaire.

technique française des taux de stockage en agroforesterie de 5,55 à 14,8 tCO₂e/ha/an selon la densité de plantations, la durée de la rotation et la vitesse de croissance des arbres, a estimé que la contribution potentielle de l'agroforesterie au stockage de carbone est très importante (1566 millions de tonnes CO₂e par an) à l'échelle européenne (UE 27) » (Pellerin *et al.* 2013, p.51).

2.1. Durée de projet

Par dérogation à la partie IV.C du référentiel du label Bas Carbone, pour permettre l'accompagnement de la gestion des systèmes agroforestiers, la durée du projet est de 15 ans, quels que soient la région, l'essence, le contexte pédoclimatique. Cette durée est celle sur laquelle est réalisé le calcul des réductions d'émissions (RE) générables par le projet.

Le choix d'un cycle de 15 ans permet de respecter le rythme de croissance des arbres dans le temps, est cohérent avec les besoins d'entretiens cruciaux des arbres agroforestiers pendant les 15 premières années de développement (protections, tailles de formation, élagage, entretien des linéaires sous-arborés, accompagnement de la démarche pour l'association avec les cultures en place), ainsi qu'avec les récents rapports d'experts sur la nécessité de laisser les arbres croître sur du long terme pour garantir un stockage maximum de carbone.

Il est considéré qu'au bout de 15 ans le projet est suffisamment engagé pour être pérenne, l'essentiel des remplacements et tailles se faisant dans les 15 premières années. Un calcul sur 15 ans reste très conservateur : un arbre agroforestier a une durée de vie bien supérieure et la séquestration carbone dans le sol et la biomasse continue sur toute la durée de vie de l'arbre. **Le choix d'un cycle-projet de 15 ans, avec deux possibilités :**

- **scénario vérifié à 5 ans et un calcul par scénario anticipé pour les 10 dernières années, qui offre ainsi une garantie solide au porteur de projet pour justifier et valoriser plus rapidement sa fixation carbone, tout en acceptant une minimisation de celle-ci par les rabais à appliquer. Ce scénario est à éviter en fermage pour ne pas avoir de rabais trop important (risque propriétaire)**
- **Scénario vérifié à 5, 10 et 15 ans : plus proche de la fixation réelle mais plus étalé dans la valorisation de celle-ci.**

Tous les engagements du porteur de projet reposent *a minima* sur cette période, avec une vérification documentée à n+5. Il en découle que le porteur de projet s'engage à respecter la gestion durable des systèmes agroforestiers pendant 15 ans et à en informer, le cas échéant, le futur propriétaire/gestionnaire.

2.2. Porteur de projet

Un projet est porté par un Porteur de projet, personne physique ou morale responsable d'un projet de réduction des émissions de GES. Il s'agit, soit d'un porteur de projet individuel (une seule exploitation), soit collectif (plusieurs exploitations), soit d'un mandataire, qui représente un projet individuel et/ou collectif. Dans ce dernier cas, le mandataire est l'unique interlocuteur de l'Autorité.

2.3. Sélection des sources/puits et compartiments à prendre en compte

Afin de quantifier le carbone, les compartiments suivant sont retenus :

- Biomasse aérienne ;
- Biomasse racinaire ;
- Carbone du sol.

La génération des crédits considèrera la séquestration de carbone qui aura lieu avant vérification.

Source/Puits	GES	Inclusion	Justification	Type de RE
Séquestration de carbone dans la biomasse aérienne non exploitée	CO ₂	Oui	-	réduction d'émissions nettes effectuées
Séquestration de carbone dans la biomasse racinaire	CO ₂	Oui	-	réduction des émissions nettes effectuées
Séquestration de carbone dans le bois mort	CO ₂	Non	négligeable	-
Séquestration de carbone dans le sol	CO ₂	Oui	-	réduction des émissions nettes effectuées
Combustion de combustibles fossiles liés à la gestion des systèmes agroforestiers	CO ₂ CH ₄	Non	Source négligeable (Pellerin <i>et al.</i> , 2013, p.51)	-
Substitution à des produits ou énergies plus émetteurs que le bois	CO ₂ CH ₄	Non	Manque de robustesse de la démarche dans notre cadre	

Tableau I – Les puits et sources de carbone à inclure selon les compartiments agroforestiers.

2.4. Typologie des systèmes agroforestiers intraparcellaires

En cohérence avec les données scientifiques les plus fournies et référencées, il est choisi de caractériser les arbres par leur rythme de croissance plutôt que par leur usage. Dans la nomenclature de Dupraz et al. (2009) reprise par l'étude EsCoGES (INRA, 2013) et « 4 pour 1000 » (INRA, 2019), deux systèmes de culture principalement sont considérés : l'association d'arbres à une parcelle cultivée (« sylvo-arable ») ou l'association d'arbres à une prairie, souvent pâturée (« sylvo-pastoral »).

Les arbres intra parcellaires en sylvo-arable et sylvo-pastoral seront classés ensuite en fonction des essences (infradensité et vitesse de croissance).

Le diagnostic du plan de gestion listera les essences dans les catégories de croissance . Le Porteur de projet peut se référer aux fiches des essences des CRPF ou de la *Flore forestière française*. A l'intérieur de ces catégories, l'importance de la séquestration carbone est fonction du nombre d'arbres à l'hectare. Si des références locales permettent de mieux estimer le carbone fixé dans le sol, en suivant le protocole de base utilisé pour les calculs (Cardinael *et al.*, 2015 ; Cardinael *et al.*, 2017) et validé par l'Autorité, celles-ci seront utilisées.

2.5. Itinéraires de gestion des systèmes agroforestiers

Différents itinéraires permettent la séquestration de carbone par une gestion durable de systèmes agroforestiers. A l'échelle de l'exploitation, trois itinéraires sont possibles :

- « **Plantation** » sur parcelles sans arbres : cet itinéraire implique l'installation de systèmes agroforestiers *sur une parcelle sans arbres* en intraparcellaire
- « **Densification** » d'une parcelle agroforestière : sur une parcelle agroforestière avec des arbres résiduels à faible densité (exemple densité d'un système agroforestier inférieure à 20 arbres/ha) : replantation d'arbres pour densifier et repasser au dessus de 20 arbres/ha, remplacer des pieds manquants.

3. « Restauration » d'une parcelle dégradée : à la suite de dépérissements constatés (présence de plus de 20% d'arbres dépérissants ou morts) : replantation d'arbres pour densifier et régénérer la pratique. Le protocole Dépéris du DSF pourra être utilisé si applicable pour les essences plantées (essences forestières) ou le dépérissement pourra être constaté par le même conseiller/technicien qui réalise le plan de gestion.

3.1. Eligibilité d'un projet

Le respect de la réglementation est un prérequis à tout projet souhaitant être labellisé Bas Carbone.

Pour qu'un projet soit éligible il devra faire l'objet d'un plan de gestion agroforestier (correspondant au modèle), accompagné d'une synthèse à destination du service instructeur et datant de moins d'un an à la date de dépôt du dossier (ou une mise à jour apportée moins d'un an avant)

Le projet devra comporter :

- Un plan de gestion (respectant le cadre fixé en annexe), faisant office d'une description (documentée) de l'état initial des parcelles concernées
- un minimum de trois essences différentes ou de trois cultivars différents pour un projet, avec un maximum de 40% à l'échelle d'un projet pour l'espèce dominante, hors projets de plantation de peupliers qui apportent une pertinence pour le développement de filières de transformation locale, et hors pré-vergers qui présentent des cultivars différents de la même espèce ;
- La surface minimum engagée doit être supérieure à 1 ha et ne pas dépasser la densité maximum éligible à la PAC
- un taux de dépérissement/d'absence des arbres inférieur à 10% à la vérification du projet après cinq ans, et un remplacement des plants le cas échéant pour garantir le seuil de 90% du scénario Projet.

Pour être éligible, le projet devra garantir le maintien du sol initial non imperméabilisé. Dans le cas d'un projet sur une ou plusieurs exploitations agricoles, le porteur de projet devra s'engager à ce que la nature agricole des parcelles soit maintenue, ceci afin de prévenir l'opportunité que représenterait une tendance au boisement de terres agricoles à des fins de spéculation.

Enfin, les pratiques suivantes pourront exclure un Projet au cours de la durée de 15 ans du projet :

- Coupe à blanc ou arrachage des arbres sauf cas imposé indiqué dans le plan de gestion (maladie -dans ce cas il faudra remplacer les arbres par des essences résistantes-, recépage) et pour l'arrachage, dans la limite des 5% autorisés (seuil maximal au-delà duquel le Projet est exclu),
- Aucune protection des arbres intraparcels si la parcelle est pâturée,
- Désherbage chimique de la bande enherbée de l'alignement sur grandes cultures.

Pièces justificatives à fournir systématiquement lors de la demande de labellisation

Cette partie détermine les éléments à fournir pour être éligible.

Si une des conditions sous-mentionnées manque lors du dépôt de dossier, celui-ci sera systématiquement rejeté par l'Autorité. Toutefois, le Porteur de projet pourra corriger les éléments manquants de son dossier et faire un nouveau dépôt.

Les éléments suivants sont à fournir systématiquement :

- le plan d'aménagement agroforestier signé par le porteur de projet.
- Une synthèse à destination du service instructeur, comprenant :
 - une cartographie des systèmes agroforestiers intraparcellaires à créer en les identifiant à partir du diagnostic initial,
 - le programme de travaux : type d'intervention, travaux d'intervention,
 - objectif du projet, essences plantées, densité ou modalité de plantation, révolution cible, entretiens et travaux d'élagage divers, respect du cahier des charges : respecter les cycles des arbres intraparcellaires, assurer leur renouvellement et leur entretien durable, la régénération au cours du temps, éviter leur surexploitation et les pratiques dégradantes.
- une matrice cadastrale (fond cadastral ou fond IGN ou orthophoto), indiquant le nom du propriétaire de la parcelle agricole ou des parcelles concernées.

Pour les arbres intraparcellaires à planter, une photographie aérienne de la parcelle avant plantation datant de maximum un an avant le dépôt du document de projet (téléchargeable sur le site IGN <http://remonterletemps.ign.fr/> ou autre) afin de justifier de l'itinéraire effectif : plantation, densification ou restauration.

4. Etat et scénario de référence, additionnalité

4.1. Mise en place de l'état de référence

Le référentiel du label Bas-Carbone définit le scénario de référence (III.C.1) :

« Le scénario de référence doit correspondre à une situation au moins aussi défavorable que l'application :

- des obligations découlant des textes législatifs et réglementaires en vigueur ;
- des différentes incitations à générer des réductions d'émissions qui existent, autres que celles découlant du Label. Il s'agit notamment des incitations économiques, qu'elle qu'en soit l'origine ;
- des pratiques courantes dans le secteur d'activité correspondant au Projet, à l'échelle nationale ou régionale selon ce qui est pertinent. La Méthode précisera comment ces pratiques ont été déterminées, en se limitant aux données disponibles à la date du dépôt de la demande d'approbation. »

Le scénario de référence du projet est spécifique à chaque projet. Pour décrire le scénario de référence, le Porteur de projet devra réaliser un diagnostic du potentiel agroforestier de l'exploitation agricole, comme étape du plan de gestion. Ce diagnostic comprend, *a minima* pour l'établissement de l'état de référence pour le calcul du carbone additionnel, pour chaque surface engagée (nouvelles plantations ou restauration de plantations existantes) :

- La typologie (voir 2.4) ;
- La longueur ;
- La densité ;
- L'âge d'implantation initial (dans le cas du scénario restauration).

Dans le cadre du plan de gestion est proposé un programme de travaux. C'est sur ce document qu'est pris un engagement de la part du porteur de projet. Le porteur de projet s'engage à suivre le programme de travaux. L'engagement est pris sur une base de 15 ans au moins. Le plan de gestion permet d'évaluer le carbone potentiel sur cette durée. Sur cette période, un accompagnement permet à l'agriculteur de participer à la construction de la mise à jour de son plan de gestion.

Le plan de gestion devra avoir été réalisé avant le dépôt du dossier pour pouvoir être valide. Un plan de gestion engagé plus tôt devra être mis à jour au moment du dépôt du projet pour être recevable. Ce scénario de référence est un diagnostic précis de l'état de parcelles agroforestières à un instant précis, il permet d'évaluer le potentiel de stockage des arbres agroforestiers.

