



Signature isotopique de la respiration du sol en culture pure ou en mélange

Charlotte Grossiord

► **To cite this version:**

Charlotte Grossiord. Signature isotopique de la respiration du sol en culture pure ou en mélange. Université Henri Poincaré (Nancy 1), Vandoeuvre-lès-Nancy, FRA. 2010, 16 p. hal-02811643

HAL Id: hal-02811643

<https://hal.inrae.fr/hal-02811643>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Université Henri Poincaré
Faculté des Sciences et Technologies**

Master 1 FAGE

Année universitaire 2009/2010

Grossiord Charlotte

**Signature isotopique de la respiration du sol en culture
pure ou en mélange**

*La signature isotopique de la respiration du sol a été analysée en plantation pure de Peuplier (*Populus deltoides* × *Populus nigra*) et de Robinier (*Robinia pseudoacacia*) ou en mélange des deux essences dans un taillis à courte rotation à Moyenvic (Moselle) sur un sol avec un antécédent cultural à base de maïs. La technique des Keeling plots a été utilisée afin de déterminer la signature isotopique du CO₂ respiré par le sol. Les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ de la respiration du sol varient de -17,2‰ à -22‰ deux semaines après la plantation et de -14,4‰ à -22,1‰ six semaines après la plantation. Des prélèvements de sol (-24,5‰), de résidus de maïs (-13,6‰) et de *Chenopodium album* L. (-28,6‰), analysés avec le spectromètre de masse isotopique laissent supposer qu'il existe un pool de matière organique labile majoritairement C4 et un pool stable d'origine C3.*

Date du projet : 24/05/10 au 02/07/10

Encadrant : Daniel Epron, Nicolas Marron

Structure d'accueil : INRA Rue Amance 54280 CHAMPENOUX. UMR INRA-UHP 1137
Ecologie et écophysiole forestières (EEF)

Remerciements

Avant de débiter ce rapport, je tiens à remercier l'équipe « Ecologie et Ecophysiologie forestière ». Monsieur André Granier et Monsieur Daniel Epron pour m'avoir accepté en stage dans leur laboratoire. Cette expérience fut pour moi très formatrice et la confiance qu'ils m'ont accordée très motivante.

Je remercie également Monsieur Nicolas Marron pour sa disponibilité, ses conseils, son aide, son implication et sa bonne humeur, et cela, même en cas de débordement. Je le remercie également de m'avoir fait découvrir le métier passionnant qu'est celui de chercheur.

Un grand merci à Claire Amory, Keïta Nsamouni et Dramane Konate eux aussi, stagiaire du Master FAGE, avec qui j'ai travaillé durant l'ensemble de mon stage.

Merci à Erwin Dallé pour nous avoir aidé tout au long de l'installation du dispositif expérimental, et cela malgré les intempéries.

Je tiens à remercier Caroline Plain pour m'avoir initié à la méthode des Keeling plots, ainsi que pour ces conseils et son aide lors des journées de récoltes des mesures et d'installation du matériel.

Enfin je remercie tous ceux qui m'ont aidé ou qui ont participé au projet et que je ne cite pas ici.

Table des matières

I.	Introduction	4
II.	Matériel et méthodes	5
1.	Présentation du site	5
2.	Matériel végétal	5
3.	Installation du matériel	6
4.	Mesure du $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré.....	6
a.	Mesure du $\delta^{13}\text{C}$ par la méthode des Keeling plots.....	6
b.	Analyses au laboratoire	7
c.	Détermination des compositions isotopique du CO_2 respiré.....	7
5.	Prélèvements de sol.....	8
6.	Mesure du $\delta^{13}\text{C}$ du maïs et de <i>Chenopodium album L.</i>	8
7.	Analyses des données	8
III.	Résultats	10
1.	Signature isotopique du CO_2 respiré.....	10
2.	Signature isotopique des échantillons de sol, des résidus de maïs et de <i>Chenopodium album L.</i>	11
IV.	Discussion	13
1.	Impact de la distance au plant et du traitement.....	13
2.	Evolution de la signature isotopique du CO_2 respiré par le sol	13
3.	Dynamique du carbone d'origine C3 et C4	14
V.	Conclusion	15
VI.	Références.....	16

