# Impact de l'agroforesterie sur le stock de carbone organique du sol sous climat méditerranéen

**CARDINAEL Rémi[1,3], CHEVALLIER Tiphaine[1], BARTHÈS Bernard[1], DUPRAZ Christian[2], CHENU Claire[3]**

[1] IRD, UMR Eco&Sols, Montpellier SupAgro, Bâtiment 12, 2 place Viala, 34060 Montpellier, France
[2] INRA, UMR System, Montpellier SupAgro, Bâtiment 27, 2 place Viala ,34060 Montpellier, France
[3] AgroParisTech, UMR Bioemco, Bâtiment Eger, Avenue Lucien Brétignières, 78850 Thiverval-Grignon, France

Le stock de carbone (C) des sols est extrêmement sensible au changement d'usage des terres, et peut à la fois être une source ou un puits de $CO_2$ atmosphérique. Les systèmes agroforestiers, associations d'arbres et de cultures sur une même parcelle, permettent de stocker du C dans la biomasse ligneuse aérienne et souterraine des arbres. De tels systèmes pourraient également améliorer les stocks de C organique du sol, de part des entrées de C plus importantes, comme les litières aériennes des arbres, les résidus de tailles, le renouvellement des racines fines et les exsudations racinaires des arbres et de la strate herbacée des allées d'arbres. Cependant, bien que les systèmes agroforestiers aient été largement étudiés en milieu tropical, très peu d'estimations du potentiel de stockage de C de ces systèmes sont disponibles pour les milieux tempérés et méditerranéens et les estimations ne concernent que les horizons superficiels du sol (Lorenz et Lal 2014). De plus l'estimation du potentiel de stockage est rendue plus difficile en raison de la variabilité spatiale importante dans ces systèmes.

Les objectifs de cette étude étaient (i) de quantifier les stocks de C organique du sol jusqu'à 2 m de profondeur dans un système agroforestier en comparaison avec un témoin agricole, (ii) d'analyser la variabilité spatiale de ces stocks notamment par rapport à la distance aux arbres, et (iii) d'identifier quelles sont les fractions granulo-densimétriques de la matière organique responsables du stockage additionnel éventuel. Le travail a porté sur une parcelle expérimentale mise en place en 1995 (18 ans) à Prades-le-Lez, dans l'Hérault, sur un sol alluvial carbonaté (Fluvisol). Dans le système agroforestier, des noyers hybrides (*Juglans regia x nigra cv. NG23*) ont été plantés à une densité de 110 arbres par hectare, et associés à une culture intercalaire d'hiver, principalement du blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*). Dans le témoin agricole, seule la culture annuelle a été conduite, avec le même itinéraire technique (travail du sol, avec labour tous les 2 ans). Les lignes d'arbres sont occupées par de la végétation herbacée spontanée depuis la plantation.

Une première campagne de prélèvements de 24 carottes à structure conservée jusqu'à 2 m de profondeur a permis de réaliser des profils texturaux et de choisir deux zones de même texture, l'une dans la parcelle agroforestière et l'autre dans la parcelle agricole. Lors de la deuxième campagne, environ 200 carottes de sol à structure conservée, positionnées par rapport aux rangées

d'arbres, ont été prélevées jusqu'à 2 m de profondeur pour ces deux zones de 625 $m^2$ chacune. Chaque carotte a été découpée en 10 couches, sur chacune desquelles ont été mesurées la densité apparente, ainsi que la texture et la teneur en C organique du sol, qui ont été mesurées (analyse élémentaire) ou prédites grâce à l'acquisition de spectres visibles et proche infrarouge sur le terrain. Une représentation spatiale des stocks de C à l'échelle des deux zones de 625 m² a été réalisée. Nous avons réalisé un fractionnement granulo-densimétrique textural du sol sur 64 échantillons prélevés à 0-10, 10-30, 70-100 et 160-180 cm de profondeur dans les deux parcelles.

Les stocks de C présentent une variabilité spatiale forte, mais organisée. La représentation spatiale a montré un doublement des teneurs en C organique en surface sur la ligne d'arbres comparativement à l'inter-rang, probablement dû à des apports importants de la végétation herbacée spontanée dans le rang d'arbres. Grâce à un plan d'échantillonnage dense, il a été possible d'estimer de manière satisfaisante le stockage de C sous agroforesterie. Alors que le stock dans la parcelle agricole de référence est de 42.29 ± 0.53 $tC.ha^{-1}$ sur 0-30cm et de 118.48 ± 0.88 $t.C.ha^{-1}$ sur 0-100cm, dans l'inter-rang, un stockage additionnel significatif de 2.5 ± 0.80 $tC.ha^{-1}$ a été observé sur l'horizon 0-30 cm, et de 3.5 ± 1.29 $tC.ha^{-1}$ sur 0-100 cm. Pour ce qui est de la ligne d'arbres, le stockage additionnel est de 17.5 ± 1.06 $tC.ha^{-1}$ par rapport au témoin agricole sur 0-30 cm, et de 20.5 ± 1.50 $tC.ha^{-1}$ sur 0-100 cm. En dessous de 1m de profondeur, nous n'avons pas observé de différences de stocks, et fait l'hypothèse d'une hétérogénéité initiale de la parcelle. Sachant que les lignes d'arbres occupent 16% de la parcelle agroforestière, nous avons calculé le stockage de C additionnel à l'échelle de la parcelle agroforestière par comparaison à une parcelle agricole. Les taux annuels de stockage additionnel de C pour la parcelle agroforestière ont été estimés à 272 ± 68 $kgC.ha^{-1}.an^{-1}$ (0-30 cm) et 352 ± 98 $kgC.ha^{-1}.an^{-1}$ (0-100 cm). Les ordres de grandeur sont donc supérieurs à ceux acceptés pour les pratiques de simplification du travail du sol (Pellerin et al. 2013). Si l'on ne considère que l'inter-rang cultivé, le taux annuel de stockage additionnel de C par rapport au témoin agricole est de 140 ± 44 $kgC.ha^{-1}.an^{-1}$ (0-30 cm) et de 190 ± 72 $kgC.ha^{-1}.an^{-1}$ (0-100 cm). Cet important stockage de C additionnel sur la ligne d'arbres est principalement dû à des fractions organiques labiles (50-200 et > 200 µm), et pour seulement 10 à 15% à des fractions fines. Le stockage de C est observé principalement en surface et sur la ligne d'arbres, dans des fractions labiles, ce qui en fait pour le moment un stockage vulnérable. Si l'on prend en compte le stockage de C dans la biomasse des arbres, le taux annuel de stockage de C pour la parcelle agroforestière est d'environ 1.2 $tC.ha^{-1}.an^{-1}$, ce qui est relativement élevé par rapport à d'autres modes de gestion des sols susceptibles d'atténuer l'impact de l'agriculture sur le changement climatique, comme le non labour ou l'agriculture de conservation.