4.2. Scénario de référence

Le scénario de référence vise à évaluer l'évolution des réductions d'émissions si aucune mesure de gestion agroforestière n'est mise en place, c'est-à-dire sans projet additionnel.

Compartiments biomasses

L'objectif de l'agroforesterie est d'amener les arbres à dépasser un début de maturité estimé à 15 ans : c'est le stade au-delà duquel les entretiens commencent à diminuer et où l'on peut considérer que la parcelle agroforestière est stabilisée et pérenne. En-deçà de ces 15 ans, l'arbre n'est pas assez établi pour se développer durablement sur la parcelle (à dire d'expert). Un suivi est nécessaire pendant ces 15 ans pour garantir :

- La pérennité des éventuelles protections et leur réparation ;

- Une taille régulière (annuelle) dans les règles de l'art, garantissant un bon développement des arbres ;
- Un remplacement des manquants et un suivi des maladies/non adaptation de certaines essences.

Pour le compartiment biomasse, les scénarios de références sont référencés dans le tableau ci-dessous :

Itinéraire	Scénario de référence associé
Plantation sur sol sans arbre dans une parcelle sylvo-arable/sylvo-pastorale : passage de densité parcellaire nulle à $x < 100$ tiges/ha (ou plus dans le cas de parcelles à densité différente prévue au point 3.1)	Sol sans arbres: pas de carbone biomasse pris en compte
Densification agroforestière d'une parcelle sylvo-arable/sylvo-pastorale : passage de densité parcellaire faible à densité améliorée, ou amélioration d'un système agroforestier existant par une gestion durable accompagnée par un conseiller agréé	Sol avec présence éventuelle d'arbres au moment du diagnostic en année N0. Pour le carbone biomasse, prise en compte de la fixation de carbone à venir suivant l'ancienneté des arbres : - 0 à 5 ans : séquestration pendant les 10 ans à venir ; référence : 5 ans déjà séquestré - 5 à 10 ans : séquestration pendant 5 ans ; référence : 10 ans déjà séquestré - Nouveaux arbres : séquestration pendant 15 ans ; référence : aucune séquestration prise en compte
Restauration d'une parcelle dégradée à la suite de dépérissements constatés (présence de plus de 70% des arbres considérés dépérissants ou morts et le reste des arbres, les moins de 30%, de la même essence) : replantation d'arbres pour densifier et régénérer la pratique.	Sol avec faible présence d'arbres dépérissants ou morts au moment du diagnostic en année N0. Equivalent sol nu

Cas particulier d'arbres obligatoires : en cas d'obligation (liée à un label par exemple) d'un nombre d'arbres défini, celui-ci sera soustrait au nombre d'arbres présents ou à planter dans la parcelle. Dans ce cas particulier, les scénarios projets ne prendront pas en compte le carbone stocké par ces arbres obligatoires.

Précision sur le scénario Densification :

L'objectif est de conduire les arbres intraparcels à dépasser les 15 ans, y compris les arbres déjà existants mais n'ayant pas dépassé cet âge considéré critique pour le bon développement du système agroforestier. Dans le cas particulier d'arbres déjà existants, le calcul de séquestration carbone se fera par différentiel entre les 15 ans de l'objectif et l'âge réel de l'arbre. Par mesure

de simplification, sont retenues les deux premières classes d'âge d'arbres déjà existants (la troisième n'entrant pas dans le calcul) :

- Les arbres existants ont entre 0 et 5 ans : il faut garantir un entretien pendant au moins 10 ans,
- Les arbres existants ont entre 5 et 10 ans : il faut garantir un entretien pendant au moins 5 ans,
- Les arbres de plus de 10 ans : proximité du stade critique des 15 ans, le carbone additionnel séquestré sur le différentiel de temps est négligeable.

Les arbres à planter seront considérés comme dans le scénario plantation sur sol nu.

Compartiment sol

Dans le scénario de référence de l'itinéraire « **plantation** » **sur sol sans arbre dans une parcelle sylvo-arable/sylvo-pastorale**, le compartiment sol correspond à un sol sans arbres. Conformément à l'étude « 4 pour 1000 » (INRA, 2019), la valeur sol sans arbres sera retenue (c'est-à-dire un stockage de 0 tC/ha/an).

Dans l'itinéraire « **densification** » **d'une parcelle agroforestière**, la densité très faible (inférieure à 20 arbres/ha) fait que le scénario de référence est proche du sol sans arbres. Conformément à l'étude « 4 pour 1000 » (INRA, 2019), la valeur sol sans arbres sera retenue aussi (c'est-à-dire un stockage de 0 tC/ha/an).

Dans l'itinéraire « **restauration** » **d'une parcelle dégradée à la suite de dépérissements constatés**, la valeur-type du COS (Carbone Organique du Sol) de la parcelle sera retenue pour le scénario de référence, conformément à l'étude « 4 pour 1000 » (INRA, 2019) : pour une parcelle en culture (typologie « sylvo-arable ») 0,888 tCO₂eq/ha/an, et pour une parcelle en prairie (typologie « sylvo-pastoral ») 0 tCO₂eq/ha/an. En effet, la parcelle en prairie contient déjà un stock important de matière organique et a donc une marge d'amélioration limitée par rapport à une parcelle en culture. Le carbone additionnel sera directement corrélé aux compartiments biomasse aérienne et racinaire des plants supplémentaires ; le compartiment sol ne pourra pas être additionnel.

Démonstration de l'additionnalité

Place de l'arbre et évolution de l'agroforesterie intraparcélaire en France

Le rapport « 4 pour 1000 » (INRA, 2019) rappelle que l'agroforesterie est une des pratiques à plus fort potentiel pour le stockage de carbone dans les sols, ainsi que dans la biomasse des arbres. Pourtant, malgré une politique d'appui à l'agroforesterie (Plan de développement de l'agroforesterie 2015-2020, renouvellement du plan d'appui prévu pour 2022, et Plan de relance gouvernemental – Mesure Plantons des haies), le nombre d'arbres agricoles continue d'évoluer sur une tendance décroissante (cf. tableaux III et IV) et le développement voire le maintien de l'arbre agricole intraparcélaire reste empêché par des freins culturels, juridiques et financiers.

Il existe en effet des facteurs bloquants pour le développement de l'agroforesterie en France. Les projets de recherche et développement financés par le fonds CasDAR ARBELE (2014-2018) et PARASOL (2015-2018) rappellent que les freins majeurs sont liés à la surcharge de travail et aux coûts d'entretien engendrés mais aussi à des problèmes inhérents au statut foncier des

parcelles et à la réglementation différenciée et changeante². L'étude soulève aussi une perte de la culture de l'arbre chez les agriculteurs, ce que souligne également le rapport du CGAAER (2015) qui évoque un « frein culturel fort » et un défi sociologique³. Malgré un Plan de développement de l'agroforesterie (2015-2020), des projets CasDAR et un réseau mixte technologique (RMT) AgroforesterieS (2014-2019 ; reconduit pour 2021-2025), qui ont permis de faire connaître davantage les enjeux et bénéfices associés à l'agroforesterie, le nombre de parcelles agroforestières en France reste marginal au vu des potentialités que la pratique apporte en termes de séquestration carbone.

L'accompagnement de la gestion durable des systèmes agroforestiers intraparcellaires par un conseiller expert et un plan d'aménagement et de gestion est primordial pour toutes les étapes du projet, avant et après plantations, pendant les quinze premières années des systèmes agroforestiers, afin d'assurer une conduite experte sur les différentes étapes techniques du développement de systèmes agroforestiers : densité et espacement des arbres, choix des essences, orientation des alignements, choix des rotations de cultures intercalaires, mode de plantation et protection des plants, cernage racinaire, tailles de formation et d'égale, entretiens des linéaires sous-arborés, concurrence arbres-cultures... Toutes ces raisons rendent indispensable un accompagnement par un conseiller agroforestier sur la base d'un PAGA et rendent nécessaire la prise en compte du maintien des systèmes agroforestiers existants.

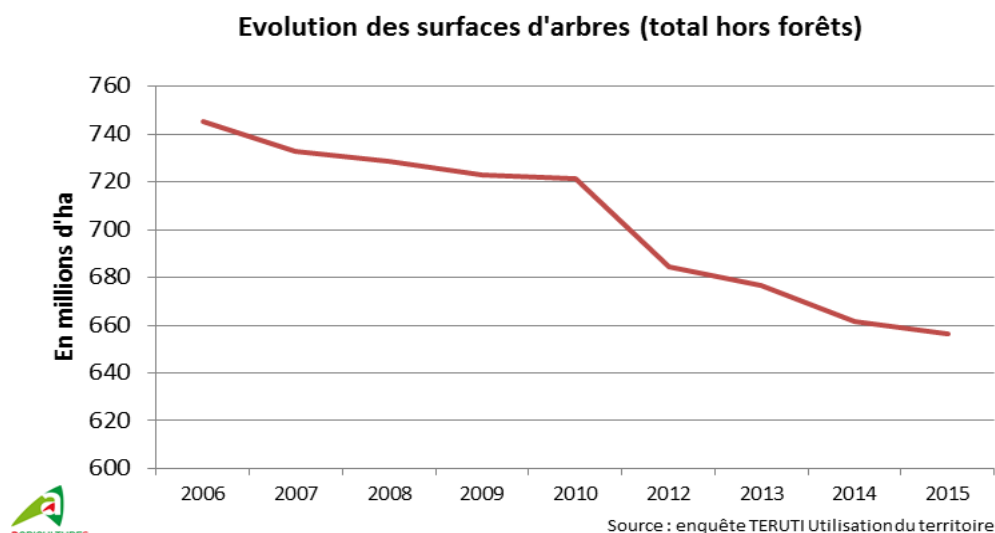


Tableau IV Données croisées sur l'évolution des surfaces d'arbres hors forêts en zone agricole de 2006 à 2015 (Total des surfaces d'arbres = haies et alignements d'arbres, bosquets, peupleraies, fruitiers) (source Teruti-Agreste)

² CASDAR ARBELE « L'arbre dans les exploitations d'élevage herbivore : fonctions et usages multiples », 2014-2018 ; Béral C., Andueza D., Ginane C., Bernard M., Liagre F., Girardin N., Emile J-C., Novak S., Grandgirard D., Deiss V., Bizeray D., Moreau J-C., Pottier E., Thierry M., Rocher A., 2018. Casdar PARASOL « Agroforesterie en système d'élevage ovin : étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique », 158p.

³ Rapport Balny M., Domaillain D., de Galbert M., CGAAER, « Promotion des systèmes agroforestiers - Propositions pour un plan d'actions en faveur de l'arbre et de la haie associés aux productions agricoles », rapport n°14094, 2015, p.31 et p.46.

Aides à la plantation

Pour justifier de l'additionnalité du projet, lors du dépôt du projet, le Porteur de projet devra inventorier les aides publiques auxquelles il est éligible sur son territoire pour son projet agroforestier. Par ailleurs le porteur de projet devra, le cas échéant, notifier à l'instruction les dispositifs effectivement contractés d'aide publique et privée qui concernent les systèmes agroforestiers.

Cependant les aides proposées pour les systèmes agroforestiers sont généralement insuffisantes au regard de l'investissement chiffré dans le projet de plantation. Les taux d'aide à l'investissement pour l'implantation de systèmes agroforestiers ne dépassent pas les 80% et sont même souvent inférieurs. De plus des programmes d'aide à la plantation existent en France mais ne couvrent pas l'intégralité du territoire de manière homogène. Ils peuvent être liés à des fonds européens, des appels à projets régionaux ou départementaux ou encore privés.

➔ (cf « Recensement et analyse des aides à l'installation de systèmes agroforestiers », document REUNIR-AF, 2022).

❖ Panorama des dispositifs publics et privés

Le second pilier de la PAC soutient les zones rurales de l'Union Européenne par le biais d'un cofinancement par le Fond Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER) et des fonds régionaux. En France, depuis 2013, les Régions sont en charge des Programmes de Développement Ruraux Régionaux (PDRR) qui déclinent les mesures et sous-mesures définies au niveau européen. Certaines de ces sous-mesures sont cadrées au niveau national comme les MAEC, d'autres sont à la carte selon les choix et spécificités des régions.