I. Introduction

Les taillis à vocation énergétique correspondent à des plantations d'arbres à croissance rapide et à forte densité qui représentent une des solutions de diversification durable de la source de bois de par leur production rapide de biomasse. Cependant l'exportation fréquente de bois étant responsable du plus grand flux de sortie d'éléments minéraux de ce système, la question de durabilité se pose. L'une des solutions envisagées sont les plantations mixtes à base de Peuplier et d'une espèce fixatrice d'azote telle que le Robinier, qui peuvent produire des quantités significativement plus importantes de biomasse aérienne que les monocultures de Peuplier (Forrester *et al*, 2005). Cependant, cette association avec une plante capable de fixer l'azote atmosphérique, peut présenter des problèmes de compétition entre les deux essences. La question est de savoir si le Robinier est capable d'apporter une biomasse suffisante et de ne pas concurrencer les peupliers pour l'eau, la lumière et les éléments nutritifs afin de conserver une forte productivité sur le long terme.

Les couverts végétaux accumulent d'énormes quantités de carbone dans l'écosystème via la photosynthèse. La plante constitue donc un pourvoyeur de carbone pour le sol. Or, notre site expérimental se trouve être une ancienne culture de maïs, c'est-à-dire une plante C4.

Cette étude s'intéresse à l'effet de l'afforestation sur la dynamique du carbone dans le sol. Le but est de savoir s'il y a une séquestration ou une perte de carbone du sol, et est-ce que cela dépend de l'espèce plantée. Une approche isotopique permet de distinguer différents pools de carbone. Les atomes ^{12}C et ^{13}C sont des isotopes stables du carbone, c'est-à-dire des atomes ayant le même nombre d'électrons mais qui diffèrent par le nombre de neutrons. L'abondance naturelle de ces isotopes varie entre les différents types de plantes. Le ^{13}C est moins absorbé par la plante que le ^{12}C et cette discrimination est variable particulièrement entre les plantes C3 et C4 (composition isotopique $(\delta^{13}\text{C})_{\text{plante C4}} \approx -11\text{‰}$; $(\delta^{13}\text{C})_{\text{plante C3}} \approx -27\text{‰}$). Ces variations sont dues au phénomène de discrimination isotopique (Ghashghaie *et al*, 2001). Le suivi de la composition isotopique du CO_2 respiré peut nous informer sur l'origine du carbone respiré par les organismes du sol (Farquhar *et al*, 1989).

L'objectif de ce stage est d'estimer la signature isotopique du sol à l'état initial (T_0) de la plantation avant la colonisation par les racines des arbres en C3. Pour cela, nous devons analyser les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ provenant d'échantillons de sol. Un autre objectif est de s'assurer que le $\delta^{13}\text{C}$ provenant de la respiration et de la matière organique du sol, soit conforme à celui attendu par un sol à antécédent C4. Pour cela, nous devons comparer les mesures de $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré par le sol deux semaines et six semaines après la plantation à l'aide de la méthode des Keeling plots.

Enfin, cela va également nous permettre d'étudier la variabilité spatiale de la signature isotopique au temps To.

II. Matériel et méthodes

1. Présentation du site

Les arbres ont été plantés sur le site expérimental de Moyenvic, le Pâquis (48°77'N, 6°56'E) qui est localisé en bordure de la Seille, dans un territoire vallonné appartenant au département de la Moselle (Fig.1). Le sol est de type alluvial à Gley, fortement argileux et riche en matière organique. L'humidité relative de l'air est en moyenne de 80%, la pluviométrie moyenne annuelle est de 975mm et la température moyenne est 10°C. Le paysage est dominé par des activités agricoles et les parcelles étudiées correspondent à une ancienne culture de maïs.



Fig.1 Situation géographique du site expérimental

2. Matériel végétal

Les expériences ont été réalisées avec des plants de clones de Peuplier (*Populus deltoides* × *Populus nigra*) de deux types: l'une des variétés est appelée « AF2 » et l'autre « Dorskamp ». Cependant, lors de cette étude, nous avons uniquement réalisé les analyses sur les placettes plantées avec la variété « Dorskamp ». C'est une plante ayant un intérêt économique important du fait d'une croissance rapide, d'un bon rendement et d'une bonne capacité d'adaptation à différents types de sol sous réserve d'une bonne alimentation en eau. En ce qui concerne les Robiniers (*Robinia pseudoacacia*), nous avons utilisé la variété hongroise « Nagybudmeri ». Cette plante est une légumineuse qui est capable d'enrichir des sols appauvris en fixant de l'azote par ses racines en symbiose avec des bactéries de la rhizosphère d'où son intérêt pour cette étude. La plantation a été réalisée du 03/05/10 au 07/05/10 soit deux semaines avant l'installation du matériel nécessaire à la présente étude.

