



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Etude pour le renforcement des actions d'économies d'eau en irrigation dans le bassin Adour-Garonne

PHASE 1

Synthèses bibliographiques :
9 ► Agroforesterie

Etude réalisée par l'agence de l'eau Adour-Garonne
avec la collaboration de :



Sommaire

| | |
|---|-----------|
| 1 Description technique et du contexte – Etat actuel | 4 |
| 2 Quantification des économies d'eau..... | 5 |
| 2.1 Le cas des effets des plantations agroforestières intraparcellaires | 5 |
| 2.2 Le cas des effets des haies brise-vent (plantation agroforestière bocagère) sur l'évapotranspiration..... | 6 |
| 3 Autres impacts agronomiques et environnementaux..... | 7 |
| 4 Analyse économique | 8 |
| 5 Analyse coût – efficacité de l'action..... | 10 |
| 6 Freins et leviers pour son développement | 10 |
| 6.1 Freins et leviers techniques | 10 |
| 6.2 Freins et leviers économiques | 11 |
| 7 Eléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations ...) | 11 |
| 8 Bibliographie..... | 12 |

Liste des fiches de synthèse des connaissances

Efficiency de l'application

- AEE 1 - Développement du conseil en irrigation et outils de pilotage adaptés (logiciels, sondes...)

Efficiency de la distribution

- AEE 2 - Equipements hydro-économies de précision
- AEE 3 – Changement matériels : enrouleurs remplacés par pivot ou rampe
- AEE 4 - Goutte à goutte en grandes cultures et cultures industrielles
- AEE 5 - Goutte à goutte et micro-aspersion en vergers

Efficiency du transport

- AEE 6 – Optimisation et réduction des pertes des réseaux collectifs (encart : réseau individuel)

Modification des pratiques agricoles

- AEE 7 - Dates de semis, précocité et choix des variétés
- AEE 8 - Semis direct et couverts végétaux
- AEE 9 - Agroforesterie

Assolements & systèmes économies en eau

- AEE 10 - Substitution de culture de printemps irriguée par des cultures d'hiver ou de printemps

Note au lecteur

La fiche « action d'économie d'eau en irrigation », présentée ci-après, a pour objectif de synthétiser l'état des connaissances en matière d'économie d'eau en irrigation sur le bassin Adour-Garonne. Les divers sujets ont été répartis en 10 grands types d'actions, qui ont été traités de manière synthétique.

Les fiches ont été réalisées à partir de données publiées et mises à disposition du bureau d'études (bibliographie fournie par le comité de pilotage, complétée par les cabinets d'études), complétées par des entretiens d'acteurs. Cette synthèse n'avait pas pour objectif de produire de nouvelles références.

Les fiches représentent une étape de l'étude. La cible de cette synthèse est principalement interne et visent notamment à partager les connaissances entre les membres du comité de pilotage. Elles serviront de base à la suite du travail sur l'analyse des gisements et seront mobilisées pour la rédaction du rapport final à destination des instances de bassin.

Elles comprennent les points suivants : une description de l'action et de ses principales modalités, les économies d'eau possibles, les autres impacts agronomiques et environnementaux, les freins et leviers pour son développement, une analyse coût-efficacité et des éléments sur les potentiels de développement de l'action sur le bassin Adour-Garonne.

1 Description technique et du contexte – Etat actuel

Cette fiche se base principalement sur l'ouvrage de C. Dupraz et F. Liagre : « Agroforesterie : des arbres et des cultures ». Il est difficile de collecter des données quantitatives, surtout à l'échelle régionalisée du bassin AG. Les principaux résultats sont donc qualitatifs. Les données chiffrées sont des estimations ou des moyennes nationales. Les recherches en agroforesterie sont coordonnées par le Réseau Mixte Technologique (RMT) « Agroforesteries ».

L'agroforesterie se définit comme l'association simultanée d'une production arborée et d'une production agricole sur une même surface (C. Dupraz, 2011) ; cette dernière pouvant être une culture ou une prairie. On distingue, d'une part, l'agroforesterie intraparcellaire où les arbres sont implantés à l'intérieur de la parcelle, et, d'autre part, les structures bocagères où les arbres sont en pourtour de parcelle.