Les aides européennes cofinancées (à 70% ou 80%) ne couvrent donc qu'une partie limitée du territoire. Elles se concentrent sur la plantation uniquement sur une période de 5 ans, ce qui est court pour pérenniser la mise en place de pratiques de gestion durable et court pour le cycle de croissance en agroforesterie. Par ailleurs, les critères d'éligibilité sont parfois drastiques dans certaines régions. Enfin, les aides, lorsqu'elles sont ouvertes dans certains territoires, sont des aides à l'installation, sur frais facturés dans l'année (si l'agriculteur fait lui-même le travail du sol pour l'installation, ce n'est pas compté dedans), et elles ne prennent le plus souvent pas en compte l'entretien. Or, l'entretien peut représenter près de la moitié du coût total⁴.

Contrairement à ce qui se produit en forêt, l'arbre agroforestier évolue en pleine lumière, sans concurrence des autres arbres. Il croît donc plus vite, permet de constituer un capital sur pied et interagit avec la culture en place. Cependant, les interventions à réaliser sont plus fréquentes qu'en forêt et ne doivent pas être négligées. Parmi elles, les tailles de formation et l'égagement sont parmi les actions les plus sensibles et interviendront directement sur la qualité du bois à terme. Outre le choix d'essences adaptées aux spécificités du terrain, du système agricole et du changement climatique, ce savoir-faire particulier nécessite des connaissances de base et de la pratique sur le terrain, avec un diagnostic et un entretien technique sur plusieurs années, arbre par arbre, pour évaluer les défauts de cime, de branchaison, de tronc et de structure (nœuds, gourmands, broussins). De même les niveaux de concurrence entre l'arbre et la culture en place nécessitent un accompagnement expert sur le long-terme.

En dehors de la PAC, d'autres dispositifs sont mis en place pour favoriser la plantation (voir

⁴ 49€ par rapport au coût global de 118€/ha/an selon l'étude des annuités moyennes dans « 4 pour 1000 » (INRA, 2019) p.77.

« Recensement et analyse des dispositifs d'aide à la plantation de systèmes agroforestiers », projet REUNIR-AF). Ils sont financés par l'Etat, des Régions, départements, collectivités ou encore par des entreprises privés. Selon les cas, les cahiers des charges peuvent être très contraignants et leur contenu est très hétérogène. Pour la région Nouvelle-Aquitaine par exemple, certains programmes ne sont ouverts qu'aux exploitants inscrits dans une démarche AB ou HVE. Dans la plupart des cas, un suivi est réalisé jusqu'à 3 ans après la plantation.

Dans tous les cas, la gestion n'est pas prise en compte dans ces cahiers des charges et le territoire national n'est pas couvert intégralement.

Or, la gestion durable sur le temps long est nécessaire pour la survie des systèmes agroforestiers intraparcellaires, et les premières années, bien au-delà de la plantation, sont les plus critiques. A dire d'experts, la gestion (entretien annuel des tailles, vérification des protections...) est nécessaire sur les 15 premières années. Ce besoin est documenté par de nombreux guides techniques représentatifs des différents réseaux d'acteurs en France et est illustré par les deux tableaux ci-dessous⁵.

Opération	Unité	Vitesse d'exécution	Période d'interventions
Désherbage au pied de l'arbre	Arbres/h	25 à 50	De l'année 1 à 5
Entretien ligne d'arbres	H/100m	0,5	De l'année 1 à n, dégressif
Entretien protection	Arbres/h	13 à 17	De l'année 1 à 5
Taille formation basse	Arbres/h	25 à 50	Années 2 et 3
Taille formation haute	Arbres/h	25 à 50	Années 4 et 5
Elagage 2m à 5m	Arbres/h	25 à 30	De l'année 4 à 8
Elagage 5m à 8m	Arbres/h	12 à 16	De l'année 6 à 15
Taille de rattrapage	Arbres/h	30 à 60	De l'année 10 à 25
Eclaircissage houppier	Arbres/h	variable	De l'année 20 à n

Tableau V - Extrait de « Temps de travail nécessaire pour l'entretien des peuplements d'arbres pour des feuillus divers (hors peupliers) » (extrait adapté de Dupraz, Liagre, *Agroforesterie: des arbres et des cultures*, France Agricole Editions, 2008, p.200)

Hauteur moyenne	Année	Tâche élémentaire	
0,8m	0	Fourniture des plants Piquetage Plantation Protection gibier	4h/ha
1m	1	Désherbage localisé	4h/ha
1,5m	2	Regarnissage	
2,2m	3	Désherbage localisé	4h/ha

⁵ « Les interventions de taille des arbres sont progressivement plus gourmandes en temps de travail à partir de la 5^e année. Plus le projet sera important, plus la demande en temps de travail sera élevée à ces périodes. [...] Or les interventions de taille et d'élagage sont essentielles pour la réussite du projet. Pour un projet d'une vingtaine d'hectares, l'exploitant passera certaines années deux fois plus de temps sur sa parcelle, si on compare avec la situation agricole d'origine [...] » (Christian Dupraz, Fabien Liagre, *Agroforesterie: des arbres et des cultures*, France Agricole Editions, 2008, p.202).

3m	4	Désherbage localisé 1 ^e taille de formation	4h/ha 4h/ha
4,5m	6	2 ^e taille de formation	6h/ha
7m	9	3 ^e taille 1 ^{er} élagage	8h/ha
10m	12	2 ^e élagage	8h/ha
12m	13-14	3 ^e élagage	12h/ha

Tableau VI - Issu de Balleux P., Van Lerberghe P., Le boisement des terres agricoles, guide technique, IDF, juin 2001, 128p (adapté aux densités agroforestières et sans coûts associés).

Dans le cadre du projet CasDAR ARBELE (2014-2018), 52 parcelles agroforestières matures ont été étudiées pour déterminer le taux de survie des arbres plantés sur les parcelles agricoles⁶. Les conclusions de cette unique étude à grande échelle couvrant le territoire, démontrent la nécessité d'une gestion durable et d'un suivi des chantiers par des professionnels agroforestiers compétents.

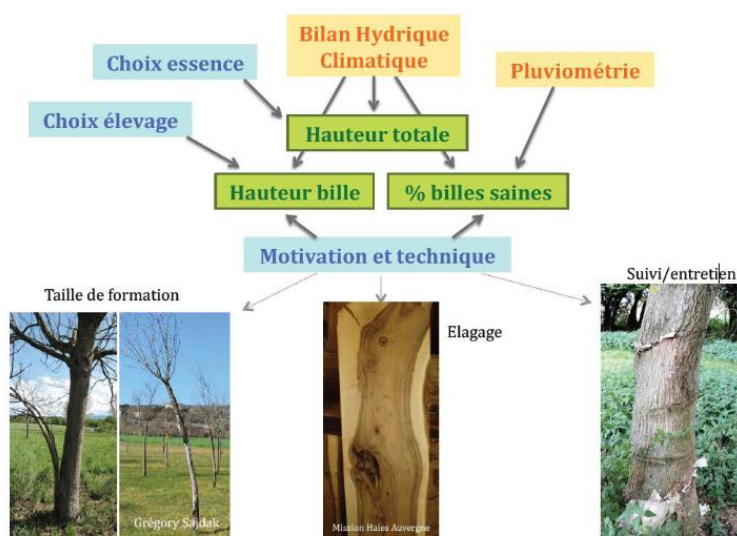
Selon le CasDAR ARBELE, les principaux risques des systèmes agroforestiers sont :

- **Inadéquation essence- station** : les essences choisies n'étaient pas toujours en station ; une meilleure connaissance des milieux et de l'autécologie des essences forestières permet aujourd'hui d'éviter de très nombreux échecs.
 - **Absence ou sous-dimensionnement des dispositifs de protection** : la présence de bétail exerce une très forte pression sur les arbres et les dispositifs de protection mis en œuvre étaient insuffisants. Il est indispensable d'installer des protections individuelles ou globales adaptées au type d'élevage associé, quand bien même il s'agit d'une étape coûteuse en temps et en argent.
 - **Absence ou irrégularité dans l'entretien des arbres** : l'installation d'un produit de paillage durable durant toute la phase d'installation des plants (min. 3 ans) est une condition essentielle de la réussite d'un projet agroforestier. Chaque arbre doit faire l'objet d'une taille de formation suivie d'un élagage sur au minimum une dizaine d'années pour obtenir une bille de pied saine et haute.
 - **Manque d'engagement des propriétaires** : la motivation de l'agriculteur détermine fortement la réussite d'une plantation car les arbres ont besoin d'entretiens longs et fréquents. La production de bois d'œuvre en agroforesterie est possible, mais elle nécessite l'engagement constant de l'agriculteur ; il doit être conscient de l'importance de chaque étape du processus de production afin de constituer un patrimoine de qualité pour les générations futures.
 - **Manque d'aide technique et financière durable** : des formations agroforestières préalables doivent être proposées aux agriculteurs ; un conseil technique extérieur de qualité au-delà de la phase d'installation des arbres et des subventions à la création des plantations, la taille de formation et à l'élagage des arbres doivent être accessibles.
- Si la plantation agroforestière est bien réalisée et suivie, l'agriculteur pourra profiter des services écosystémiques apportés par les arbres** à son élevage tout en capitalisant un patrimoine rémunérateur sur son exploitation.

Extrait de : Juliette Colin, Adèle Baldenweck et Philippe Van Lerberghe, « Facteurs de réussite et d'échec de peuplements agroforestiers sur des prairies pâturées. Etude du réseau expérimental

⁶ Juliette Colin, Adèle Baldenweck et Philippe Van Lerberghe, « Facteurs de réussite et d'échec de peuplements agroforestiers sur des prairies pâturées. Etude du réseau expérimental trentenaire implanté par le consortium Cemagref-INRA en 1990 », publié en 2018. Voir aussi

trentenaire implanté par le consortium Cemagref-INRA en 1990 », 2018, p.4.



Facteurs de réussite et/ou d'échec d'une production d'arbre agroforestier en exploitation d'élevage (Schéma extrait de : Moreau J-C., Béral C., Hannachi Y., Lavoyer S., Monier S., Novak S., Van Lerberghe P., « ARBELE - L'arbre dans les exploitations d'élevage herbivore : des fonctions et usages multiples », *Innovations Agronomiques* 79 (2020), pp.499-521.

Lorsqu'elles seront publiées, de nouvelles données pourront alimenter la méthode : un « tour de France » de 115 parcelles avec systèmes agroforestiers a été réalisé par le bureau de recherche AGROOF SCOP avec protocoles d'échantillonnage, concluant que la moitié des systèmes agroforestiers installés étaient défectueux, c'est-à-dire que la conduite des arbres ne permettait pas d'avoir de bois de qualité comparable à un système forestier. En cause principalement, des parcelles sans entretien, phénomène principalement dû à un manque de compétences professionnelles, et une mauvaise sélection des essences et des densités, par rapport aux types de sol et aux différents usages de destination.

Enfin, l'INRA le rappelle avec les études EsCoGES (Pellerin, 2013) et « 4 pour 1000 » (INRA, 2019) : **l'agroforesterie coûte cher** : les coûts d'investissement sont estimés à 118€/ha/an pour un agriculteur et selon les modélisations par assiette dans l'étude « 4 pour 1000 », l'agroforesterie intraparcellaire représente une des pratiques à « coût élevé » : >300€/tC (« 4 pour 1000 », p.77). Les réseaux experts établissent des coûts d'installation et d'entretien à 19 000€ pour un projet agroforestier de 10ha sur 15 ans, soit 127€/ha/an (réseau Afac-Pays de la Loire), avec l'entretien représentant plus de 75% du coût total.

Les montants financés dans un ratio coût/arbre sont trop faibles pour la plupart des programmes de plantation ou d'accompagnement : Association française d'agroforesterie (5€/plant), programme « Plantons » de la Fondation Yves Rocher (1€/plant), Reforest'Action (1€-1,2€/plant). Le cadrage national de la mesure Plantons des haies a permis de calculer des coûts à partir de données régionales (cf IT DGPE/SDPE/2021-168) et le coût d'un projet d'implantation monte à 20,32 € HT /arbre, et jusqu'à 35,47 € HT / arbre en système d'élevage pour les éléments de protection des plants⁷.