La figure 2 montre les deux blocs qui ont été étudiés avec une densité de plantation de 1500 plants/ha. Chaque bloc est composé d'un traitement pur de Robinier, d'un traitement pur de Peuplier et d'un traitement mixte avec les deux essences. Les plants sont espacés de 2 m en longueur et de 3,5

m en largeur (Fig.3). Le traitement mixte consiste en une alternance de lignes de Peuplier et de lignes de Robinier.

3. Installation du matériel

Trois plants présentant des pousses deux semaines après la plantation ont été sélectionnés dans chaque traitement pur, et six plants (trois Robiniers et trois Peupliers) dans les traitements mixtes (total de 24 plants). Pour chaque traitement et chaque bloc, le matériel de mesure a été disposé à trois positions différentes. Chaque plant sélectionné dispose d'une embase à l'une des trois positions. Ce plan d'échantillonnage a été choisit afin de mieux couvrir la variabilité spatiale. La position 1 se trouve à 30cm, la position 2 à 1,15m et la position 3 à 2m du plant sélectionné. L'ensemble des dispositions sur le site de Moyenvic est visible sur la figure 2.

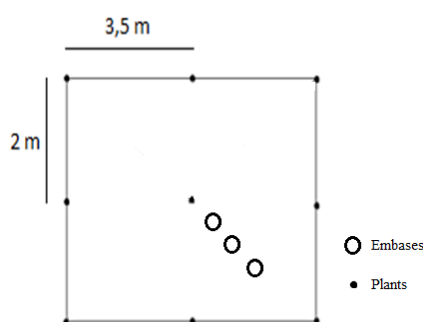


Fig.3 Disposition du matériel de mesure par rapport au plant sélectionné

4. Mesure du $\delta^{13}C$ du CO_2 respiré

Les prélèvements pour les mesures de $\delta^{13}C$ ont finalement été effectués sur trois embases par traitement pur et cinq embases par traitement mixte lors de la première série de mesures (total de 22 embases) et sur deux embases par traitement lors de la seconde série de mesures (total de 12 embases). La première série de mesures a été effectuée du 31/05/10 au 04/06/10, soit deux semaines après la plantation, et la deuxième du 24/06/10 au 25/0510, soit six semaines après la plantation.

a. Mesure du $\delta^{13}C$ par la méthode des Keeling plots

Le Keeling plot est une technique permettant de mesurer la signature isotopique d'une source par des prélèvements de gaz à des concentrations croissantes. Des embases en inox permettant d'englober une surface de 314 cm^2 de sol (20 cm de diamètre, hauteur de 12,5 cm) ont été enfoncées à une profondeur de 2,5 cm environ dans le sol. Afin de réaliser les mesures, un couvercle mobile en inox est placé sur les embases afin de réaliser l'analyse des différentes embases sans avoir à les retirer. Un analyseur de gaz CIRAS (CIRAS-1, Ver 1.30, Hertfordshire, UK) a été utilisé pour mesurer la concentration en CO_2 dans la chambre (Fig.5). Cinq

prélèvements ont été réalisés par embases avec une augmentation de 30-60 ppm dans la chambre entre chaque prélèvement.

