

Comment gérer la fertilité biologique et les matières organiques des greens de golf ?

Pas une mais des MOS...

En agriculture, depuis les recherches de Hénin et Dupuis à l'après guerre, la vision de la matière organique des sols se confond avec celle de l'humus. Le modèle que les 2 agronomes ont proposé (Hénin et Dupuis, 1945) est toujours d'actualité et permet de faire assez simplement un bilan organique annuel de la parcelle, c'est-à-dire, mesurer l'écart entre la consommation annuelle et les apports de matière organique. Ce modèle considère que toute la matière organique du sol est une matière humifiée que viennent entretenir les restitutions organiques après avoir subi une transformation ou humification. Si cette approche permet de décrire assez bien ce qu'il se passe dans les sols agricoles habituels ayant un complexe argilo humique développé (CAH), quel sens peut-elle avoir sur des substrats artificiels ayant plus de 95 % de sable, et des CEC souvent inférieures à l'unité ? Quelle est la quantité réelle d'humus, sachant que les argiles sont quasiment inexistantes ? Comment fonctionne réellement la matière organique de ses sols ?

Avant de répondre à ces questions, quelques précisions doivent être fournies sur la diversité et la qualité de la matière organique des sols.

Une simplicité chimique pour une très grande diversité biochimique

La matière organique est définie comme la matière spécifique des êtres vivants, végétaux et animaux (Mustin, 1987). Le terme de "organique" signifie que la matière contient majoritairement du carbone (de l'ordre de 50 %). Par ailleurs, la matière vivante est également composée d'hydrogène, d'oxygène, et d'azote. Ces 4 atomes (C, H, O, N) constituent près de 95 % de la matière vivante. Cinq autres éléments sont retrouvés dans cette matière à des niveaux inférieurs au pourcent de matière sèche : le soufre, le phosphore, le potassium, le calcium et le magnésium. Enfin, une vingtaine d'oligoéléments peuvent être présents comme le fer, le cuivre, le zinc... à des concentrations bien inférieures au centième de pourcent de la matière sèche. On estime que 27 atomes seulement entrent dans la composition de la matière vivante. Cependant, le réarrangement de ces atomes en molécules plus complexes va générer plusieurs centaines de milliers de molécules biochimiques d'une très grande diversité.

En première approximation, les molécules végétales sont regroupées en 5 groupes fonctionnels

Figure 1. Diversité biochimique des macromolécules qui constituent la matière végétale (d'après Foth, 1990).

Catégorie de matière organique	Proportion dans la plante (% des catégories)
Hémicelluloses et pectines	10 - 30
Cellulose	20 - 50
Lignine et composés dérivés	10 - 30
Protéines	1 - 15
Lipides, cires et autres	1 - 8

Une diversité fonctionnelle

Au niveau du sol, la matière organique va revêtir différentes formes, vivante (racines, microflore, faune etc...), fraîche (résidus de culture, corps animaux etc...), humique (cycles condensés), ou dite "transitoire" (colles microbiennes, substances préhumiques...). Ces formes interviennent dans des propriétés différentes des sols comme par exemple le recyclage de la matière organique et le brassage du sol (faunes et microflore), la fourniture d'énergie et de substrat de croissance à la faune et microflore (les exsudats racinaires, les résidus de culture), la structuration et la stabilisation des sols (matières humiques)... Au vu de ces éléments le pluriel s'impose donc pour parler "des" matières organiques du sol (les MOS). D'autre part, le dosage de la matière organique totale, s'il reste un élément nécessaire et obligatoire de l'analyse de sol, ne peut apporter qu'une information globale et peu précise sur l'état des propriétés précédemment décrites.

Un lien évident avec la fertilité biologique

S'intéresser à l'état organique d'un green est donc, au-delà de la quantification de la MO totale, tenter de dresser un état des lieux de la diversité des MOS en lien avec les propriétés physiques, chimiques et biologiques que l'on souhaite obtenir de notre sol. En effet, les MOS interagissent avec les 3 composantes de la fertilité que sont la fertilité physique, chimique et biologique. Les liens avec cette dernière sont plus qu'évidents et à moins de ne s'intéresser qu'à des matières fossiles comme la tourbe, le charbon ou le pétrole, le cycle des MOS est entièrement dépendant des êtres vivants. L'intérêt de toute matière organique pour un sol réside avant tout dans ses capacités à fournir de l'énergie (via la respiration) et/ou un substrat de croissance à la faune et microflore

du sol. Toutes les matières organiques doivent donc se "bio" dégrader. Toute la subtilité de la nature a été, au cours de l'évolution, de créer une très grande diversité de molécules carbonées qui possèdent des vitesses de dégradation très différentes, allant de moins de quelques secondes pour une molécule de sucre simple universelle comme le glucose, à plusieurs centaines d'années pour les molécules complexes comme les acides humiques et humines.

Qu'est ce que la fertilité biologique ?