Nous ne traiterons pas ici des prés-vergers qui consistent en des prairies plantées d'arbres fruitiers de haute tige. Le pré-verger représente pourtant le système agroforestier le plus répandu en France avec 140 000 ha, et concerne majoritairement la Normandie et les Pays de Loire (Sarthe et Mayenne), comparés aux 4 000 ha de plantations agroforestières. Ce système procure une couverture permanente au sol et pourrait constituer une piste d'avenir pour les vergers cultivés en bio.

En agroforesterie, la densité de plantation est nettement inférieure à celle pratiquée en foresterie ; respectivement 50 à 200 arbres/ha et plus de 1 000 arbres/ha. Cette faible densité préserve un ensoleillement suffisant de la parcelle à même de garantir un rendement satisfaisant de la culture.

L'écartement entre les lignes d'arbres se situe généralement entre 25 et 35 mètres pour des arbres qui atteindront 15 mètres de hauteur. Cette distance dépend aussi de la mécanisation et de la largeur des outils, et en particulier celle des rampes du pulvérisateur. Il est en effet préférable pour limiter les passages d'avoir un écartement multiple de la largeur du pulvérisateur en prenant soin de laisser 1 m de chaque côté. La distance entre les arbres varie de 4 à 10 m sur le rang.

L'association des arbres avec des cultures facilite la reprise des premiers et homogénéise leur croissance les premières années. L'arbre agroforestier pousse plus vite du fait des soins apportés aux cultures (désherbage, fertilisation, travail du sol) et d'un plus fort ensoleillement.

L'association avec des cultures, notamment d'hiver, oblige l'arbre à s'enraciner profondément du fait de la compétition avec la culture. Cet enracinement profond offre de nombreux avantages. Il permet une meilleure résistance de l'arbre au stress hydrique et aux tempêtes. Il permet aussi de recycler l'azote lessivé. En zone méditerranéenne, les parcelles agroforestières constituent d'excellents pare-feu.

Cependant, des plantations à basse densité nécessitent des soins plus importants. Il est le plus souvent indispensable de protéger les arbres contre les chevreuils, notamment avec des gaines (ce qui augmente fortement le coût des plantations). Il est aussi nécessaire d'élaguer les branches pour obtenir du bois d'œuvre. La réduction du houppier (branches situées au sommet du tronc) par élagage permet d'augmenter l'éclairage des cultures.

En effet, tant que le rayonnement disponible reste supérieur à 80 % du rayonnement naturel, les impacts négatifs sur la culture sont limités. L'effet du houppier sur le rayonnement dépend bien sur de la concomitance des cycles de la culture et des arbres. L'effet sera d'autant moins important que la culture a un cycle précoce et les arbres un cycle tardif (Moreno, 2015). Cependant, selon l'essence plantée, une diminution du rendement de la culture est à attendre en fin de cycle, liée à la réduction du rayonnement intercepté par les cultures.

Ainsi, plus les arbres seront hauts, plus l'espacement entre les rangées devra être important (objectif maximum 50 arbres/ha pour des arbres de 15 m de haut).

Les lignes de plantation doivent aussi se faire selon l'orientation nord sud si on souhaite obtenir un éclairage homogène de la parcelle et ainsi développement homogène de la culture.

2 Quantification des économies d'eau

2.1 Le cas des effets des plantations agroforestières intraparcellaires

L'implantation d'arbres dans une parcelle agricole agit sur l'évapotranspiration des cultures, le stockage et l'écoulement de l'eau et la consommation d'eau via la transpiration de l'arbre. La quantification des économies d'eau est complexe et difficile à évaluer car cette question a peu fait l'objet de travaux de recherches et de mesures.