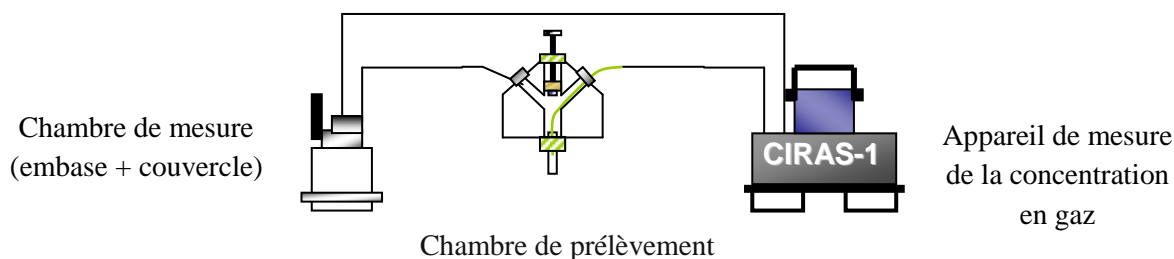


Fig. 5 Système de prélèvement pour la méthode des Keeling plots

b. Analyses au laboratoire

Les échantillons de gaz prélevés sont ensuite analysés avec un spectromètre de masse (Delta S, ThermoFinnigan, Bremen, Germany) couplé à un purificateur de gaz (Gas-Bench II, ThermoFinnigan, Bremen, Germany) afin d'obtenir leurs signatures isotopiques. Ces analyses ont toujours été réalisées dans les 48h après le prélèvement sur le terrain. Le $\delta^{13}\text{C}$ a été exprimé de la façon suivante : $\delta^{13}\text{C} = (\text{R échantillon} / \text{R standard}) - 1$, où R correspond au ratio entre l'isotope lourd et l'isotope léger. La composition isotopique a été exprimée en fonction du standard international VPDB (Vienna PeeDee Belemnite).

c. Détermination des compositions isotopique du CO_2 respiré

A l'aide de la relation de Keeling (Keeling, 1958, Fig 6), nous pouvons estimer la composition isotopique du CO_2 respiré. L'équation de cette droite est $\delta^{13}\text{C} = \delta + a \times (1/ [\text{CO}_2])$. C'est le point d'intersection de la droite avec l'axe des ordonnées, correspondant au coefficient δ , qui nous fournit cette information. Afin de déterminer ce coefficient, nous avons utilisé une régression linéaire.

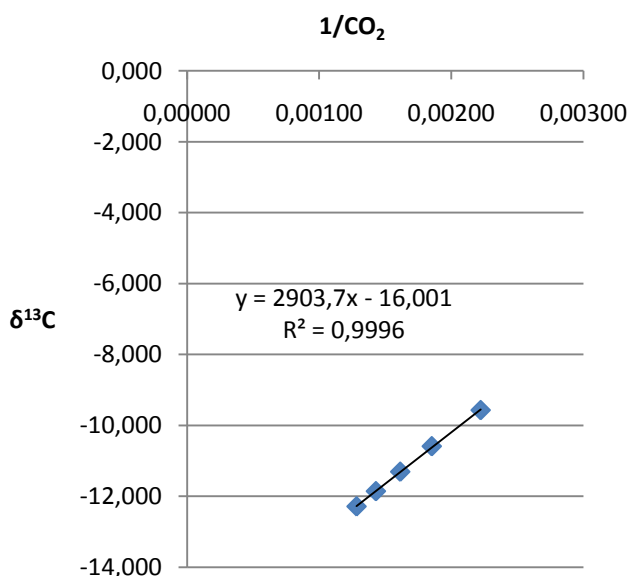


Fig.6 Exemple de Keeling Plot. Signature isotopique en fonction de la concentration en CO_2 du gaz prélevé à concentration croissante en CO_2

5. Prélèvements de sol

Trois prélèvements de carottes de sol (diamètre de 8 cm) ont été réalisés sur chaque traitement à des profondeurs de 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm, 15-30cm et 30-45cm. Sur chaque traitement, les trois blocs ont été échantillonnés à la position 1, 2 et 3 (Fig 2). Ces prélèvements ont été réalisés quelques jours avant le début des mesures. Vingt blocs ont été placés à l'étuve à 45°C pendant 48h. Après avoir été séchés, ces échantillons ont été pulvérisés avec un broyeur à anneaux pour obtenir une poudre fine. On réalise ensuite des micro-pesées qui sont nécessaires pour mesurer la teneur en carbone 13 avec un spectromètre de masse isotopique couplé à un purificateur de gaz.