⁷ Dans le cadre de la mesure « Plantons des haies » du Plan de relance, les réseaux techniques nationaux ont estimé à 22,6€HT/plant le coût d'implantation en agroforesterie intraparcellaire, et à 36,85€HT/plant en incluant la protection

Analyse socio-économique

La gestion des systèmes agroforestiers a un coût qui diffère selon les chantiers. Les revenus potentiels sont incertains et varient selon les débouchés présents sur le territoire.

Les chantiers d'exploitation ne sont souvent pas toujours rentables. Cela dépend des conditions de ce chantier (accessibilité, volumes, matériels utilisés...). La diminution du nombre d'agriculteurs implique une augmentation de la taille des SAU des exploitations agricoles et une diminution de la main d'œuvre. Les parcelles ont tendance à s'agrandir et à réduire l'emprise de haies bocagères qui sont vues comme une contrainte technique notamment en grandes cultures, de même que les arbres intraparcélaires souvent perçus comme une gêne pour le passage des machines (tracteurs ou rampes de pulvérisateurs par exemple). Le travail est parfois confié à un prestataire, les coûts sont alors trop élevés compte tenu de la faible rémunération actuelle des produits des arbres intraparcélaires. L'arbre agricole n'est actuellement pas considéré comme un élément productif du système agricole. Dans le cadre de la PAC, les arbres intraparcélaires sont encore considérés comme des surfaces agricoles non productives (SNA). Il est nécessaire de leur donner une valorisation économique pour stimuler leur intérêt.

La valorisation du stockage de carbone additionnel par l'agroforesterie intraparcélaire permettrait :

- une impulsion pour structurer ou renforcer des débouchés (paillage, bois déchiqueté, bois énergie, bois bûche, bois d'œuvre...) en mobilisant des fonds rapidement. Les agriculteurs verront l'intérêt économique d'implantations intraparcélaires en les couplant à des filières qui pourront se structurer plus facilement ;
- dans les territoires à enjeux, de soutenir une politique publique de protection de l'eau, de limitation de l'érosion, de préservation de la biodiversité, de paysages en complément d'actions déjà en place ;
- dans la transition agro-écologique des exploitations agricoles, de favoriser le rôle de l'arbre dans le système de production par les habitats pour les auxiliaires de cultures, le bien-être animal, l'adaptation au changement climatique...

La valorisation de réductions d'émissions anticipées permettra d'enclencher les investissements et les moyens humains nécessaires dans l'attente d'une valorisation économique des produits des arbres et de couvrir la prise de risque des exploitations pour leur engagement dans ce type de projet.

Actuellement la valorisation des produits de l'agroforesterie intraparcélaire (récolte pour le bois d'œuvre, le bois industriel, le bois-énergie, la litière, ou fruits) n'est pas assez rentable ni incitatrice pour l'agriculteur pour l'encourager à installer des systèmes agroforestiers massivement.

Pour la valorisation bois, elle se fait au mieux à vingt ans pour certaines essences, pour le bois d'œuvre, mais bien davantage à plus de quarante ans, c'est-à-dire dans un temps relativement long et qui dépasse le temps du projet, alors que les « pertes de rendements » des cultures intercalaires, par concurrence ou perte de surface, sont un risque important pour l'agriculteur.

en élevage, et à 7,51€ l'entretien par plant pendant les trois premières années. Une mise à jour de ces coûts pourra être réalisée dès que de nouvelles données paraîtront.

Voir par exemple le tableau (tableau VII) de **la marge brute décroissante** d'une parcelle agroforestière pour différentes densités de plantation en comparaison avec la culture pure :

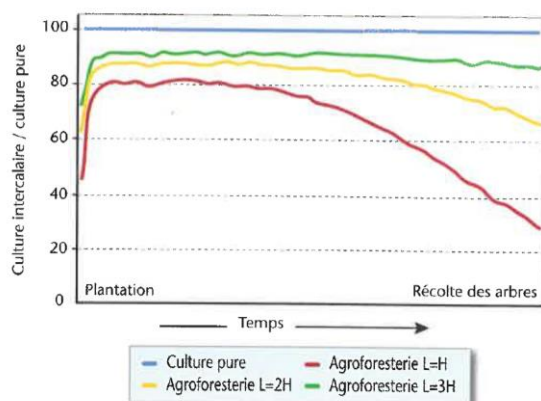


FIGURE 45 : Marge brute d'une parcelle agroforestière pour différentes densités de plantation comparée à celle d'une culture pure (rotation blé-blé-colza). On compare L = H (80 arb/ha), L = 2H (60 arb/ha), L = 3H (40 arb/ha). Dans les agroforesteries denses, la culture est progressivement remplacée par une prairie. Le revenu de la dernière année ne figure pas (récolte des arbres).

Tableau VII - Extrait de Dupraz, Liagre, *Agroforesterie: des arbres et des cultures*, France Agricole Editions, 2008, p.211.
Voir aussi Christian Dupraz et Alain Capillon, « L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne », Cahier d'étude DEMETER, 2006/1, pp.101-113

5. Evaluation des co-bénéfices

Conformément au référentiel du label Bas-Carbone, la Méthode doit fournir une « grille d'évaluation des impacts et des co-bénéfices, socio-économiques et environnementaux, notamment sur la biodiversité » (partie III.B) et définir « des indicateurs simples pour démontrer que les éventuels impacts environnementaux sociaux ou économiques sont maîtrisés » (partie III.F).

Le plan de gestion durable composé du diagnostic et du programme de travaux, nécessaire au commencement de tout projet souhaitant être labellisé par cette méthode garantit des co-bénéfices intrinsèques à la gestion durable. En effet, la gestion durable a vocation à assurer la vitalité des arbres, leur développement en évitant tout dommage ou toute surexploitation, par des gestes d'entretien permettant la préservation de l'écosystème agroforestier.

Par ailleurs, un certain nombre de co-bénéfices supplémentaires peuvent être associés au plan de gestion lorsque celui-ci est conçu dans la prise en compte d'enjeux environnementaux et territoriaux.

Le tableau II présente des co-bénéfices à l'échelle d'un territoire pour les projets de stockage du carbone dans les arbres intraparcéllaires. Ces co-bénéfices montrent l'intégration territoriale d'un projet. Pour chaque co-bénéfice le Porteur de projet indiquera s'il est concerné par celui-ci. Tous les co-bénéfices ne sont pas toujours disponibles sur l'ensemble du territoire, en fonction des enjeux locaux.

La majorité des co-bénéfices proposée évalue le changement entre la situation initiale et le projet. L'évolution de ces indicateurs n'est pas contraignante mais toute évolution positive pourra être valorisée par le Porteur de projet.

Les co-bénéfices seront reportés dans le Rapport de suivi et feront l'objet d'une vérification. De plus, d'autres co-bénéfices peuvent être proposés toutefois des indicateurs et moyens de justifications suffisants devront être proposés.

5.1. Co-bénéfices pour la méthode Agroforesterie intraparcéllaire

Tableau II – Grille d'évaluation des co-bénéfices possibles pour un projet suivant la méthode haies et note associée.

N°	Type de co-bénéfice	Intitulé	Description	Indicateur	Moyen de justification	Note
1	Socio-économie et Environnement (Biodiversité)	Utilisation de plants endémiques issus de Végétal local pour la plantation	Utilisation de végétaux locaux prélevés dans la région biogéographique ⁸	Plus de 20 % des plants issus de cette marque sur les opérations de plantation	Facture	+ 3 et + 1 par tranche de 10%)
2	Environnement (Biodiversité)	Systèmes agroforestiers répondant à un enjeu biodiversité (zone Natura 2000,	Systèmes agroforestiers présents dans les territoires à enjeux (en respectant les enjeux des milieux, comme documenté par le plan	% des plantations se trouvant dans une zone à enjeu	Juxtaposition de cartographies du plan de gestion et Zonage	+ 3

⁸ Une garantie d'origine au travers d'une marque peut faciliter la justification.

		ZNIEFF...)	de gestion)			
3	Environnement (Biodiversité)	Systèmes agroforestiers répondant à un enjeu biodiversité (Trame verte)	Le plan de gestion tient compte des corridors écologiques	% des plantations dans la zone de trame verte	Juxtaposition de cartographies plan de gestion et Zonage PLU ou SCOT	+ 3
4	Environnement (biodiversité)	Essences remarquables	Préservation d'essences d'intérêt pour la biodiversité (faible croissance)	Maintien ou augmentation du nombre présent	Plan de gestion	+ 2
5	Environnement (biodiversité)	Indice de biodiversité	Amélioration de l'indice de biodiversité	IBP ou Indice de Biodiversité réelle	Compte-rendu de visite	+ 5
6	Environnement (biodiversité)	Diversité des essences	Diversification des essences sélectionnées	Maintien ou augmentation du nombre d'essences diverses	Plan de gestion	+1 si entre 5 et 10 essences +2 si entre 10 et 15 +3 si plus de 15
7	Environnement (biodiversité)	Accueil des auxiliaires de culture	Présence accrue d'auxiliaires de culture	Augmentation du nombre par le choix d'essences favorables	Plan de gestion	+3
8	Environnement (biodiversité)	Habitat pour la biodiversité	Présence accrue de la macrofaune et de faune sauvage	Présence de perchoirs pour les oiseaux	Plan de gestion	+1
9	Environnement	Bien-être animal	Présence accrue d'arbres ou haies procurant des protections aux animaux d'élevage contre les aléas climatiques (vent, pluie, canicule)	Augmentation du nombre d'arbres et de haies dans un système d'élevage	Plan de gestion	+5

10	Environnement (Eau-érosion)	Emplacement de systèmes agroforestiers limitant le transfert (érosion) et préservant la qualité de l'eau	Le plan de gestion tient compte de la circulation hydraulique, des plantations sont proposées perpendiculaires à la pente	% d'alignements agroforestiers perpendiculaires à la pente ou en bas de versants sur les parcelles en bas des cours d'eau	Plan de gestion	+ 5
11	Socio-économie	Systèmes agroforestiers répondant à un projet d'aménagement du plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi)	Le plan de gestion tient compte du PLUi	% de systèmes agroforestiers inscrits au PLUi	Juxtaposition de cartographies Plan de gestion et PLUi	+ 2
12	Socio-économie	Participation à une filière locale de valorisation des produits bois ou fruits	Vente de produits bois à une entreprise/collectivité dans un rayon de 50 km autour du siège de l'exploitation agricole	Quantités de bois ou fruits vendues dans une filière locale	Factures	+ 3
13	Socio-économie	Création de plus-value économique territoriale	La majorité des entreprises de travaux agricoles/forestiers (ETA/F) retenues pour la plantation et la gestion des systèmes agroforestiers sont situées dans un rayon de 50 km autour du siège de l'exploitation	% des entreprises intervenant provenant venant de moins de 50 km autour du siège de l'exploitation	Factures	+ 3
14	Socio-économie	Intégration par l'emploi	Entreprises de réinsertion professionnelle ou d'aide à l'emploi de personnes en situation de handicap privilégiées	Une partie des travaux sera réalisée par des entreprises de réinsertion professionnelle ou d'aide à l'emploi de personnes en situation de handicap	Factures	+ 4

15	Socio-économie	Création ou maintien de paysages culturels traditionnels ou nouveaux	Inscription des projets dans une démarche de revalorisation de paysages traditionnels caractérisés par la présence d'arbres, ou réintégrant l'arbre dans le paysage	Evolution observée ou maintien constaté de l'identité culturelle d'un paysage	Compte-rendu de visite	+5
16	Socio-économie	Valorisation locale ou nationale des systèmes agroforestiers	Inscription des projets dans des démarches de valorisation locale (agro-tourisme, vente directe) ou nationale, (communication à travers le Concours Général Agricole « Agroforesterie » par exemple)	Nombre de démarches de valorisation dans lesquelles s'inscrit le projet	Compte-rendu de visite ; nombre de visites réalisées sur site (établissements scolaires, associations)	+5

6. Intégrations des risques

Conformément au label Bas-Carbone (partie V.B), le projet devra intégrer divers risques par un système de rabais.

6.1. Risque de non-permanence : 10%

Le projet intègre un risque de non-permanence. Dans le cadre de la méthodologie, le choix est fait de proposer une réduction d'émissions effectives et anticipées **vérifiée pour les 5 premières années** du Projet, ce qui limite les risques généraux non maîtrisables qui ne donneront pas lieu à rabais.

