Nous vous avons précédemment présenté différentes pratiques agronomiques permettant d'accroître le stockage de carbone dans le sol. Aujourd'hui, nous changeons d'échelle et nous nous intéressons aux éléments à prendre en compte pour élaborer, à l'échelle d'une exploitation agricole, des stratégies agronomiques permettant d'accroître le stockage de carbone dans le sol.

Ce changement d'échelle est nécessaire car, comme vous le verrez, certaines pratiques peuvent s'avérer incompatibles entre elles voire impossibles. Les stratégies agronomiques permettant d'accroître le stockage de carbone dans le sol résultent alors de compromis et, pour une situation donnée, plusieurs combinaisons de pratiques sont possibles pour un résultat donné.

Pour débuter en douceur cette semaine, nous vous emmenons chez Mathieu Yon, maraîcher en agriculture biologique en périphérie de Montpellier, dans le Sud de la France, qui nous fait part de sa perception et de ses pratiques agronomiques pour produire sur un sol vivant et riche en carbone organique.

Ce témoignage illustre tout d'abord le fait que la séquestration de carbone dans le sol ne constitue pas l'objectif premier d'un exploitant agricole, mais en est bien souvent le co-bénéfice. Mathieu Yon recherche *« la plus forte productivité pour le moins de travail possible ».* Il veut *« faire mieux en moins de temps »* et souhaite générer *« 1200 à 1300 euros de revenus par mois »* grâce à son exploitation agricole. C'est parce qu'il a ces objectifs qu'il met en œuvre des pratiques agroécologiques qui permettent un stockage additionnel de carbone dans le sol. Cela passe par 3 actions :

1. un couvert permanent ou quasi permanent, essentiellement végétal,
2. des apports de matière organique
3. la réduction du travail du sol.

Pour Mathieu Yon, des pratiques agronomiques intensives en temps de main d'œuvre seraient incompatibles avec les objectifs de son exploitation agricole dans laquelle il est le seul à travailler.

Comme on vient de le voir avec Mathieu Yon, l'incompatibilité de pratiques séquestrantes avec les objectifs de l'exploitation agricole peut être due à des facteurs humains, et notamment la surcharge de travail quand la disponibilité de main d'œuvre est un facteur limitant. Au Sénégal par exemple, dans la région de Niakhar, en zone sahélienne semi-aride, un système agrosylvopastoral à *Faidherbia albida* est développé sur des sols généralement

très sableux. Accroître la séquestration de carbone dans ces sols, au potentiel toutefois limité, pourrait passer par la mise en œuvre de pratiques telles que la densification des parcs à *Faidherbia albida*, l'enfouissement de la matière organique dans le sol ou encore l'introduction de haies d'arbustes et d'arbres. Ces pratiques nécessitent de la main d'œuvre pour récolter les matières organiques ligneuses avant l'enfouissement, mais aussi pour l'installation et l'entretien des haies, alors que la main d'œuvre manque. En effet, à la saison sèche, la plupart des travailleurs quittent la région à la recherche de travail tandis que c'est le moment où les troupeaux traversent la région et produisent donc de la matière organique.

L'incompatibilité de pratiques séquestrantes avec les objectifs de l'exploitation agricole peut être due également à des facteurs économiques. La mise en œuvre de ces pratiques peut en effet engendrer une perte de rentabilité, des investissements financiers élevés ou encore une perte de capital. Sur ce dernier point, retournons au Sénégal dans les systèmes agrosylvopastoraux à *Faidherbia albida*. La diminution de la taille des cheptels fait partie des actions pouvant contribuer à séquestrer davantage de carbone dans le sol. Elle permet d'accroître le retour des résidus de culture au sol, ceux-ci étant moins consommés par le bétail, et de diminuer les émissions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote issues des bovins. Toutefois, les bovins constituent l'épargne des ménages. Toute baisse de la taille du cheptel induirait une baisse de leur épargne, problématique dans un contexte où le système bancaire est peu développé.

Cet exemple de la diminution de la taille des cheptels illustre également la dimension sociale et humaine de la séquestration du carbone dans le sol. En effet, les animaux constituent, dans certaines régions du monde, un facteur de prestige social ou encore une force motrice indispensable pour se déplacer ou réaliser les travaux dans les champs. La séquestration du carbone dans le sol peut alors être antagoniste d'autres objectifs et nécessités.

En contexte pédo-climatique tropical, la variation de stock de carbone organique du sol est influencée en premier lieu par la quantité d'apports de carbone dans le sol. Le graphique issu de la méta-analyse menée par Fujisaki et al illustre cette relation.

Allons au Cambodge pour explorer plus précisément cette relation et les possibilités de mise en œuvre dans les exploitations agricoles pour accroître les stocks de carbone dans le sol. Hok et al ont mis en évidence sur Oxisol cette relation entre apport de carbone via la biomasse et évolution des stocks de carbone du sol.