6. Mesure du $\delta^{13}C$ du maïs et de *Chenopodium album* L.

Cinq prélèvements de résidus de maïs et de *Chenopodium album* L. ont été réalisés quatre semaines après la plantation. *Chenopodium album* L. est une herbacée sauvage très fréquente sur les sols cultivés. Cette plante recouvre actuellement l'ensemble de la parcelle étudiée et peut donc intervenir dans la signature isotopique du CO₂ respiré. Après avoir éliminé toute trace de terre, les racines récoltées ont été placées à l'étuve à 45°C pendant 48h puis broyées à l'aide d'un broyeur à anneaux. Après avoir réalisé des micro-pesées avec la poudre obtenue, les $\delta^{13}C$ des échantillons ont été mesurés avec un spectromètre de masse isotopique couplé à un purificateur de gaz.

7. Analyses des données

Les données ont été analysées avec le programme statistique SPSS (SPSS, Chicago, IL, Package 17). Les moyennes ont été calculées avec l'écart type à $P < 0.05$. Une analyse des valeurs de $\delta^{13}C$ à la date 1, a été réalisée avec une analyse de variance à 2 facteurs (ANOVA) afin de déterminer s'il y a des différences significatives ($P < 0.05$) entre les distances aux plants et les traitements (Peuplier pur, Robinier pur, Peuplier en mixte et Robinier en mixte).

Une analyse de $\delta^{13}C$ a été réalisée avec une analyse de variance à 3 facteurs afin de déterminer des différences significatives ($P < 0.05$) entre les deux dates, entre traitements et entre blocs.

L'équation ci-dessous montre la contribution de deux sources (C3 et C4) à la respiration du sol ou au carbone du sol:

$$\delta C \times C_T = (\delta_{C3} \times CT_3) + (\delta_{C4} \times CT_4)$$

avec δC la composition isotopique du CO₂ respiré ou du carbone du sol, C_T le carbone total, δ_{C3} et δ_{C4} les compositions isotopiques des fragments C3 et C4 présents dans le sol et enfin CT_3 et CT_4 représentent la part de carbone d'origine C3 et C4.

La contribution de la matière organique d'origine C4 (FC4) au carbone du sol, à sa minéralisation et au CO₂ respiré par le sol a été calculée avec la formule suivante (Epron *et al*, 2009):

$$FC4 = \frac{(\delta_F - \delta_{FC3})}{(\delta_{FC4} - \delta_{FC3})}$$

avec δ_F la composition isotopique du sol ou du CO₂ respiré par le sol, δ_{FC3} la signature isotopique des racines de *Chenopodium album L.* (plante C3) et δ_{FC4} la signature isotopique des fragments de maïs.

III. Résultats

1. Signature isotopique du CO₂ respiré

Pour les valeurs récoltées lors de la première série de mesures, le R² minimum était de 0,973, le maximum de 0,997 (22 valeurs de δ¹³C). En ce qui concerne la deuxième série de récoltes, le R² minimum était de 0,984 et le maximum de 0,999 (12 valeurs de δ¹³C).

Les valeurs de δ¹³C du CO₂ respiré par le sol pour chaque traitement, estimées à partir d'une régression linéaire, sont représentées dans le tableau 1 avec leurs écarts types. Ces valeurs variaient de -17,2 ‰ à -22‰ (moyenne de -19,4‰) lors de la première série de mesures (du 01/06/10 au 04/06/10), et de -14,4‰ à -22,1‰ (moyenne de -18,5‰) lors de la seconde série de mesures (du 24/06/10 au 25/06/10). Aucune différence significative n'a pu être montrée entre les valeurs de δ¹³C pour la date 1 aux trois distances des plants (30 cm, 1,15 m et 2 m). L'analyse de variance à 3 facteurs a montré que les valeurs de δ¹³C récoltées six semaines après la plantation ne sont pas significativement différentes de celles récoltées deux semaines après la plantation (Tableau 2).

Tableau 1 δ¹³C moyens des différents traitements aux deux dates avec leurs coefficients de corrélation

	δ ¹³ C(‰)	δ ¹³ C(‰)	δ ¹³ C(‰)	δ ¹³ C(‰)
	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 1	Bloc 2
Date 1			Date 2	
Robinier			Robinier	
Position			Position	
1	-19,1	-19,7	1	-20,2
2	-15,9	-19,7	2	-14,4
3	-20,2	-20,0	3	-
Peuplier			Peuplier	
1	-20,9	-18,5	1	-
2	-17,2	-17,8	2	-21,3
3	-19,3	-20,7	3	-16,0
Mixte			Mixte	
RP1	-19,4	-19,3	RP1	-16,0
PR1	-20,5	-18,0	PR1	-20,4
RP2	-20,7	-19,4	RP2	-
PR2	-22,0	-19,4	PR2	-
PR3	-20,8	-19,4	PR3	-

Les différents traitements (Robinier pur, Peuplier pur et mixte) et les deux blocs ne présentent pas non plus de différence significative dans leurs valeurs de δ¹³C du CO₂ respiré pour les deux dates. L'ensemble de ses résultats est représenté dans le tableau 2.