Après vérification à n+5, le choix est fait de proposer un **crédit carbone anticipé pour les 10 années restantes** du Projet. Au-delà de la période de vérification, le risque de non-permanence doit être pris en compte même s'il est faible, car le devenir du projet post-engagement peut impacter le stockage effectué et vérifié. Le risque de non-permanence étant lié aux réductions anticipées est appliqué sur tous les volumes de carbone séquestré.

L'implication de l'exploitant dans la démarche, la mise en place du plan de gestion et la qualité du système agroforestier implanté à l'issue d'un accompagnement expert par un conseiller expert limitent fortement le risque. Un **rabais de risque de non-permanence minimum de 10 % est prévu et est appliqué au volume de carbone anticipé après n+5**, notamment pour couvrir les risques à facteurs non humains qui peuvent survenir (causes de dépérissement des arbres dû à la sécheresse, aux gels, au vent, à la propagation de maladies, aux catastrophes naturelles, ou les dégâts occasionnés par les rapaces, léporidés, cervidés, rongeurs...).

6.2. Risque anthropique : aucun rabais

La vérification de la viabilité des systèmes agroforestiers et l'engagement du Porteur de projet sur la durée du projet (la plus grande partie des coûts étant liée à l'entretien sur 15 ans), l'engagement dans le cadre d'un plan de gestion, le contrôle par photos aériennes du maintien des systèmes agroforestiers à chaque vérification documentaire, et l'obligation de constater un dépérissement des plants inférieur à 10% de la densité totale du projet, garantissent un entretien réussi sur le temps long du projet. **Aucun rabais n'est appliqué sur le risque anthropique.**

6.3. Risque dû au gibier : aucun rabais

Le risque que les plants d'un boisement soient détruits par le gibier (léporidés, cervidés...) dépend de beaucoup de critères : la densité de gibier sur le territoire, la surface du projet (un petit projet de plantation est plus vulnérable qu'un grand), l'appétence du gibier pour l'essence (certaines essences sont appétentes, d'autres non), la localisation de la haie à proximité d'un massif forestier...

Toutefois, **aucun rabais ne sera appliqué sur ce risque** dans la mesure où il y aura un contrôle que la plantation est réussie au moment de la vérification et que les intérêts du Porteur de projet sont bien alignés avec l'objectif de la labellisation du projet. Le Porteur de projet est incité, à travers son engagement dans le plan de gestion, à atteindre les objectifs fixés en début de projet.

6.4. Risque lié à la croissance des plants intraparcellaires

Une des principales limites à la pérennité des systèmes agroforestiers est le risque de croissance non satisfaisante des plants intraparcellaires et ce, même dans le cadre d'un accompagnement par un conseiller spécialisé et habilité.

La présente méthode va au-delà des attentes légales et des financeurs traditionnels en allant vérifier l'état des plantations à partir de n+5 par l'audit de certification. Les visites de terrains par un conseiller sont fortement encouragées chaque année pour vérifier entre autres le maintien et la qualité de développement, et leur présence effective, de 90% des arbres agroforestiers.

La présence effective de 90% des arbres agroforestiers est contrôlée en année n+5. **Dans le cas où le taux de présence des arbres est inférieur à 90%, les réductions d'émissions seront diminuées d'un rabais de 20% pour tenir compte de la sous-séquestration de carbone correspondant à cette absence.** Dans le cas où le taux de présence contrôlée des arbres intraparcellaires est effectivement supérieur à 90%, et dans la mesure où le Porteur de projet est incité à replanter tout arbre manquant, aucun rabais ne sera effectué.

7. Réductions d'émissions en agroforesterie intraparcellaire

L'agroforesterie intraparcellaire stocke du carbone au niveau de plusieurs compartiments : la biomasse aérienne (restant sur place et exportée), la biomasse racinaire et le carbone organique dans le sol. La communication du financeur quant au type de réductions d'émissions valorisées est précisée par le Label Bas-Carbone (partie VIII.C). Le carbone des systèmes agroforestiers gérés durablement est valorisable en réductions d'émissions directes effectuées.

Le calcul des réductions d'émissions directes se présente en plusieurs parties. La partie 7.1 explique la méthode générale de calcul des réductions d'émissions. La suite de la méthode de calcul de ce type de réductions d'émissions (parties 7.2 à 7.4) détaille le calcul de chaque terme du calcul présenté en suivant l'ordre de la formule en partie 7.1. Enfin, la partie 7.4 évalue la séquestration du carbone dans le compartiment sol pour le scénario projet, et la partie 7.5 pour le scénario de référence.

+ REA produits bois et REI substitution

7.1. Réductions d'émissions directes (RED) générables

Pour un projet à cycle long comme l'agroforesterie (AF), sur un pas de temps de quinze ans, le scénario de référence sera calculé à l'origine du projet, et retenu pour les 15 ans. Le scénario projet sera établi sur 15 ans et vérifié à 5 ans pour la période écoulée à partir d'un plan de gestion construit sur 15 ans.

Les réductions d'émissions directes (RED) générées correspondent à la différence de stock de carbone entre un scénario avec projet et un scénario de référence (sans systèmes agroforestiers gérés durablement) établi en année N pour 15 ans.

Pour tout projet de plantation ou densification d'agroforesterie intraparcellaire, l'équation 8 permet de comptabiliser les RED générées :

$$RED_{AF} = \sum_{t=1}^{Durée_Proj} S_{projet}(t) - \sum_{t=1}^{Durée_Proj} S_{réf}(t)$$

Équation 8

Avec :

S_{projet} = la variation de stock de carbone annuelle dans les compartiments agroforestiers ((biomasse aérienne + racinaire + carbone organique du sol) du scénario de projet ; seuls les éléments apportés par l'agroforesterie sont comptés.

$S_{réf}$ = la variation de stock de carbone annuelle dans les compartiments agroforestiers (biomasse aérienne + racinaire + carbone organique du sol) du scénario de référence ; dans cette méthodologie, la variation de stocks de carbone dans le scénario de référence est nulle.

$Durée_Proj$ = durée du projet, en années (N est un nombre entier) : 15 ans pour les projets nouveaux, 10 et 5 pour les projets déjà installés de respectivement 0-5 ans et 5-10 ans.

L'équation devient alors :

$$RED_{AF} = \sum_{t=1}^{15} S_{projetnouveau}(t) + \sum_{t=1}^{10} S_{projetprojet10ans}(t) + \sum_{t=1}^{5} S_{projet5ans}(t)$$

Équation 8 bis

Le stock de carbone annuel présent dans les différents compartiments pour le linéaire objet du projet se calcule par l'équation 9 :

$$S_i(t) = C_{biomasse}(t) + C_{sol}(t)$$

Équation 9

Avec :

S_i = variation de stock de carbone total de l'agroforesterie en année t du projet ou du scénario de référence (en tCO₂e/an) ;

$C_{biomasse}$ = variation de stock de carbone dans la biomasse (en tCO₂e/an) ;

C_{sol} = variation de stock de carbone organique du sol (en tCO₂e/an).

Ainsi l'équation 8 devient l'équation 10 :

$$RED_{AF} = \sum_{t=1}^{Durée_Proj} C_{biomasseprojet}(t) - \sum_{t=1}^{Durée_Proj} C_{biomasseréf}(t) + \sum_{t=1}^{Durée_Proj} C_{solprojet}(t) - \sum_{t=1}^{Durée_Proj} C_{solrèf}(t)$$

Équation 10

Avec :

$C_{biomasseprojet}$ = stock de carbone dans les compartiments agroforestiers du scénario de projet en année t (en tCO₂e/an) ;

$C_{biomasseréf}$ = stock de carbone dans les compartiments agroforestiers du scénario de référence en année t (en tCO₂e/an) ;

$C_{solprojet}$ = stock de carbone organique du sol dans le scénario projet en année t (en tCO₂e/an) ; ne s'applique que pour des parcelles nouvellement complantées, dans l'état actuel des connaissances, calculé en valeur positive par rapport à un sol arable (i.e. typologie sylvo-arable).

$C_{solrèf}$ = stock de carbone additionnel du sol dans le scénario de référence en année t (en tCO₂e/an).

Les détails des calculs de chaque terme sont exposés dans les parties suivantes.

En version simplifiée, les parcelles se répartissent ainsi : nouvelle parcelle agroforestière de 0 à 15 ans, parcelle déjà installée de 5 à 15 ans ou de 10 à 15 ans, le compartiment sol n'étant comptabilisé que pour les parcelles nouvelles.

$$RED_{AF} = \sum_{t=1}^{15} C_{biomasseprojetnouveau}(t) + \sum_{t=1}^{10} C_{biomasseprojetinstallé_0-5ans}(t) + \sum_{t=1}^5 C_{biomasseprojetinstallé_5-10ans}(t) + \sum_{t=1}^{15} C_{solprojetnouveau}(t)$$

Équation 10 bis

Le rabais est appliqué à l'ensemble de la formule (multiplication par 0,9).

$$RED_{AF} = 0,9 \left(\sum_{t=1}^{15} C_{biomasseprojetnouveau}(t) + \sum_{t=1}^{10} C_{biomasseprojetinstallé_0-5ans}(t) + \sum_{t=1}^5 C_{biomasseprojetinstallé_5-10ans}(t) + \sum_{t=1}^{15} C_{solprojetnouveau}(t) \right)$$

Équation 10 ter

7.2. Evolution du carbone dans le scénario projet pour les compartiments biomasse

Calcul du stock de carbone dans les compartiments biomasse dans le scénario de projet

Cette partie concerne le stock de carbone dans les compartiments biomasse pour le scénario projet. Elle donne le premier terme de l'équation 9 ($C_{biomasse}(t)$; partie 7.1).

L'équation 11 permet de calculer le terme $C_{biomasse_{projet}}$ c'est-à-dire le stock de carbone dans le scénario de projet à partir des surfaces et des typologies cibles du projet pour chaque année de projet :

$$\begin{aligned} C_{biomasse_{projet}} &= C_{aerien_{projet}} + C_{racinaire_{projet}} \\ &= \sum [n_i \times (AF_{i_{racinaire}} + AF_{i_{aerien}})] \end{aligned}$$

Équation 11

Avec :

$C_{aerien_{projet}}$ = stock de carbone dans la biomasse aérienne dans le scénario de projet (en tCO₂e/an)

$C_{racinaire_{projet}}$ = stock de carbone dans la biomasse racinaire dans le scénario de projet (en tCO₂e/an) ;

n_i = nombre d'arbre agroforestiers par type de croissance (lente ou rapide) dans le scénario de projet (en nombre) ; les deux types de croissance sont étudiés en 7.2.2.

AF_i = stock de carbone pour la biomasse aérienne et pour la biomasse racinaire pour chaque type de croissance (croissance rapide-lente) dans le scénario de projet (en tCO₂eq/arbre/an). Les valeurs à utiliser par défaut sont celles du tableau XII (voir partie 7.2.2.).

En pratique, la partie 7.2.2. liste les références à utiliser à défaut de valeurs définies localement. Les valeurs définies localement par un Porteur de projet, sur la base d'un protocole suivant la littérature scientifique (Cardinael *et al.*, 2015 ; Cardinael *et al.*, 2017), seront étudiées par l'Autorité et pourront être utilisées le cas échéant en substitution aux données de la présente méthode.

Données issues des références scientifiques concernant les compartiments biomasses utilisables dans le scénario de projet

Les données utilisées correspondent aux meilleurs éléments scientifiques et techniques disponibles et les plus récents, conformément au point III.D. du référentiel. Dans les études scientifiques références⁹, les données varient suivant l'âge des stations. Les parcelles plus jeunes montrent une séquestration de carbone dans les différents compartiments encore faible. Les parcelles en milieu méditerranéen, en particulier celle de Restinclières, sont à considérer à part car ayant une croissance exceptionnelle due aux conditions propres alluviales propres au site. Ne seront retenues que les parcelles ayant des conditions de croissance standard et représentatives de

⁹ Cardinael, R.; Chevallier, T.; Cambou, A.; Beral, C.; Barthes, B.G.; Dupraz, C.; Durand, C.; Kouakoua, E.; Chenu, C., 2017. "Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France". *Agriculture Ecosystems & Environment*, 236: 243-255; Cardinael R., Chevallier T., Barthès B., *et al.* "Impact of alley cropping agroforestry on stocks, forms and spatial distribution of soil organic carbon — A case study in a Mediterranean context", *Geoderma*, Volumes 259–260, December 2015, Pages 288-299.

par leur diversité en termes de localisation (Saint Jean d'Angély (17), Theix (56), Vézénobres (30)). Dans ces situations, sont utilisées les valeurs de biomasse minimale – le stockage de carbone du sol étant traité à part dans la partie 75. La moyenne de ces situations donne une valeur de 24 kg CO₂eq/arbre/an pour des durées supérieures à 15 ans. Ces valeurs sont conservatrices et on peut considérer qu'elles ne seront pas modulées par le contexte pédoclimatique étant une moyenne prudente de données solidement récoltées et à couverture métropolitaine représentative.

