

Programme Gestion et Impacts du Changement Climatique GICC

APR 1999

3/99 - Effets de la Sylviculture sur le Stockage de Carbone dans les Sols Forestiers - Validation des Paramètres du Modèle d'Evolution des Stocks de Carbone

Coordinateurs : C. Nys

L'objectif initial de ce contrat était l'étude de cas d'impact de la sylviculture sur l'évolution des stocks et des flux de carbone afin de fournir des données pour la définition des valeurs de paramètres du modèle d'évolution des stocks de matière organique des sols (Arrouays et al., GICC, MATE). Trois types d'impact avaient été retenus : effet âge du peuplement, effet amendement/fertilité et effet du traitement sylvicole. Ces trois actions ont été menées et les principaux résultats ont été résumés dans les chapitres A, B et C de ce rapport. Les données correspondantes encodées ont été transmises aux équipes de la modélisation.

Les mesures réalisées dans le cadre des sites ateliers ou expérimentaux montrent que les stocks de carbone du sol (incluant les couches organiques) sont dépendants des caractéristiques des stations (sol, climat) et de l'espèce. La forte variabilité observée peut-être explicitée par des études intégrées à l'échelle de l'écosystème (la parcelle, taille de l'hectare) et sur la durée. Ceci n'est possible que dans le suivi sur le long terme d'observatoires des écosystèmes forestiers.

Les travaux menés dans les chronoséquences montrent que le carbone est immobilisé temporairement dans des compartiments de l'écosystème (sol, humus, branches, feuilles, tronc ou racines de l'arbre, ...) et que des flux, solide -

liquide - gazeux, modifient perpétuellement les équilibres entre ces compartiments. Les actions anthropiques (sylviculture, pollution) ou les modifications climatiques déplacent ces équilibres.

Les résultats de travaux en cours, montrent que le changement d'aménagement sylvicole (passage du taillis à la futaie, rythme des éclaircies) modifie la dynamique de l'écosystème (changement du microclimat pour l'eau, la lumière, la température). Le carbone, une source d'énergie pour les micro-organismes du sol, va être mis à contribution et être transformé d'un état à un autre, transféré d'un compartiment à un autre. Par exemple, après une éclaircie, l'activité microbienne est accélérée sur les sols les plus acides, en particulier. La matière organique des humus et des couches holo-organiques du sol va être minéralisée. Le carbone, alors immobilisé dans le sol, va être libéré, une partie consommée par les micro-organismes, l'autre partie dégazée sous forme de CO₂ vers l'atmosphère. Mais cette minéralisation de la matière organique va conjointement libéré ses nutriments et l'éclaircie ayant réduit la compétition intra-arbre pour l'eau, la résultante sera une augmentation du niveau de fertilité du système. En conséquence, l'arbre va augmenter sa croissance et immobiliser dans sa biomasse du carbone supplémentaire. Cet effet a été clairement montré lorsque nous avons manipulé des écosystèmes forestiers par des amendements.

Des transferts sont observés, mais globalement nous n'avons pas mesuré de différences significatives sur les stocks. Une autre leçon qui peut être tirée de nos travaux sur l'aménagement sylvicole et les chronoséquences est que sur les sols "riches" (sol à pH supérieur à 5.5; taux de saturation > 75%), l'activité biologiques est "naturellement" élevée et les stocks de carbone des humus sont faibles car la matière organique est incorporée rapidement au sol minéral par l'activité biologique. Les changements de sylviculture ont alors peu d'effet. Par contre, sur sol de faible fertilité, une forte proportion de la matière organique est concentrée dans les humus. Ces humus s'épaississent avec le vieillissement du peuplement mais le transfert vers le sol est faible, du fait de l'absence d'activité biologique efficace. Au moment d'une crise comme la coupe définitive ou d'une tempête comme celle

subit en 1999, la forte minéralisation correspond à une perte de carbone hors de l'écosystème.

En résumé, l'effet âge se caractérise par le fait que le "SOL" n'est qu'une boîte (ou compartiment) d'un système. Il ne faut donc pas isoler cette "boîte" et par conséquent mener les études à l'échelle de l'écosystème. Elles doivent inclure les échelles temporelles (cycles saisonniers et annuels), en particulier celle de la rotation du peuplement, si l'on souhaite considérer des évolutions à long terme. La décennie est du court terme pour la forêt.

Pour les strates du peuplement (arbre, végétations arbustives ou herbacées) des modèles de stockage du carbone peuvent être établis en couplant le carbone aux modèles de croissance des arbres, et parallèlement calculer ceux nécessaires pour les strates herbacées ou arbustives (presque toujours ignorées !).

Pour le sol, la variabilité intra est forte et masque les mesures qui ont été réalisées. L'histoire ancienne des forêts semble être un facteur important de la caractérisation actuelle des stocks de carbone. Des études fines de caractérisations de la matière organique et de l'évaluation de son temps de résidence pourra, seule, permettre de progresser dans ce domaine.

L'effet sylviculture vient compliquer les règles précédemment établies en ajoutant une couche supplémentaire de complexité (de variabilité). Seule la mesure de nombreuses situations par la méthode de l'enquête, comparable à celle entreprise dans le cadre d'AGRIGES pour le sol, permettra d'accumuler des données que les statistiques modernes permettent d'interpréter. Mais c'est un travail fastidieux d'analyse pour peu d'intérêts scientifiques à court terme. L'effet amendement/fertilité mesuré dans le cadre de ce contrat semble vérifié pour les autres sites du territoire français (travaux en cours entre Inra et ONF). Les seules modifications mesurables sur le court terme (10 à 20 ans) sont celles des couches organiques (humus). Aux niveaux des couches du sol (minérales), la variabilité masque à nouveau les évolutions. Mais ce sont des phénomènes lents que seul le suivi dans des observatoires permettra de définir.

Les travaux conduits par notre groupe restent à l'échelle du peuplement forestier c'est-à-dire à l'échelle dimensionnelle de l'hectare. La modélisation envisagée dans le cadre du contrat 2001 CARBOFOR considère les échelles régionales et nationales. Un gros travail de validation restera à faire et des outils de mesure des stocks et flux "réels" doivent être mis au point pour ces échelles avant même de pouvoir envisager la troisième dimension que représente le temps donc l'évolution des stocks de carbone.