Tableau 2 Moyennes de $\delta^{13}\text{C}$ par bloc, par date et résultats de l'analyse de variance à 3 facteurs

Bloc	Date	$\delta^{13}\text{C}$
1	1	-19,6‰ ±1,7
	2	-18,0‰ ±2,9
2	1	-19,1‰ ±1,0
	2	-19,0‰ ±1,5
ANOVA		
Traitement (ddl=3)		0.75
Date (ddl=1)		1.05
Bloc (ddl=1)		0.00
Traitement*Date (ddl=3)		0.54
Date*Bloc (ddl=1)		1.29
Traitement*Bloc (ddl=3)		1.18
Traitement*Date*Bloc (ddl=3)		0.42

2. Signature isotopique des échantillons de sol, de résidus de maïs et de *Chenopodium album L.*

La moyenne des compositions isotopiques du carbone de la matière organique, du maïs et des racines de *Chenopodium album L.* sont visibles dans le tableau 3. Les $\delta^{13}\text{C}$ du sol à des profondeurs de 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm, 15-30cm et 30-45cm ne sont pas significativement différents ($P = 0.391$). Ils varient de -20,9‰ à -28,7‰ en fonction des points de prélèvement. Les signatures isotopique du maïs varient de -13,1‰ à -14,9‰ et celles des racines de *Chenopodium album L.* varient de -28,3‰ à -30‰. L'ensemble de ses résultats sont significativement différents les uns des autres ($P < 0.05$).

Tableau 3 $\delta^{13}\text{C}$ moyens des échantillons de sol, de maïs et de *Chenopodium album L.*

	$\delta^{13}\text{C}$	Ecart type
Sol	-24,5	1,6
Maïs	-13,6	0,7
<i>Chenopodium album L.</i>	-28,6	0,7

La contribution du maïs au carbone total du sol représente approximativement 28%, et 72% aurait une origine C3.

La contribution du carbone labile provenant des résidus C4 restants dans le sol au CO_2 respiré par le sol est de 65% deux semaines après la plantation alors que celui des plantes C3 est de 35%. En ce qui concerne les mesures six semaines après la plantation, 71% du CO_2 respiré

provient des résidus C4 et 29% provient des plantes C3. En moyenne, sur les deux dates, la contribution d'origine C4 est de 68% et celle d'origine C3 est de 32%. La figure 7 montre la contribution moyenne des végétaux C3 et C4 à la respiration du sol.

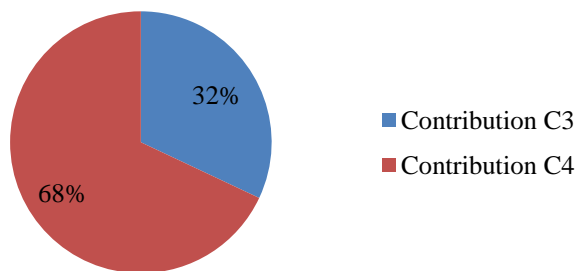


Fig 7 Contribution moyenne des plantes C3/C4 à la respiration du sol

IV. Discussion

1. *Impact de la distance au plant et du traitement*

Nos analyses statistiques n'ayant montré aucune différence entre les différents traitements aux deux dates, cela laisse supposer que la durée entre la plantation et nos mesures est trop courte pour pouvoir observer un effet. La plantation ayant pris du retard sur le programme initial, nous avons eu un temps d'attente de seulement deux semaines pour débiter les mesures à la place de cinq semaines. En effet, la plupart des études portant sur l'analyse du $\delta^{13}\text{C}$ lors d'une transition C3/C4, observent des modifications significatives de signature isotopique à partir d'une durée de six mois minimum (Epron *et al*, 2009).