Une plantation agroforestière va consommer plus d'eau qu'une culture annuelle seule. Ainsi, une plantation adulte de 50 noyers associée à une culture de céréales consommera 250 mm par an¹ d'eau supplémentaire sur une saison de croissance (C. Dupraz, 2011) que la culture pure. Ce prélèvement additionnel d'eau contribue à assécher les sols en profondeur en été, ce qui augmente la capacité de stockage des pluies d'automne et d'hiver estimée entrée 100 mm à 160 mm selon les plantations d'après des essais de Dupraz. Ce prélèvement additionnel des arbres se fait essentiellement dans les horizons profonds du sol non accessibles aux cultures. Cela ne pénalise pas l'implantation des cultures d'hiver qui bénéficient de la réhumectation en surface par les pluies d'automne.

Ce phénomène de stockage est aussi favorisé par une augmentation du taux de matière organique au niveau des arbres qui accroît la porosité du sol et donc la capacité d'infiltration de l'eau. Mais ces résultats sont bien sûr très variables et dépendent des conditions pédoclimatiques.

En conclusion si les pluies d'automne et d'hiver sont suffisantes, les cultures et les arbres seront peu pénalisés. On peut cependant conclure à une diminution de l'écoulement sur l'année mais aussi à une meilleure régulation des débits.

L'agroforesterie permet d'améliorer le bilan organique grâce à l'enherbement de la ligne de plantation et par l'apport de la litière des feuilles.

La consommation d'eau des arbres va croître avec l'âge et devenir importante quand l'arbre aura atteint son houppier adulte. Une compétition pour l'eau entre les arbres et la culture peut alors apparaître. Cette compétition peut être limitée si on implante dès la plantation et pendant les premières années une culture d'hiver ou une légumineuse fourragère. En effet, ces cultures vont assécher le sol jusqu'à 1 m de profondeur et obliger les racines des arbres à aller plus profondément (effet de cernage). Cette compétition est aussi limitée

¹ En une saison de croissance sous le climat du sud de la France et pour un peuplement adulte

dans le temps car les arbres ont un développement tardif de leur feuillage. Les noyers par exemple, essence très utilisée en agroforesterie, débourrent en fin avril et début juin.

Cet effet de cernage par les racines des cultures d'hiver (blé, colza) est complété par le cernage mécanique lors du travail du sol (labour ou disquage) qui vient couper les racines superficielles des arbres. Les cultures d'été comme le maïs seront par contre en forte compétition avec les racines des arbres.

La réduction du rayonnement sous les houppiers, la réduction de la vitesse du vent et l'augmentation de l'humidité de l'air par transpiration des arbres se combinent pour réduire la demande en eau des cultures.

Pour ces différentes raisons, les cultures d'hiver apparaissent plus adaptées aux plantations agroforestières. Concernant l'irrigation de cultures d'été, l'utilisation d'un pivot n'est pas possible. L'utilisation d'enrouleur est possible mais contraignante. L'irrigation au sol ou la couverture intégrale sont possibles.

2.2 Le cas des effets des haies brise-vent (plantation agroforestière bocagère) sur l'évapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est la quantité d'eau maximale susceptible d'être évaporée par le sol et transpirée par une culture de référence (gazon de fétuque élevée) en phase active de croissance et parfaitement alimentée en eau. Elle représente la demande climatique, diminuée localement par un brise-vent (microclimat). L'évapotranspiration réelle (ETR) est la quantité d'eau effectivement évaporée et transpirée par la végétation d'une culture quelconque au stade où elle est et dans les conditions qu'elle subit. L'ETM est la valeur maximale de cette ETR quand la disponibilité de l'eau pour les racines n'est pas limitante.

Un bon brise-vent avec 40 à 60 % de porosité permet de réduire l'évapotranspiration potentielle de 20 à 40 % sur une longueur de 12 fois la hauteur du brise-vent. L'efficacité du brise-vent est d'autant plus élevée que la zone est sèche. Ainsi dans les climats humides, (continentaux), l'effet du brise-vent sur l'ETP est peu sensible (Pointereau, 1995).