La matière organique a donc pour vocation principale d'être consommée par la faune et la microflore du sol. Si la faune est nécessaire à la fragmentation des résidus de plante, c'est essentiellement la microflore du sol (bactéries et champignons) qui minéralise la matière organique et la transforme en éléments minéraux accessibles aux végétaux, c'est-à-dire, en CO₂ pour le carbone, en NH₄ et NO₃ pour l'azote, en PO₄³⁻ pour le phosphore etc... Par ailleurs, par son activité, la microflore va également participer à la structuration des sols via la synthèse des composés humiques ou, moins connue, la stabilisation des agrégats par les filaments fongiques ou par des "colles" microbiennes. En lien avec l'activité faunique, la construction d'agrégats et de biopores, participera à l'amélioration de la porosité du sol et de son drainage. Enfin, la quantité de vie du sol et sa biodiversité, contribuent aussi à limiter l'influence des pathogènes et permettent un meilleur contrôle des maladies. Toutes ces grandes propriétés pour les sols sont regroupées sous le terme "fertilité biologique" ou "fonctionnement biologique".

Comment mesurer l'équilibre organique et biologique du sol : les analyses biologiques

Le fonctionnement biologique est donc intimement lié à celui des MOS. Cette évidence a été à la base du développement d'une nouvelle méthodologie d'analyse des sols : l'analyse compartimentale de la matière organique dite trivialement "analyse biologique" des sols. Le principe de base de la méthode est de considérer le fonctionnement biologique du sol comme celui d'une voiture. Il faut 3 éléments pour faire fonctionner une voiture, et nous les retrouverons au niveau du sol :

- un carburant : les MOS,
- un moteur : la biomasse microbienne (= la microflore),
- une transmission : les activités microbiennes.

Sans rentrer dans le détail, ces 3 éléments peuvent être mesurés à partir d'outils analytiques mis au point dans les laboratoires de recherche depuis le milieu du XX^{ème} siècle. Ces analyses sont pour la plupart normalisées ou en voie de l'être. Il s'agit :

- du fractionnement physique granulométrique de la matière organique (dérivée de la NF X 31-516) : cette méthode consiste à séparer, quantifier et qualifier via le rapport C/N des matières organiques particulières de la taille des sables (MO libre) de matières organiques humifiées de la taille des limons et argiles (MO liée),
- du dosage de la biomasse microbienne par fumigation/extraction (selon FD ISO 14240-2) : cette méthode consiste à extraire et doser l'ensemble de la microflore du sol (essentiellement bactéries, champignons et autres protozoaires),
- de la mesure du potentiel de minéralisation du carbone et de l'azote en incubation contrôlée de température (28°C) et d'humidité (proche de la capacité au champ) durant 28 jours (méthode interne dérivée de la norme XPU 44-163) ;

- de la mesure des activités enzymatiques globales (FDA hydrolases, méthode interne selon Schnürer et Rosswall, 1982).

La première analyse sépare dans le sol des matières organiques aux rôles différents. Si lors d'études particulières il est possible de séparer jusqu'à 5 ou 6 compartiments différents, en routine, l'idée est de séparer simplement 2 compartiments impliqués dans des fonctions très différenciées des sols. Les chercheurs (Balesdent, 1996 ; Feller, 1994) considèrent que dans le cadre d'une analyse rapide pour différencier les propriétés biologiques des MOS de propriétés essentiellement physiques, qu'une coupure à 50 µm est satisfaisante. Ils considèrent en effet que les MOS de la taille des sables (50 à 2 000 µm) sont impliquées principalement dans la nutrition de la faune et de la microflore du sol, et par voie de conséquence, dans celles des cultures, particulièrement par la fourniture de N-P-S, et dans une moindre mesure de bases non échangeables (Ca-Mg-K). Quant aux MOS de la taille des argiles et limons (0 à 50 µm) elles ont subi des cycles de minéralisation et d'humification et seront impliquées principalement dans des fonctions structurantes et stabilisantes (CAH), mais également d'échange (CEC humiques) où de fixation (diminution du Pfix, pouvoir fixateur du phosphore). A ces notions de fonctions agronomiques sont également associées des notions de "turn-over", c'est-à-dire de vitesse de dégradation et de durée de vie. Les vitesses de dégradation des MOS libres vont de 100 % par an pour les plus grossières à 5 % à 10 % pour les plus fines, tandis que les MOS liées se minéraliseront en moyenne entre 1 % à 3 %, avec quelques champions à moins de 0,1 % par an. L'équivalence en durée de vie est précisée dans la figure 2, nous retiendrons que les MOS libres auront une durée de vie moyenne de 15 ans, tandis que les MOS liées auront une durée de vie moyenne de l'ordre de 50 ans.

Défeutrer, Ramasser et Aérer



Défeutreur Régénérateur RotaDairon ED 130 TS

Regarnir



Regarnisseur à disques RotaDairon RGD 140



DAIRON S.A.S.
Les Hunaudières - D 92
72230 MULSANNE
France

Tél. : 02 43 23 09 10
Fax : 02 43 23 14 97
e.mail : info@rotadairon.fr
www.rotadairon.fr

Figure 2. Age moyen du carbone dans les différentes fractions de sols tempérés cultivés (Balesdent J., 1996).