En ce qui concerne la distance aux plants, les résultats ne sont pas significativement différents aux deux dates. Cela suppose à nouveau qu'il est trop tôt pour observer un effet. Les plants n'ayant pas eu le temps de croître suffisamment durant six semaines, la distance, y compris la plus proche (30cm) n'impacte pas la signature isotopique de la respiration du sol.

Afin d'espérer observer une modification du $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré par le sol, un suivi plus long doit être réalisé sur le site.

2. *Evolution de la signature isotopique du CO_2 respiré par le sol*

Nos valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré par le sol (-14,4‰ à -22,1‰ sur les deux dates) présentent une forte variabilité en fonction des positions de prélèvement. Malgré l'absence de tendance générale sur cette variabilité, une des explications possibles se trouve dans le fait que le sol soit un sol d'origine agricole. Par conséquent, il a subi un grand nombre de perturbations lors des différentes phases de travail du sol ce qui se traduit aujourd'hui par une forte hétérogénéité dans nos résultats. Balesdent *et al* (1990) étudient le comportement de la matière organique de sols cultivés et montrent que ces pratiques culturales ont des impacts différents sur la biodégradation des matières organiques. Cette variation de $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 entre les différentes positions peut s'expliquer également par la modification de la contribution des différentes sources, c'est-à-dire les racines et la respiration microbienne (Ngao *et al*, 2005). Il a par exemple déjà été montré que la contribution des racines à la respiration du sol atteint un maximum durant les périodes les plus chaudes (Epron *et al*, 2001). D'autre par la communauté microbienne change de composition lorsque la température du sol est modifiée (Andrews *et al*, 2000) ce qui peut aussi avoir un impact sur le $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 .

Des minéralisations différentielles peuvent également aboutir à une modification du $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré (Mariotti A, 1991). En effet, si des composés appauvris en ^{13}C tel que *Chenopodium*

album L. se décomposent et disparaissent plus rapidement que les autres, le CO₂ respiré va globalement s'enrichir en ¹³C puisque les autres sources, plus riche en ¹³C, sont toujours présentes. Cependant cet effet ne serait visible uniquement sur une plus longue durée. De plus, notre parcelle présente une forte hétérogénéité de recouvrement par *Chenopodium album L.* et donc des apports variables en matière organique.

Concernant l'analyse des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ au cours du temps, aucune différence significative ($P < 0.05$) n'a pu être observée laissant à nouveau supposer que la durée entre les deux séries de prélèvement est trop courte.

3. Dynamique du carbone d'origine C3 et C4

La séquestration du carbone dans le sol résulte de la différence entre l'apport de matière organique provenant de la litière, des exudats racinaires, du turnover des racines, et de la perte de carbone due à la respiration microbienne durant la décomposition de la matière organique (Epron *et al.*, 2009). En ce qui concerne notre site, l'apport de matière organique au temps To de la plantation est uniquement assuré par *Chenopodium album L.* qui l'a colonisé avec un recouvrement proche de 100%. L'apport de matière organique de la part des plants de Peupliers et de Robiniers va augmenter progressivement avec le temps et va prendre le dessus sur *Chenopodium album L.* lorsque les plants seront les plus compétitifs et donc les plus importants en terme d'apport. Sachant que les plantes C4 présentent une signature isotopique de l'ordre de -14‰ à -10‰ et que les plantes C3 ont une signature isotopique de l'ordre de -29‰ à -25‰ (Ghashghaie *et al.*, 2001, Diels *et al.*, 2001), il est possible de différencier la source du carbone du sol.

La composition isotopique du carbone du sol est plus négative que celle du CO₂ respiré par le sol aux deux dates de prélèvement. Cette différence de l'ordre de 5‰ peut s'expliquer par la présence d'un pool de carbone actif majoritairement C4 due à la présence récente et longue d'une culture de maïs sur le site. Parallèlement cela suppose également qu'il réside dans le sol un autre pool de carbone stable majoritairement C3 qui provient d'une autre source plus ancienne. En effet, les différents compartiments de carbone existants dans le sol ont différents temps de résidence qui peuvent être très variables et même atteindre plusieurs milliers d'années pour la fraction stable. On peut donc supposer que le sol a conservé l'héritage d'une période où la végétation était de type C3.