L'impact du brise-vent sur l'évapotranspiration réelle (l'eau effectivement évapotranspirée et donc consommée) est plus complexe :

- en condition humide l'ETR est voisine de l'ETM (et comme on l'a dit l'effet du brise-vent est insignifiant).
- en contrainte hydrique modérée l'ETR diminue en même temps que l'ETP. Le brise-vent permet donc une économie d'eau journalière. Le sol va se dessécher moins vite et l'eau disponible va profiter plus longuement aux cultures. Mais sur la période de végétation l'ETR sera égale avec ou sans brise vent mais avec des rendements supérieurs dans la zone protégée. L'eau économisée par réduction de l'évapotranspiration sera au final consommée par la culture.
- en contrainte hydrique forte, alors que les plantes vont fermer leurs stomates dans la zone ouverte, dans la zone protégée les plantes vont continuer à photosynthétiser. Le brise-vent va donc augmenter l'ETR et la consommation d'eau mais avec une augmentation des rendements.
- En contrainte hydrique très forte l'effet du brise-vent peut même être négatif, en ralentissant le vent il entraîne une augmentation de la température déjà élevée qui peut être néfaste aux plantes. Dans ces conditions il est préférable d'utiliser l'arbre comme ombrage aux plantes (type dehesas ou oasis).

Conclusion : sauf cas de très fortes contraintes hydriques, rares en Europe, le brise-vent permet une meilleure allocation de l'eau aux plantes entraînant un meilleur niveau de production, mais ne permet pas au final d'économie de l'eau, sauf dans le cas particulier de plaines irriguées telles que l'on peut les trouver dans la vallée de la Garonne ou le bassin de la Charente où le brise-vent pourrait permettre de réduire de 10% les volumes d'eau consommée pour l'irrigation (soit 100 à 300 m³/ha) (Pointereau S. L., 2008).

Dans les zones ventées et chaudes, la plantation de haies brise vent contribue donc à mieux valoriser la ressource en eau en réduisant la vitesse du vent et donc l'évapotranspiration, en augmentant la quantité de rosée et l'humidité du sol et de l'air. Les brise-vents eux-mêmes vont consommer plus d'eau (2 à 3 fois plus qu'une culture à surface égale) mais avec une incidence limitée du fait de la faible surface qu'ils occupent.

La haie brise-vent permet aussi une meilleure répartition spatiale de l'eau apportée en irrigation par aspersion du fait de la diminution du vent. Cette meilleure homogénéité de répartition spatiale est un facteur possible d'économies d'eau (pas de sur-irrigation pour compenser l'hétérogénéité).

Les travaux de recherche qui ont permis d'établir ces données datent des années 80 et ont été faites dans le sud-est. (GUYOT, 1986). Aucune recherche n'a été effectuée depuis.

3 Autres impacts agronomiques et environnementaux

Les plantations agroforestières ont généralement des effets positifs sur l'environnement. Elles présentent un fort intérêt dans les zones peu pourvues en infrastructures agroécologiques en apportant de la diversité dans le paysage.

Les besoins en azote des arbres sont limités, et certains fixent même l'azote de l'air, comme l'aulne à feuilles en cœur (*Alnus cordata*) ou le févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*). L'enracinement profond des arbres permet de mobiliser l'azote situé en profondeur. Les arbres fonctionnent comme une pompe à nutriments en remontant en surface des cations (K, Ca, Mg...) issus de l'altération de la roche mère (C. Dupraz, 2011) qui pourront ainsi être absorbés par la culture annuelle.

Concernant l'érosion, l'effet positif vient surtout de la ligne enherbée au pied des arbres qui permet une meilleure infiltration de l'eau. Les lignes d'arbres doivent donc suivre les courbes de niveau pour une efficacité maximale, ce qui peut être contradictoire avec la recherche de plantation nord-sud. Le meilleur compromis est alors à trouver.

Le bilan organique de la parcelle est localement amélioré : la décomposition des racines fines, l'apport de litière et l'enherbement de la ligne d'arbres contribuent à l'enrichissement du sol en MO (C. Dupraz, 2011).