Au Cambodge, sur Oxisol, l'augmentation des apports de biomasse dans des exploitations agricoles produisant majoritairement du riz, du manioc ou du soja, en système non irrigué, passe par la mise en place de plantes de couvertures, telles que *Stylosanthes guianensis, Crotalaria juncea*, *Vigna radiata, Sesamum indicum*, *Brachiaria ruziziensis*, entre les cycles de culture ou en association.

Cela nécessite de disposer des semences de ces plantes de couverture adaptées au système de culture et au contexte pédo-climatique. Au Cambodge par exemple, cela nécessite de mettre en place des champs semenciers pour produire ces plantes de couverture.

La production de cette biomasse végétale peut nécessiter des apports en azote ou en phosphore. Cela peut engendrer des antagonismes entre un objectif de production supplémentaire de biomasse et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'exploitation. Le recours aux espèces fixatrices de l'azote atmosphérique comme les Légumineuses ou encore aux associations symbiotiques pour faciliter l'acquisition du phosphore du sol peuvent permettre de limiter ces antagonismes. Cela nécessite à nouveau de disposer des semences adéquates et d'en maîtriser les itinéraires techniques de production.

Outre la production de la biomasse, cela nécessite de disposer des outils adéquats sur l'exploitation pour gérer cette culture, sans que cela ne se fasse au détriment de la culture principale, et favoriser la décomposition de cette biomasse sur le sol. Cela peut par exemple nécessiter le recours à un rouleau à l'avant d'un tracteur et à un semoir pour permettre le semis direct : le semis est fait simultanément au rabattage de la culture intermédiaire par le rouleau.

Jusqu'à récemment, un tel matériel agricole n'était pas disponible au Cambodge faute de fournisseurs et de marché sur place. Ces différents éléments illustrent le fait que l''exploitation agricole s'insère dans un environnement technique, social, institutionnel, économique qui rendra

faisable ou pas la mise en pratiques présentant un potentiel technique de séquestration de carbone dans le sol.

Pour conclure, je vous propose de s'intéresser à un cas générique, mais néanmoins illustratif, du maraîchage péri-urbain au Sénégal afin d'explorer les stratégies agronomiques qui pourraient être envisageables dans ce type d'exploitation agricole afin notamment d'accroître le stock de carbone du sol. Le climat est de type tropical semi-aride avec une seule saison des pluies de juillet à octobre. Les systèmes agricoles périurbains côtiers des Niayes approvisionnent la capitale sénégalaise Dakar et sa banlieue en légumes telles que laitues, choux, tomates, carottes ou aubergines. Il s'agit d'une succession de dunes de sable et de dépressions interdunaires où la nappe phréatique affleure régulièrement et où le sol a une forte teneur en sel. Le développement urbain et la hausse du niveau de vie ont également créé une demande de produits d'origine animale. L'étalement urbain de la ville de Dakar exerce également une forte pression sur cette zone agricole périurbaine. Les exploitations d'élevage contribuent à l'approvisionnement en fumier et en lisier des exploitations horticoles. Les produits résiduels organiques et les biodéchets représentent des volumes importants. Les études menées dans la région font état d'une teneur en matière organique du sol de l'ordre de 1,2 %, soit moins de 1 % de carbone organique.

La production maraîchère a lieu toute l'année et repose sur le recours à l'irrigation, à la fertilisation et à des produits phytosanitaires. Le labour et le travail de surface du sol sont couramment effectués. Ce type d'agriculture nécessite beaucoup de main-d'œuvre. La production approvisionne les marchés de proximité.

Pour ce type d'exploitation agricole, le principal levier pour accroître le stock de carbone du sol réside dans l'apport de matière organique en complément ou en substitution des engrais de synthèse. Il faut néanmoins garder à l'esprit que la texture sableuse de ces sols limite leur potentiel de séquestration. Les résidus de cultures peuvent constituer une source de matière organique pour les sols. Les déchets organiques issus des marchés locaux peuvent aussi constituer une autre source. Les élevages alentours et les abattoirs peuvent aussi permettre un apport de déjections animales et de résidus organiques issus des abattoirs. Enfin, la proximité de la ville et de stations d'épuration des eaux peut permettre un apport raisonné de matières organiques à travers une intensification du

recyclage des déchets organiques : production de compost ou utilisation des boues par exemple.

Ces apports de matière organique en complément ou en substitution des engrais de synthèse auraient également comme effet de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'utilisation des engrais de synthèse dont la production nécessite des combustibles fossiles sources d'émission de CO2.

On voit donc sur ce dernier exemple que les options envisagées s'avèrent différentes de celles mises en œuvre chez le maraîcher en agriculture biologique en périphérie de Montpellier. Une exploitation agricole est en effet en interaction avec son territoire. Ce territoire va à son tour influencer les stratégies agronomiques des exploitations agricoles.

Les différents exemples que j'ai pu vous présenter avaient pour but de vous montrer que, à l'échelle d'une exploitation agricole, les stratégies agronomiques permettant d'accroître le stockage de carbone dans le sol résultent de compromis d'ordre technique, économique, social, humain ou encore politique. Elaborer avec les agriculteurs des outils permettant d'évaluer l'impact de ces compromis et les aider dans leurs prises de décision constitue, pour nous, chercheurs, encore un défi.