V. Conclusion

L'analyse des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré par le sol du site expérimental de Moyenvic, permet de suivre le devenir ainsi que le renouvellement du carbone labile contenu dans le sol. En effet, la culture d'une plante C3 sur un sol anciennement occupé par une végétation C4 représente un marquage *in situ* de la matière organique incorporée au sol. La signature isotopique du CO_2 respiré n'a pas varié au cours des 4 semaines d'analyse, ce qui s'explique probablement par le fait que le tapis racinaire des plantes C3 (Peupliers et Robiniers) n'était pas encore suffisamment développé et par conséquent n'a pas permis une libération suffisante de ^{13}C dans ce compartiment pour en faire varier son $\delta^{13}\text{C}$.

Cette étude a révélé l'existence d'une fraction de carbone stable d'origine C3 dans le sol du site, ce qui laisse supposer la présence d'une végétation C3 ancienne. D'autre part, l'analyse de $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 respiré met à jour une fraction labile de carbone d'origine C4 provenant certainement des cultures de maïs qui se sont succédées sur la parcelle au cours du XX siècle.

L'une des perspectives de recherche pour ce projet sera donc de suivre les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ par des prélèvements réguliers au cours du temps afin de pouvoir estimer le temps de résidence du carbone dans le sol. En effet, la quantification des pools stables et labiles est un paramètre essentiel pour élaborer des modèles prédictifs de l'évolution du carbone organique des sols.

Nos manipulations ne représentent que le point de départ de suivis qui vont s'étaler sur des années. Le fait de ne pas avoir de différences significatives au temps T_0 est un bon signe dans ce cas car les différences qui vont être observées dans le futur seront forcément pas dues à une hétérogénéité initiale.

VI. Références

- Andrews JA, Matamala R, Westrover KM *et al* (2000) Temperature effects on the diversity of soil heterotrophs and the $\delta^{13}\text{C}$ of soil respired CO_2 . *Soil Biology and Biochemistry*, **32**, 699-706
- Balesdent J, Mariotti A, Boisgontier D (1990) Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from ^{13}C abundance in corn fields. *J. Soil Science*, **41**: 587-596
- Diels J, Vanlauwe B, Sanginga N, Coolen E, Merckx R (2001) Temporal variations in plant $\delta^{13}\text{C}$ values and implications for using the ^{13}C technique in long-term soil organic matter studies. *Soil biology and biochemistry*, **33**: 1245-1251
- Epron D, Marsden C, Thongo A, Saint-André L, d'Annunzio R, Nouvellon Y (2009) Soil carbon dynamics following afforestation of a tropical savannah with *Eucalyptus* in Congo. *Plant Soil* **323**: 309-322. DOI: 10.1007/s11104-009-9939-7
- Epron D, Le Dantec V, Dufrêne E *et al* (2001) Seasonal dynamics of soil carbon dioxide efflux and simulated rhizosphere respiration in a beech forest. *Tree Physiology*, **21**, 145-152
- Farquhar GD, Ehleringer JR, Hubick KT (1989) Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annu. Rev Plant Phys Plant Mol Biol* **40**:503-537.
DOI:10.1146/annurev.pp.40.060189.002443
- Forrester DI, Bausch J, Cowie AL (2005) On the success and failure of a mixed-species tree plantations: lessons learned from a model system of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. *Forest Ecology and Management* **209**:147-155. DOI:10.1016/j.foreco.2005.01.012
- Ghashghaie J, Tcherkez G, Cornic G, Deleens E (2001) Utilisation de la spectrométrie de masse isotopique en physiologie végétale. *Ecole thématique Biologie végétale*
- Keeling CD (1958) The concentration and isotopic abundances of atmospheric carbon dioxide in rural areas. *Geochim Cosmochim Acta* **13** :322-334. DOI : 10.1016/0016-7037(58)90033-4
- Mariotti A (1991) ^{13}C natural abundance, tracer of soil, organic matter dynamics and of continental paleoecosystems changes. *Cah. Orstom, sér. Pédol*, vol XXVI, **4** :299-313
- Ngao J, Epron D, Brechet C, Granier A (2005) Estimating the contribution of leaf litter decomposition to soil CO_2 efflux in a beech forest using ^{13}C -depleted litter. *Global Change Biology* **11**:1768-1776. DOI: 10.1111/j.1365-2486-2005.01014.x