Le détail des calculs est repris des études-références nationales, après échantillonnage sur des sites agroforestiers représentant la diversité des systèmes (sylvo-arable et sylvo-pastoral), des climats (océanique, méditerranéen, continental) et des conditions pédoclimatiques, sur des essences à croissance lente :

Source information	Essence	Type	Lieu expérimentation	Climat	Durée (ans)	Stockage aérien (arbre) kg CO ₂ e/arbre/an	Stockage souterrain (racine) kg CO ₂ e/arbre/an	Total Biomasse kg CO ₂ e/arbre/an	Total Biomasse (valeurs mini) kg CO ₂ /arbres/an
Cardinael et al. 2017	Noyer commun et noir	Cultures	Châteaudun	continental	6	0,29	0,18	0,47	0,44
Cardinael et al. 2017	Noyer commun et noir	Cultures	Melle	océanique	6	1,24	0,51	1,76	1,69
Cardinael et al. 2017	Noyer noir	Cultures	St Jean d'Angely	océanique	41	17,08	4,78	21,86	19,11
Cardinael et al. 2017	Merisier	Prairie	Theix	continental	26	25,4	6,32	31,72	29,53
Cardinael et al. 2017	Noyer commun et noir	Cultures	Restinclières	méditerranéen	18	53,29	13,22	66,51	58,9
Cardinael et al. 2017	Noyer commun et noir	Cultures	Vézénobres	méditerranéen	18	19,79	5,44	25,22	22,26

Tableau IX - Détail des données références utilisées pour le calcul des compartiments biomasse, en croisant les climats, les âges des alignements intraparcéllaires et la typologie agroforestière : sylvo-arable/sylvo-pastoral

Stockage aérien (arbres) mini calculé par écart type, stockage ramené à un stockage/an						
Lieu expérimentation	Densité	Durée mesure	Stockage aérien (arbre) kg C /arbre	Variation	Stockage aérien (arbre) kg C /arbre / année	Mini
St Jean d'Angely	102	41	194,6	14,9	4,7	4,4
Theix	200	26	183,5	2,7	7,1	7,0
Vézénobres	110	18	98,9	7,8	5,5	5,1
Stockage souterrain (racine) stockage ramené à un stockage/an						
Lieu expérimentation	Stockage souterrain (racine) Mg C/ha	Mini	Maxi	Stockage souterrain (racine) kg C/arbre	Stockage souterrain (racine) kg C/arbre x année	
St Jean d'Angely	5,6	3,3	9,4	54,4	1,3	
Theix	9,1	5,3	15,6	45,7	1,8	
Vézénobres	3,0	1,9	4,7	27,2	1,5	

Tableau X - Détail de la synthèse des valeurs issues de la recherche (Cardinael et al., 2017) : somme de la séquestration dans les compartiments aérien et racinaire.

Le tableau ci-dessous présente la conversion des données carbone (C) en CO₂eq :

		Durée mesure	Total Biomasse kg C/arbre x année (=aérien+racinaire hors stockage SOC)		Total moyenne kg CO2/arbre/an *	Total mini kg CO2/arbre/an *
			Moyenne	Mini		
Lieu expérimentation	Densité					
St Jean d'Angely	102	41	6,1	5,2	22,47	19,11
Theix	200	26	8,8	8,0	32,60	29,53
Vézénobres	110	18	7,0	6,0	25,92	22,26
Moyenne					27,00	23,63

*: conversion en CO2 : Cx3,7

Tableau XI - Tableau récapitulatif de conversion des données carbone (C) en CO2eq

Une moyenne prudente arrondie à 24 kg de CO2eq de séquestration par arbre et par an est donc conservatrice.

Pour les arbres à croissance rapide (principalement le peuplier), sera repris le mode de calcul utilisé dans l'étude « 4 pour 1000 » (INRA, 2019), à savoir le double de la valeur associée aux arbres à croissance lente : 48 kg CO2eq/arbre/an pour une durée de 15 ans.

	CO2 _{arbre} (kg CO2eq/ arbre/ an)
Croissance lente (L)	24
Croissance rapide (R)	48

Tableau III – Valeurs standard associées à la séquestration totale dans la biomasse des arbres en fonction de la vitesse de croissance

Evolution du carbone dans le scénario de référence pour les compartiments biomasse

Dans l'itinéraire « plantation », le scénario de référence étant l'absence d'arbres agroforestiers, il n'est pas utile de calculer le scénario de référence sans eux : le simple calcul de la séquestration carbone dans les arbres suffit, car la donnée est additionnelle. Le scénario de référence est donc 0 tCO2eq/ha/an.

Dans l'itinéraire « densification » et « restauration », le scénario de référence étant la faible présence d'arbres intraparcellaires (densité <20 tiges/ha, considérée trop faible pour être prise en compte) ou la présence d'arbres morts ou dépérissants, le scénario de référence considéré est l'absence d'arbres, i.e. la valeur de 0 tCO2eq/ha/an est choisie, les données étant par ailleurs conservatrices.

Modalités de calcul selon les itinéraires techniques des systèmes agroforestiers

Le calcul de la séquestration dans la biomasse se fait à partir du scénario d'une plantation sur une parcelle sans arbres agroforestiers. La méthode de calcul se fait donc :

- A partir du nombre d'arbres plantés sur une parcelle sans arbre (« plantation »)
- A partir du nombre d'arbres ajoutés pour une parcelle complétée (« densification » et « restauration »)
- Sans prise en compte dans le calcul du nombre d'arbres présents par obligation (de type label)

Pour le Carbone Organique du Sol (partie 7.5), c'est le type d'occupation du sol (sylvo-arable ou sylvo-pastoral) qui a le plus d'influence et non la conduite des arbres, conformément aux résultats de l'étude « 4 pour 1000 » (INRA, 2019).

Evolution de carbone additionnel dans le compartiment sol

Le scénario de référence du compartiment sol est fonction de l'usage du sol. Les principales données scientifiques (Cardinael *et al.*, 2015 ; Cardinael *et al.*, 2017) retiennent comme valeurs moyennes de C_{SOL} additionnel :

- 0,24 tC/ha/an pour les parcelles sylvo-arables, soit 0,888 tCO₂eq/ha/an (quelle que soit la densité d'arbre, ce qui représente une version conservatrice)
- 0 tC/ha/an pour les parcelles sylvo-pastorales (données conservatrices car ne tenant pas compte des données, considérées négligeables, de la restitution au sol)

Ces valeurs étant les plus basses de la littérature, elles peuvent être considérées comme conservatrices et prudentes.

Synthèse séquestration carbone en systèmes agroforestiers

La synthèse des résultats précédents donne le tableau suivant (en tCO₂eq) qui intègre :

- La fixation de CO₂eq dans la biomasse (aérienne et souterraine) : $CO_{2\text{arbre}}$
- La fixation de CO₂eq dans le sol : CO_{2SOL}

Le calcul du tableau 11 se réalise ainsi (version simple sans gestion d'arbres déjà installés ou obligatoire) :

- $CO_{2SeqR+L} = CO_{2\text{arbreR}} \times Densité_{\text{arbreR}} + CO_{2\text{arbreL}} \times Densité_{\text{arbreL}} + CO_{2SOL}$
(résultat par ha)
- $T_{CO_2 \text{ par an}} = Surface_{\text{Croissance lente}} \times 0,024 \times Densité_{\text{Croissance lente}} + Surface_{\text{Croissance rapide}} \times 0,048 \times Densité_{\text{Croissance rapide}} + Surface_{\text{sylvo-arable}} \times 0,888$

Le calcul donne un résultat total pour toutes les surfaces.

Densité : arbres/ha			20	50	80	100
Stockage tCO ₂ e/an	Croissance lente (CO _{2L})	Sylvo-arable	1,37	2,09	2,81	3,29
		Sylvo-pastoral	0,48	1,20	1,92	2,41
	Croissance rapide (CO _{2R})	Sylvo-arable	1,85	3,29	4,74	5,70
		Sylvo-pastoral	0,96	2,41	3,85	4,81

Tableau XIII - Exemples de séquestration en tCO₂eq par densité et en fonction de la typologie

Comment utiliser ces résultats ?

Les chiffres à avoir pour réaliser les calculs sont les suivants :

- Nombre d'arbres déjà en place de plus de 10 ans (non comptabilisés dans la méthode car non additionnels) : Nb_{arbresNC}
- Nombre d'arbres obligatoires du fait d'un label, réglementation, etc. (non comptabilisés dans la méthode car non additionnels) : $Nb_{\text{arbres_oblig}}$

Obligation	Nombre d'arbres total sur la surface	Densité
Label rouge poulet de chair	10	Pas d'obligation
Label rouge poule pondeuse	30	Pas d'obligation
Poules pondeuses bio	Présence d'un parcours arboré	Pas d'obligation

	suffisant, sans précision de densité	
--	--------------------------------------	--

- Nombre d'arbres déjà en place (âge 0-5 ans et 5-10 ans) et la surface concernée, classés par catégorie croissance rapide/lente, pris en compte car l'entretien sur le temps long permet une gestion durable, nécessaire à leur développement et la séquestration carbone additionnelle :
 - $Nb_{arbres_0-5_R}$, $Nb_{arbres_5-10_R}$
 - $Nb_{arbres_0-5_L}$, $Nb_{arbres_5-10_L}$
- Pour les alignements d'arbres intraparcellaires nouvellement installés, le nombre d'arbres complantés et la surface concernée, classés par croissance rapide/lente :
 - Nb_{arbres_R} ,
 - Nb_{arbres_L} ,
- Pour toute la surface agroforestière concernée par le Projet (prairies et cultures), la part sylvo-arable nouvellement implantée, pour déterminer le Carbone Organique du Sol (positif pour la surface sylvo-arable, nul pour la surface sylvo-pastorale) : $Surf_{arable}$

Le calcul se fait avec l'équation 12 :

$$\begin{aligned}
 RED_{AF} = & \sum_{t=1}^{15} (Nb_{arbres_R} \times 0,048 + Nb_{arbres_L} \times 0,024 + Surf_{arable} \times 0,888) \\
 & + \sum_{t=5}^{15} (Nb_{arbres_0-5_R} \times 0,048 + Nb_{arbres_0-5_L} \times 0,024) \\
 & + \sum_{t=10}^{15} (Nb_{arbres_5-10_R} \times 0,048 + Nb_{arbres_5-10_L} \times 0,024)
 \end{aligned}$$

Équation 12

Exemples :

Données	Calculs	Total
Parcelle simple 5 ha culture (sylvo-arable) avec des essences de croissance lente (merisier, frêne, chêne...) plantées à 25 arbres/ha	5 ha x 0,024 x 25 + 5 ha x 0,888	7,44 tCO ₂ eq/an =>111 tCO ₂ eq pour 15 ans
Parcelle arable d'essences mélangées sur 5 ha moitié essence lente (12,5 arbres/ha) et moitié rapide (peuplier...) (12,5 arbres/ha)	5 ha x 0,024 x 12,5 + 5 ha x 0,048 x 12,5 + 5 ha x 0,888	8,94 tCO ₂ eq/an =>134 tCO ₂ eq pour 15 ans
Parcelle de 5 ha moitié sylvo-pastorale moitié sylvo-arable essence lente sur 1 ha (à 25 arbres/ha) et rapide sur 4 ha (à 25 arbres/ha)	1 ha x 0,024 x 25 + 4 ha x 0,048 x 25 + 2,5 ha x 0,888	7,32 tCO ₂ eq/an =>109,8 tCO ₂ eq pour 15 ans
Projet multi-exploitants : Un projet de 5 ha sylvo-arable avec essence lente à 25 arbres/ha Un projet de 9 ha sylvo-pastoral avec essence lente à 50 arbres/ha	5 ha x 0,024 x 25 + 9 ha x 0,024 x 50 + 15 ha x 0,048 x 60 + (5+15) ha x 0,888	74,76 tCO ₂ eq =>1121 tCO ₂ eq pour 15 ans

Un projet de 15 ha sylvo-arable avec essence rapide à 60 arbres/ha		
--	--	--

Exemples de cas particuliers :

Dans l'itinéraire « densification », s'il existe déjà un peuplement agroforestier (naturel ou obligatoire comme en parcours volaille), il doit être retiré du calcul : par exemple un parcours label rouge de 10 ha a l'obligation de mettre 30 arbres sur son parcours, soit l'équivalent de 3 arbres/ha. Si le projet consiste en une présence agroforestière effective prévue de 50 arbres/ha, cela revient à faire le calcul label sur une base de 47 arbres (nouveaux)/ha.