Les parcelles agroforestières permettent aussi d'accroître le stockage de carbone dans le bois et dans le sol (mortalité des racines, litière). Pour 50 arbres/ha (agroforesterie), le stockage moyen de carbone sur 20 ans est estimé entre 0,1 et 1,35 t de carbone/ha/an dans la biomasse aérienne et entre 0,04 à 0,4 t de carbone/ha/an dans le sol . Pellerin et al. (2013) estiment donc un potentiel d'atténuation à 2030 de 2,8 millions de tCO₂ éq./ha/an réparti entre haies (1,8 Mha de parcelles avec des haies) et agroforesterie (400.000 ha de parcelles agroforestières (ADEME, 2015)).

La présence des arbres et de la végétation spontanée au pied des arbres pourrait contribuer à un meilleur contrôle biologique des ravageurs des cultures en hébergeant des auxiliaires.

Au niveau agronomique les premiers travaux montrent que l'association arbre-culture est plus productive à surface égale que chaque production cultivée séparément. Ainsi le coefficient de rendement équivalent (CRE²) proposé par Willey et Osiry (1972) puis développé par Willey (1979) se situe entre 1,06 et 1,15 (Coulon, 2005).

4 Analyse économique

Il est difficile d'estimer précisément la rentabilité globale d'un système agroforestier et les chiffres sont très variables.

Le coût d'implantation des arbres d'une parcelle agroforestière en grandes cultures est estimé à environ 800 €/ha pour 50 arbres par hectare, soit un coût entreprise d'environ 15 €/arbre.

Le coût de l'investissement est variable selon le type de projet agroforestier (cf annexe1). Il dépend principalement :

- du type de projet agroforestier : grandes cultures, élevage ovin ou bovin. Dans le cadre de l'étude, nous avons uniquement considéré le cas des grandes cultures ;
- des essences d'arbres choisies : par exemple, l'utilisation de plants améliorés tels que des noyers hybrides peut engendrer un surcoût total de l'ordre de 200 à 300 €/ha (C. Dupraz, 2011) ;
- De la densité de plantation ;
- De la qualité des plants ;
- Des fournitures utilisées ;
- Du type de main d'œuvre pour la réalisation des travaux (prestataire de service ou agriculteur lui-même). La réalisation de la plantation par l'agriculteur divise par trois l'investissement total (seules les dépenses en fournitures et en mécanisation sont alors prises en compte) (C. Dupraz, 2011)

Lorsque l'agriculteur réalise lui-même la plantation, le coût de la main d'œuvre correspond à celui d'un volume horaire estimé entre 15 à 20 heures pour 100 arbres plantés à l'hectare correspondant aux travaux de piquetage, plantation et pose de protections individuelles (C. Dupraz, 2011).

Les arbres impactent la marge brute de la culture sur trois dimensions :

- Baisse de la surface cultivée : la surface occupée par les lignes d'arbres entraîne une baisse de la surface cultivée totale qui varie entre 3 et 15 % de la surface initiale (en comparaison d'une culture pure).
- Baisse du rendement de la culture intercalaire avec le développement des arbres : elle dépend de la phase de croissance des arbres (le rendement de la culture intercalaire diminue avec le développement des arbres) et de leur implantation (largeur de la bande cultivée par rapport à la hauteur des arbres adultes).

² La formule utilisée pour calculer le CRE est : rdt de la culture associée / rdt de la culture pure + rdt des arbres associés /rdt des arbres en cultures purées

- Surcoût de travail agricole : augmentation de la charge de travail de l'agriculteur (entretien des arbres, manœuvres en bout de champ, etc.), pertes de produits phytosanitaires par débordement sur les lignes d'arbres.

Le surcoût total varie suivant le type de culture intercalaire. En grandes cultures, ce surcoût est estimé entre 5 à 15 % par hectare par rapport à une culture pure (C. Dupraz, 2011).

La marge brute de la parcelle agroforestière en grandes cultures dépend principalement de la largeur des allées cultivées et de la densité d'arbres. Prenons l'exemple d'une parcelle agroforestière plantée en noyer, comparée à une culture pure en rotation blé-blé-colza (marges n'incluant pas les revenus générés par la vente du bois) :

- Pour une densité de plantation de 40 arbres/ha et une largeur de bandes cultivées égale à trois fois la hauteur des arbres adultes ($L = 3H$), la marge brute cumulée est proche à 90% de celle de la parcelle agricole.
- Pour une densité de plantation de 60 arbres/ha et une largeur de bandes cultivées égale à deux fois la hauteur des arbres adultes ($L = 2H$), la marge brute cumulée représente 80% de celle de la parcelle agricole.
- Pour une densité de plantation de 80 arbres/ha et une largeur de bandes cultivées égale à la hauteur des arbres adultes ($L = H$), la marge brute cumulée ne représente plus que 65% de celle de la parcelle agricole.