Cas des plantations sur des parcelles non agricoles : pour le compartiment sol, considérer qu'il s'agit d'un sol sylvo-pastoral, pour rester très conservateur à défaut de données scientifiques (planter des arbres dans un sol non agricole devrait permettre des apports importants en restitution au sol). Pour le compartiment biomasse aérienne et racinaire, prendre les mesures moyennes correspondant aux données des essences lentes ou rapides, en fonction des essences considérées.

Dans le cas de systèmes agroforestiers déjà plantés (itinéraire « densification »), le calcul porte sur le temps du projet de 15 ans auquel est soustrait le nombre d'années correspondant à l'âge du système agroforestier, par grandes classes de 0-5 ans et 5-10 ans. Le compartiment sol n'est pas pris en compte car les arbres concernés sont préexistants. L'accompagnement technique et la gestion durable justifient de la prise en compte des alignements préexistants car un système agroforestier n'est considéré viable qu'à condition d'un accompagnement sur le long terme, comme le montrent des travaux CasDAR menés ou en cours¹⁰ ; les pratiques d'entretien sont encore nécessaires jusqu'à 10 ans après la plantation (un seuil est communément fixé à 15 ans.

¹⁰ CASDAR Agroforesterie 2009-2011 « Améliorer l'Efficacité Agro-environnementale des Systèmes Agroforestiers ».

8. Réductions d'émissions de l'empreinte (REE) générables (*option non applicable dans cette version*)

Calcul des réductions d'émissions indirectes générables dans le scénario de référence

Cf : Méthode LBC « Boisement » - (remplacement de l'horizon 30 ans par l'horizon 15 ans pour les essences dites rapides – maintien de l'horizon 30 ans pour les essences dites lentes (15 ans renouvelable 1 fois)) : Voir partie 6.1 à 6.3 (page 18 à 23 de la méthode boisement)

Les projets pourront délivrer des réductions d'émissions anticipées et des réductions d'émissions indirectes.

NB : le Porteur de projet peut faire le choix de valoriser des $REA_{\text{forêt}}$ (sans REA_{produits}) ou des REA totales ($REA_{\text{forêt}} + REA_{\text{produits}}$). En revanche, il ne peut pas valoriser uniquement des REA_{produits} .

Afin de pouvoir appliquer les équations à la méthode agroforestière, le tableur excel mis à disposition pour la méthode boisement et reboisement sera utilisé par le porteur de projet.

Ce dernier devra fournir* des tables de production forestières adaptées.

En l'absence de l'analyse du site par un expert, le porteur de projet devra se baser sur une classe de fertilité moyenne (exemple : si une table se décline en 3 classes de fertilités, la classe choisie sera la classe 2).

La justification de cette dernière sera appuyée par le plan d'accompagnement et de gestion agroforestier réalisé en amont (décrivant notamment l'adaptation de chaque essence par rapport au site). En complément, la table de production sera présentée dans un document annexe au dossier.

NB : afin d'homogénéiser les résultats, des tables de productions pourront être imposées par la méthode *.

Les densités agroforestières n'étant pas les mêmes que pour les projets forestiers, les REA seront rapportées à l'arbre, en fonction des densités cibles à 5 ans (définies par arrêtés régionaux).

POUR LA DEMONSTRATION, VOIR FICHIERS FOURNIS EN ANNEXE :

- Excel - Comparaison méthodes AF et boisement
- Excel - Calculateur officiel forets Vdef-TEST PEUPLIER
- Table de production du peuplier (avec note de calcul – basé sur des données de <https://www.peupliersdefrance.org/page/54-fiches-stations>)

Exemple avec le peuplier Koster :

Extrait de la table de production utilisée pour le tableur :

Age	AVANT ECLAIRCIE	
	Volume bois fort (m³/ha)	Accroissement courant (m³/ha/an)
2	2,3	1,15
3	5,5	3,2
4	10,2	4,7
5	22,9	12,7
6	39,2	16,3
7	54,6	15,4
8	72,3	17,7
9	91,8	19,5
10	112,8	21
11	135	22,2
12	157,8	22,8
13	180,9	23,1
14	192	11,1
15	201,4	9,4
16	209,3	7,9
17	215,5	6,2
18	220,2	4,7
19	223,4	3,2
20	225,3	1,9
21	225,9	0,6

1. Extrait du tableur méthode boisement après introduction de la table précédente :

essence	Surface (ha)	REA produits bois avant rabais (tCO ₂)	REA produits bois après rabais (tCO ₂)	REI substitution avant rabais (tCO ₂)	REI substitution après rabais (tCO ₂)
Peuplier Koster	1,00	22	20	233	209

2. Tableau adapté aux densités de l'agroforesterie (modification des densités) :

[Note : La table de production utilisée est d'une durée de 21 ans car le tableur excel existant ne permet pas de tronquer une table de production (et donc de la stopper à 15 ans). C'est en ce sens que, dans les tableaux adaptés aux densités de l'agroforesterie (ci-dessous), les REA et REI sont ramenés à une moyenne de tCO₂eq/arbre/an ; qui pourra être remultiplié par 15 ans*.

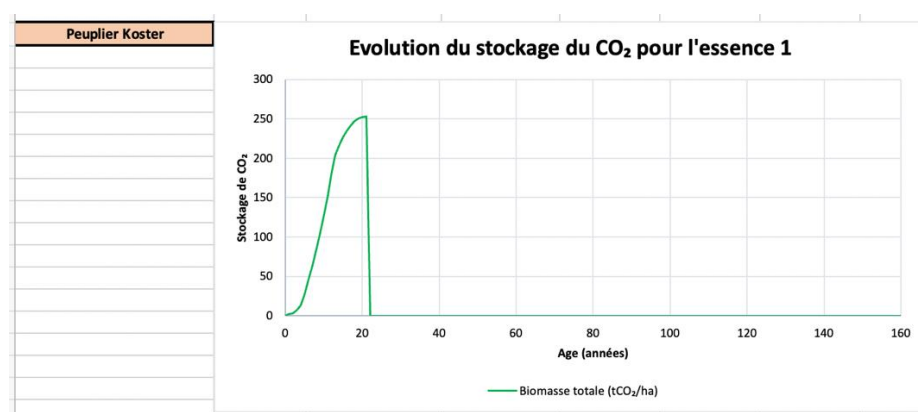
REA produits bois :

	Densité cible à 5 ans, en plts / ha (selon arrêtés):	Durée de la TP utilisée (ans)	REA produits bois tCO ₂ eq/arbre	REA produits bois tCO ₂ eq/arbre/an	REA produits bois tCO ₂ eq ha/an
Méthode boisement	200	21	0,10	0,005	0,94
Agroforesterie	100				0,47

REI Substitution :

	Densité cible à 5 ans, en plts / ha (selon arrêtés):	Durée de la TP utilisée (ans)	REI substitution (tCO ₂) tCO ₂ eq/arbre	REI substitution tCO ₂ eq/arbre/an	REI substitution tCO ₂ eq/ha/an
Méthode boisement	200	21	1,05	0,05	9,97
Agroforesterie	100				4,99

* En observant la table de production et le graphique ci-après, on constate que l'accroissement courant des arbres n'est pas constant. Pour une essence dites rapides, il est bien plus élevé sur les 15 premières années.



(extrait tableur LBC)

En se basant sur la table de production de la présente essence, le ratio des taux d'accroissement moyens sur 21 ans et sur 15 ans nous donne une valeur de 1,27.

En multipliant les REA (0,47 TCO₂eq/ha/an après rabais) et REI (4,99 tCO₂eq/ha/an après rabais) par 15, on obtient des valeurs que l'on pourra multiplier par 1,27.

	Accroissement courant	Volume de bois fort
(m ³ /ha/an) : Moyenne sur 21 ans	11,24	20,10
Accroissement courant (m ³ /ha/an) : Moyenne sur 15 ans	14,30	15,79
Ratio d'accroissement entre l'année 16 et 21	1,27	1,27

Multiplier les REA (0,47 TCO₂eq/ha/an après rabais) et REI (4,99 tCO₂eq/ha/an) par ce ratio permettrait de les ramener à des valeurs plus réalistes.

NB : pour faciliter la constitution des dossiers et améliorer la qualité des résultats, dans le cadre d'une V2, un nouveau tableur pourra être recréé sur la base de l'existant.

9. Suivi d'un projet et vérification des réductions d'émissions

9.1. Suivi du projet

Le suivi est assuré par la structure mandataire porteuse de projet, pour chaque exploitation agricole.

Le porteur de projet s'engage sur un programme de travaux issu du plan d'aménagement, si besoin, est accompagné par un conseiller issu des réseaux techniques. Il doit respecter le programme défini sur le PAGA et indiquer si il a réalisé ou non les pratiques de gestion proposées par le programme de travaux.

ANNEXE VI

ORGANISMES VISÉS À L'ARTICLE 4 DU PRÉSENT ARRÊTÉ

Les chambres d'agriculture.
Les associations agréées au titre de l'environnement.
Bois Bocage Energie.
Structures spécialisées en agroforesterie : AFAC Agroforesteries (et les structures membres de cette fédération), AFAF, AGROOF.
Fédérations départementales et régionales des chasseurs.
Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural (CIVAM).
Conservatoires botaniques nationaux.
Conservatoires d'espaces naturels.
Parcs nationaux et parcs naturels régionaux.

Figure 6 : liste des organismes habilités BCAE7

Au moins une visite technique par un conseiller d'une structure mandataire porteuse de projet est fortement recommandée par an, soit 15 fois pendant la durée du projet (15 ans), afin de garantir la durabilité des systèmes agroforestiers. Ces visites ont pour but de conseiller l'exploitation agricole dans sa gestion des systèmes agroforestiers.

Après la première visite, le programme de travaux est mis à jour en fonction des objectifs que l'exploitation agricole souhaite se fixer suite à la période d'appropriation du plan de gestion. A l'occasion de ces visites, le programme de travaux validé par l'agriculteur jusqu'au moment de la visite sera contrôlé. Le conseiller validera les actions réellement effectuées. Si des actions n'ont pas été réalisées, le Porteur de projet en informe l'Autorité en année n+5 et le carbone additionnel sera modifié. Ainsi en année n+5 lors de la visite de certification ce sont des crédits carbones vérifiés qui seront reconnus, et des crédits carbone anticipés qui seront reconnus par anticipation des 10 années restantes du projet, sur la base du bilan établi en année n+5.

9.2. Modalités de vérification des réductions d'émissions

Deux options sont possibles :

- Une vérification à 5 ans et les 10 ans suivants anticipée avec un rabais
- Une vérification tous les 5 ans jusqu'au bout des 15 ans

La première option est accessible uniquement aux propriétaires. La deuxième option est la seule possible pour les locataires et accessible aussi aux propriétaires.

La vérification des réductions d'émissions est nécessaire pour que l'Autorité puisse reconnaître les réductions effectuées. La demande de reconnaissance est faite par le Porteur de projet ou le Mandataire auprès de l'Autorité en année n+5, avec des crédits vérifiés pour la phase des 5 premières années, et des crédits anticipés pour les 10 dernières années.