Source : (C. Dupraz, 2011).

La marge liée à l'exploitation des arbres dépend beaucoup du coût horaire appliquée et varie donc selon que les travaux sont réalisés par l'agriculteur ou par une entreprise.

Tableau 1 : Temps de travail nécessaire pour l'entretien des peuplements d'arbres pour des feuillus divers (hors peupliers)

| Opération | Unité | Vitesse d'exécution | Période d'intervention |
|-------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| Désherbage au pied de l'arbre | Arbres/h | 25 à 50 | De l'année 1 à 5 |
| Entretien ligne d'arbres | H / 100 m | 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 2 à 5 m | Arbres / h | 20 à 30 | De l'année 4 à 8 |
| Elagage 5 à 8 m | 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 |
| Eclaircissement houppier | Arbres / h | Variable | De l'année 20 à n |
| Eclaircie jeunes arbres | Arbres / h | 18 à 22 | Année 15 |

Source : (C. Dupraz, 2011)

Convertir progressivement une partie (les aides à la plantation démarre à 2 ha) de la SAU de l'exploitation en plantation agroforestière présente plusieurs avantages (C. Dupraz, 2011):

- Limiter l'impact sur la trésorerie grâce à des plantations échelonnées dans le temps (tous les 5 ans).
- Augmenter le revenu annuel de l'exploitation grâce à la vente des arbres. A partir de la récolte des arbres, le revenu agricole moyen de l'exploitation sera significativement augmenté (+15% en moyenne).

La rentabilité sur le long terme est difficile à estimer. Pour évaluer les recettes et dépenses à long terme, il est nécessaire d'utiliser un taux d'actualisation pour prendre en compte la dépréciation liée au temps qui passe, égal à 4% pour un projet agroforestier.

En comparaison avec une culture pure, la rentabilité de la parcelle agroforestière peut atteindre 15 à 20% de plus ? avec un bon suivi des arbres, et elle peut dépasser 50% de plus dans le cas d'espèces à forte valeur ajoutée (noyer, cormier, alisier). Ceci dépend également de l'efficacité biologique de l'association (C. Dupraz, 2011).

La rentabilité dépend également de la relation entre le prix du bois, de la présence de scieries localement et celui des produits agricoles dans les années futures. D'un part, le prix des produits agricoles pourrait être en hausse avec une augmentation de la demande liée au développement de leur utilisation dans l'industrie chimique et des agrocarburants. D'autre part, le prix du bois pourrait augmenter avec la demande pour remplacer certains matériaux dérivés du pétrole. Il est alors difficile d'estimer l'attractivité économique de l'agroforesterie (C. Dupraz, 2011).

Il conviendrait aussi de considérer les valeurs non marchandes mais qui ne sont pas chiffrables comme les avantages que le peuplement apporte à son propriétaire et à la collectivité : Paysage, protection climatique, stimulation de la biodiversité, hébergement du gibier ...

5 Analyse coût – efficacité de l'action

Il est dans l'état actuel des connaissances impossible de mesurer l'impact sur les éventuelles économies d'eau d'une parcelle agroforestière et son coût du fait du peu de retour d'expériences actuelles et du nombre de paramètres qui entrent en ligne de compte (aides à la plantation, production de bois et valeur du bois, conditions climatiques, rendement des cultures et prix des cultures...)

6 Freins et leviers pour son développement

6.1 Freins et leviers techniques

Intrinsèquement, l'agroforesterie est une pratique qui nécessite une vision à long terme. De par la nature de l'arbre et de son développement lent, la valorisation du bois n'intervient qu'à long terme. Ceci implique donc que l'agriculteur puisse se projeter sur plusieurs années. (C. FAURE, 2014). Par ailleurs, cela implique une réorganisation de l'ensemble du système agricole. A l'aversion naturelle au risque s'ajoutent de nombreux facteurs d'incertitudes, notamment l'évolution des prix (du bois notamment).

L'agroforesterie nécessite l'acquisition de compétences propres pour l'entretien des arbres, que les agriculteurs n'ont généralement pas. Par ailleurs, le manque de références

techniques (C. FAURE, 2014) et de statistiques fiables (P. Balny, Février 2015) augmente la difficulté d'adoption de ces pratiques.

6.2 Freins et leviers économiques

Les freins économiques sont limités dans la mesure où la plantation peut bénéficier d'un soutien public et où la plantation ne remet pas en cause l'éligibilité aux droits aux paiements de base (soit 100 arbres par ha). Dans le cas contraire l'investissement reste important et nécessite une trésorerie importante. On peut considérer que les aides apportées permettent de couvrir les investissements de plantation et sont donc suffisantes.

Progressivement, la PAC a intégré la parcelle agroforestière, qui dispose aujourd'hui de plusieurs aides. Dans la nouvelle PAC 2014-2020, on recense plusieurs éléments relatifs à la prise en compte des haies et des arbres dans les mécanismes d'aide.

L'attribution du paiement vert (représentant 30% des aides directes, soit 2,4 milliards d'euros par an pour la France) est soumise à trois conditions :

- La diversité des cultures,
- Le maintien des prairies permanentes,
- Un pourcentage minimal de 5% de surfaces d'intérêt écologique (SIE) sur les terres arables de l'exploitation dont les arbres et haies sont des éléments constitutifs.

Les plantations agroforestières ayant bénéficié de la mesure 222 (période 2007-2014) ou mesure 8 .1 (période 2015/2020), tout comme les haies, sont reconnues comme des SIE. 1 ha en agroforesterie est égal à 1 ha de SIE et 1 mètre linéaire de haies est égal à 10 m² de SIE.

7 Eléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations ...)

Des critères pédologiques limitent le potentiel de développement de l'agroforesterie. Pour des considérations de rentabilité, sont exclus les sols superficiels et à faible réserve utile, ainsi que les parcelles « trop petites » qui de plus sont exclues des aides financières. Pour la France, on ne considérera que les sols de plus d'1 m de profondeur et une réserve utile supérieure à 75 mm (ADEME, 2015).

Pellerin et Al *et al.* (2013) ont estimé à 5,9 Mha (3,9 Mha en cultures et 1,98 Mha en prairie, les surfaces qui peuvent techniquement faire l'objet de plantations intraparcellaires. Compte tenu des freins à l'adoption d'une technique nouvelle, ils estiment à 4% en hypothèse basse et 10% en hypothèse haute, les plantations intraparcellaires en 2030 (par rapport à ce potentiel), soit entre 230 000 ha et 590 000 ha à l'échelle nationale.

En 2014, ces surfaces sont estimées à quelque 3 000 ha par le réseau associatif (chez 400 agriculteurs), qui évalue dans une fourchette de 1 000 ha à 5 000 ha le potentiel annuel de plantation, selon l'intensité de la mobilisation. Sur cette base, les surfaces en 2030 s'établiraient entre 20 000 ha et 90 000 ha. Les objectifs retenus par l'INRA (400.000 ha en 2030) supposent donc une forte inflexion à la hausse de la tendance actuelle. » (P. Balny, Février 2015).