Pour les projets collectifs, elle peut se faire de manière individuelle pour chaque projet d'agriculteur indépendamment, ou en mutualisant plusieurs demandes individuelles. Pour ce faire, conformément à l'arrêté du 28 novembre 2018, le Porteur de projet envoie à l'Autorité un rapport de suivi et rapport de vérification, élaboré par un organisme tiers indépendant chargé de l'audit, qui collecte l'ensemble des pièces documentaires justificatives.

Pour certifier les crédits, l'Audit a lieu 5 ans après le début du projet (après demande de vérification) sur l'ensemble des parcelles agroforestières concernées par le projet. Cet audit a lieu une fois par exploitation et par projet afin de limiter les coûts.

Après vérification, l'organisme tiers indépendant adressera au Porteur de projet un rapport relatif à l'ensemble des projets individuels composant l'échantillon d'exploitations. Les éventuels écarts de réduction constatés sur l'échantillon de vérification seront appliqués proportionnellement à l'ensemble des réductions d'émissions demandées dans le rapport de suivi.

L'ensemble des documents justificatifs de chaque projet individuel sera transmis à l'auditeur.

Les vérifications étant réalisées par un auditeur externe sur la base de documents vérifiés par une visite de contrôle au bout de 5 ans, aucun rabais n'est appliqué sur la première période de 5 ans, et un rabais couvrant le risque de non-permanence de 10% est appliqué sur la période des 10 dernières années.

Ajouter un paragraphe pour la vérification tous les 5 ans

9.3. Vérification documentaire par un Auditeur à n+5.

Cette vérification documentaire est obligatoire pour tout projet éligible au Label Bas-Carbone. Elle sera réalisée par un Auditeur, aux frais du Porteur de projet. Cette vérification peut être réalisée en même temps et par le même Auditeur que la vérification de terrain prévue en 9.4 afin de mutualiser les coûts. De plus, la mutualisation avec un autre audit de vérification pour une autre certification est possible à partir du moment où l'Auditeur est compétent dans le domaine et indépendant du Porteur de projet.

Le Porteur de projet fournira à l'auditeur :

- le programme des travaux tel que soumis lors de la validation du Projet
- compte-rendus éventuels d'un conseiller fourni au porteur de projet,
- le plan de gestion et la visite de terrain,
- le tableau de synthèse du programme de travaux actualisé associant le diagnostic initial et les interventions réalisées, notamment les opérations de replantation le cas échéant,
- les pièces nécessaires à la vérification des co-bénéfices (cf. 5.1).

Dans le cas où des plantations sont prévues et des travaux faisant appel à un prestataire externe ou à du matériel de location sont réalisés, les documents suivants sont à fournir : une (ou des) facture(s) d'achat de plants, une (ou des) facture(s) de plantation, une (ou des) facture(s) de location de matériel, une (ou des) attestation(s) de réception des travaux et tout autre facture ou document jugé pertinent.

9.4. Vérification additionnelle en n+15 pour extension de période de réductions anticipées

9.5. Le Porteur de projet pourra solliciter une extension de 15 années de la période de projet s'il opte pour des essences à croissance lente ou s'engage à conserver les arbres sur une période additionnelle de 15 ans. Il devra pour obtenir une telle extension réaliser une vérification en année 15 afin de confirmer que le projet est toujours en place et confirmer par écrit son engagement dans un nouveau plan de gestion de 15 ans.

Délivrance des réductions d'émissions

Les réductions d'émissions vérifiées sont certifiées à n+5 à l'issue de l'audit de certification et sur la base du plan de gestion initial établi sur 15 ans.

Les réductions d'émissions anticipées sont certifiées à n+5 à l'issue de l'audit de certification et sur la base du plan de gestion initial établi sur 15 ans et sur la validation de conformité du bon état de croissance des systèmes agroforestiers intraparcellaires sur les 10 années restantes du projet.

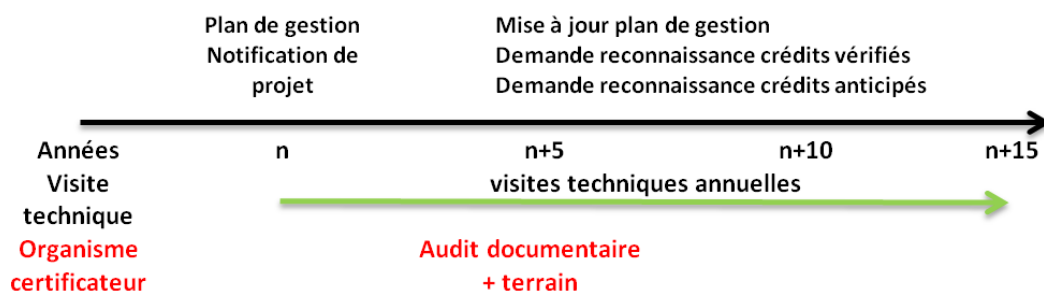
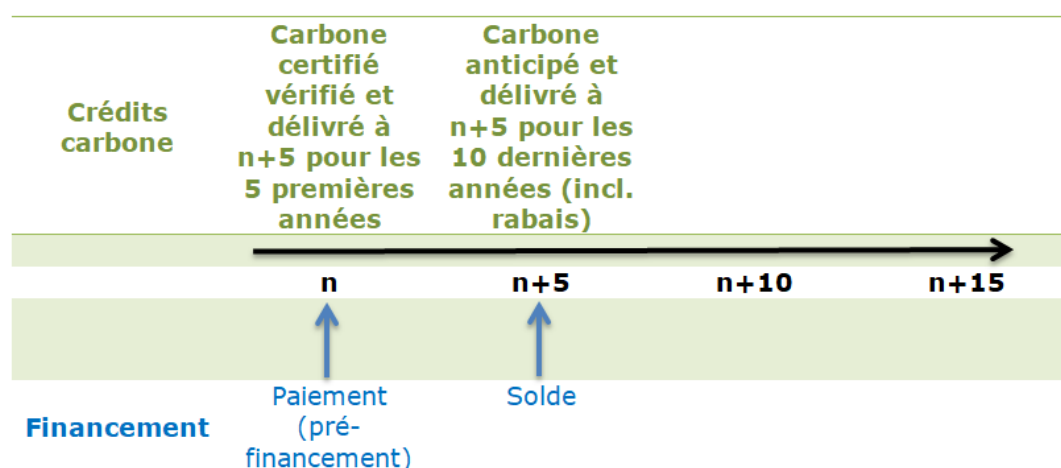


Schéma de vie du projet : étapes du suivi et de la vérification



Exemple d'un schéma de vie du projet proposé : étapes de délivrance des crédits

Récapitulatif des rabais

Tableau III - Liste des rabais applicables

N°	Type de rabais	Applicabilité	Valeur
----	----------------	---------------	--------

rabais			
1	Risque de non-permanence	Automatique	10 %
2	Risque anthropique	-	Aucun rabais
3	Risque dû au gibier	-	Aucun rabais
4	Risque lié à la croissance des plants intraparcellaires	Rabais adapté	20% si en n+5 si le taux de présence des arbres < 90% par rapport au scénario projet

Formulaires nécessaires au Porteur de projet

Trois formulaires sont nécessaires aux porteurs de projet :

- Le formulaire de Notification de Projet, accessible en ligne sur la page internet du Label Bas-Carbone,
- Le Document descriptif de projet, disponible sur le site du Label Bas-Carbone, :
- Un tableau de calcul automatisé des réductions d'émissions à partir de renseignements facilement accessibles pour un porteur de projet et vérifiables pour l'auditeur
- Le Formulaire de rapport de suivi, disponible sur le site du Label Bas-Carbone.

Références bibliographiques

- Balleux P., Van Lerberghe P., *Le boisement des terres agricoles, guide technique*, IDF, juin 2001, 128p
- CASDAR Agroforesterie 2009-2011 « Améliorer l'Efficacité Agro-environnementale des Systèmes Agroforestiers »
- CASDAR ARBELE « L'arbre dans les exploitations d'élevage herbivore : fonctions et usages multiples », 2014-18
- Moreau J-C., Béral C., Hannachi Y., Lavoyer S., Monier S., Novak S., Van Lerberghe P., « ARBELE - L'arbre dans les exploitations d'élevage herbivore : des fonctions et usages multiples », *Innovations Agronomiques* 79 (2020), pp.499-521.
 - Colin Juliette, Baldenweck Adèle, Van Lerberghe Philippe, « Facteurs de réussite et d'échec de peuplements agroforestiers sur des prairies pâturées. Etude du réseau expérimental trentenaire implanté par le consortium Cemagref-INRA en 1990 », 2018
- CASDAR PARASOL (2015-2018) : « Agroforesterie en système d'élevage ovin : étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique »
- Béral C., Andueza D., Ginane C., Bernard M., Liagre F., Girardin N., Emile J-C., Novak S., Grandgirard D., Deiss V., Bizeray D., Moreau J-C., Pottier E., Thiery M., Rocher A., 2018. Casdar PARASOL « Agroforesterie en système d'élevage ovin : étude de son potentiel dans le cadre de l'adaptation au changement climatique », 158p.
- Cardinael R., Chevallier T., Barthès B., et al. "Impact of alley cropping agroforestry on stocks, forms and spatial distribution of soil organic carbon — A case study in a Mediterranean context", *Geoderma*, Volumes 259–260, December 2015, Pages 288-299
- Cardinael, R.; Chevallier, T.; Cambou, A.; Beral, C.; Barthes, B.G.; Dupraz, C.; Durand, C.; Kouakoua, E.; Chenu, C., 2017. "Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France". *Agriculture Ecosystems & Environment*, 236: 243-255.
- Cardinael, R.; Umulisa, V.; Toudert, A.; Olivier, A.; Bockel, L.; Bernoux, M., 2018. Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. *Environmental Research Letters*, 13 (12)
- Cardinael R., 2019. « Un stockage de carbone important dans les sols en agroforesterie », INRA
- Cardinael, R., Mao, Z., Chenu, C. et al. "Belowground functioning of agroforestry systems: recent advances and perspectives". *Plant Soil* (2020)
- Chenu C., Klumpp K.2, Bispo A., Angers D., Colnenne C., Metay A., « Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France », *Innovations Agronomiques* 37 (2014), 23-37
- Dupraz Christian et Capillon Alain, « L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne », *Cahier d'étude DEMETER*, 2006/1, pp.101-113
- Dupraz Christian, Liagre Fabien, *Agroforesterie: des arbres et des cultures*, France Agricole Editions, 2008, 413 p.
- Hamon Xavier, Dupraz Christian, Liagre Fabien, « L'agroforesterie, outil de séquestration du carbone en agriculture ». 2009. ffh1-02820921f
- Ma Z., Chen H. Y.H., Bork E.W., et al. "Carbon accumulation in agroforestry systems is affected by tree species diversity, age and regional climate: A global meta-analysis", *Global Ecol Biogeogr.* 2020; 00 : p.1–12.

- Mulia R., Dupraz C., 2005. "Unusual fine root distributions of two deciduous tree species observed in Southern France: what consequences for root dynamics modelling?", *Plant and Soil* 281, pp. 71-85
- Ori Daniele, Béral Camille, 2012 : « Pistes d'innovations en systèmes agroforestiers et propositions d'aménagements », AGROOF. 36p.
- Pardon, P.; Reubens, B.; Reheul, D.; Mertens, J.; De Frenne, P.; Coussement, T.; Janssens, P.; Verheyen, K., 2017. Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 247: 98-111
- Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude », INRA (France), 92 p.
- Pellerin S. et Bamière L. (pilotes scientifiques), Launay C., Martin R., Schiavo M., Angers D., Augusto L., Balesdent J., Basile-Doelsch I., Bellassen V., Cardinael R., Cécillon L., Ceschia E., Chenu C., Constantin J., Darroussin J., Delacote P., Delame N., Gastal F., Gilbert D., Graux A-I., Guenet B., Houot S., Klumpp K., Letort E., Litrico I., Martin M., Menasseri S., Mézière D., Morvan T., Mosnier C., Roger-Estrade J., Saint-André L., Sierra J., Thérond O., Viaud V., Grateau R., Le Perchec S., Savini I., Réchauchère O., 2019. « Stocker du Carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et quel coût ? Synthèse du rapport d'étude », INRA (France), 117 p.
- Shi, L.L.; Feng, W.T.; Xu, J.C.; Kuzyakov, Y., 2018. Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. *Land Degradation & Development*, 29 (11): 3886-3897