8 Bibliographie

- ADEME. (2015, Janvier). Réintégrer l'arbre dans les systèmes agricoles pour diversifier la production et renforcer les écosystèmes.
- Agr'eau. (2015, Mai). Fiche réglementaire Arbres, haies et bandes végétalisées dans la PAC 2015-2020.
- Arbre & Paysage 32. (s.d.). Agroforesteries en pays d'Armagnac.
- Boughriet, R. (2015, Décembre 17). *Lancement d'un plan national pour développer et gérer durablement l'agroforesterie*. Consulté le Janvier 11, 2016, sur Actu Environnement: <http://www.actu-environnement.com/ae/news/plan-agroforesterie-PAC-conseiller-association-unique-formation-25907.php4>
- C. Dupraz, F. L. (2011). *Agroforesterie, des arbres et des cultures*. Paris: Editions France Agricole.
- C. FAURE, R. M. (2014, Août). Agroforesterie. L'arbre creuse le sillon des cultures. *La France agricole* (3549), pp. 33-39.
- Chambres d'Agriculture. (Juin 2010). *L'agroforesterie dans les réglementations agricoles - Etat des lieux en juin 2010*. Guide.
- Chenu C. et Al. 2014 . Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France. *Innovations Agronomiques* 37 (2014), 23-37
- Coulon, P. M. (2005). *Le pré-verger pour une agriculture durable : Guide technique* . Solagro.
- GUYOT. (1986). *Brise-vent et rideaux abris avec référence particulière aux zones sèches*. Rome: FAO.
- Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire. (2012, Janvier). Analyse : l'agroforesterie en France : intérêts et enjeux. N°37. 1-4.
- P. Balny, D. D. (Février 2015). *Promotion des systèmes agroforestiers - Propositions pour un plan d'actions en faveur de l'arbre et de la haie associés aux productions agricoles*. CGAAER.
- G.Moreno . 2015.System Report: Cereal Production beneath Walnut in Spain.
AGFORWAD, Agroforestry for Europe
- 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),
92p.

Pointereau, B. (1995). *Arbres des champs : Haies, alignements, prés-vergers ou l'art du bocage.* (Solagro, Éd.)

Pointereau, S. L. (2008). *Arbres et Eaux : rôle des arbres champêtres.* Toulouse: Solagro.

9 Annexe 1 : Coûts des plantations

Tableau 2: Exemple de coût d'une plantation de merisiers faite par un prestataire de services pour une production intercalaire types grandes cultures et pour deux densités de plantation différentes (densité de 50 et 100 arbres/ha). Source : (C. Dupraz, 2011).

| Grandes cultures | | |
|--|---------------|----------------|
| Densité (arbres/ha) | 50 | 100 |
| Préparation sol | 60 € | 80 e |
| Sous-solage | 120 € | 170 € |
| Piquetage | 80 € | 120 e |
| Total operations | 260 € | 370 € |
| Plants | | |
| Coût unitaire | 1,5 | |
| Paillage, protection abri-serre, tuteurs | | |
| Coût unitaire | 3,5 | |
| Total fournitures | 250 € | 500 € |
| Plantation (MO) | | |
| Coût unitaire plantation MO (€/arbre) | 1,75 | |
| Total plantation | 88 € | 175 € |
| Frais de dossier + suivi 3 ans | | |
| Total frais de dossier | 150 € | 200 € |
| Total année plantation | 748 € | 1 245 € |
| Regarni an + 1 | | |
| Taux | 5% | |
| Total regarni année n+1 | 17 € | 34 € |
| Total par ha | 775 € | 1 279 € |
| Total par arbre | 15,5 € | 12,8 € |

Tableau 3 : Coût d'un projet agroforestier réalisé en 2014 en Haute-Garonne d'un mélange d'espèces forestières plantées sur une parcelle de grande culture de 20,6 ha avec une densité de 62 arbres/ha (source : Solagro).

| Désignation | P.U. HT |
|---|---------------------|
| Préparation sol (agriculteur) | 100 €/ha |
| Piquetage (prestataire) | 85 €/ha |
| Fourniture de plants | 69 €/ha |
| Paillage, protections, tuteurs | 200 €/ha |
| Main d'œuvre de plantation (agriculteur) | 58 €/ha |
| Main d'œuvre de paillage-protection (agriculteur) | 39 €/ha |
| Entretien pendant 2 ans | 84 €/ha |
| Fourniture pour regarnis | 26 €/ha |
| Main d'œuvre de regarnis | 6 €/ha |
| Ingénierie de travaux (frais de dossier, suivi 3 ans) | 249 €/ha |
| Total par ha | 915 €/ha |
| Total par arbre | 14,7 €/arbre |