2 mm	moins de 1 an
200 - 2000 µm	2 à 5 ans
50 - 200 µm	10 à 20 ans
0 - 50 µm	> 50 ans
Hydrosoluble	5 à 10 ans

La biomasse microbienne est la fraction vivante des MOS. Elle représente de 1 à 5 % des MOS en général, et a une durée de vie moyenne de 12 à 18 mois sous nos climats. Mesurer la taille de ce compartiment c'est avoir accès à un indicateur global du potentiel de vie du sol. D'autre part, la biomasse microbienne stocke des éléments fertilisants qui ne sont pas lessivables et peuvent être utilisés ultérieurement par la culture (100 mg de biomasse microbienne/kg sol est équivalent à 36 U d'azote et 28 U de phosphore). D'autre part, la taille de la biomasse microbienne peut refléter un potentiel de minéralisation du sol. Enfin, sensible aux facteurs de son environnement et à durée de vie courte, la biomasse microbienne est un indicateur précoce (à l'échelle de l'année) des interactions du sol et des pratiques culturales en termes de :

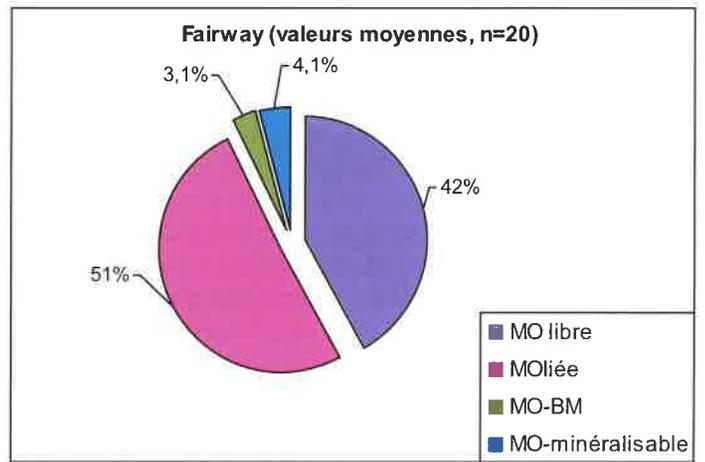
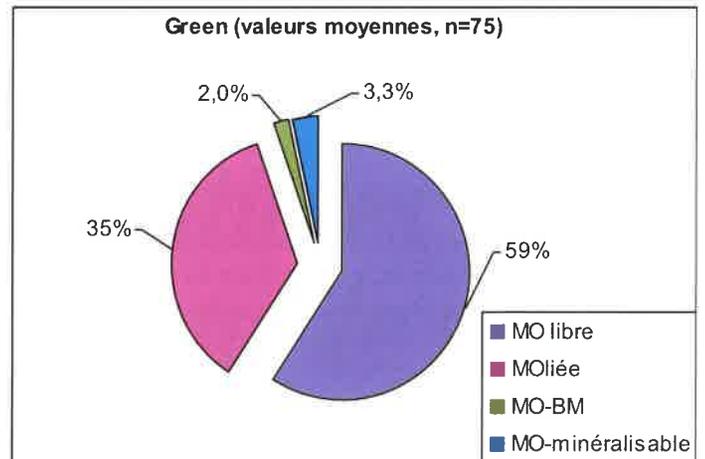
- qualité et quantité des matières organiques restituées,
- fertilisation et chaulage du gazon,
- entretien du sol (aération, défeutrage...)
- décompaction.

Enfin, la dernière étape de cette analyse consiste à mesurer la quantité de carbone et d'azote potentiellement minéralisable, c'est-à-dire, potentiellement utilisable par la microflore (C) ou le gazon (N). Le carbone minéralisé n'est d'aucune utilité immédiate pour la plante, même s'il participe à entretenir la teneur en CO₂ de l'air. En revanche, il est la source d'énergie de la microflore. Un sol qui ne minéralise pas de carbone est un sol véritablement mort. La minéralisation des MOS doit donc être vue comme un facteur favorable et nécessaire au fonctionnement du sol et non comme un phénomène négatif aboutissant à une "perte" de matière. Il conviendra donc d'entretenir convenablement cette fraction particulière des MOS comme nous le verrons plus tard. Concernant l'azote, les analyses conventionnelles permettent de doser la quantité d'azote totale du sol. Si la quantité présente dans un hectare de green peut dépasser largement les 3 tonnes/ha, la disponibilité réelle pour le gazon reste inconnue conduisant à des fertilisations quasiment systématiques et proches des besoins annuels du gazon. Que peut-on attendre d'un sol de green ? La mesure du pool d'azote minéralisable permet de répondre à cette question.

Définition de la répartition idéale des MOS dans un sol de green

Si la nécessité d'avoir une "bonne" teneur en matière organique dans un sol de green de golf a été définie par l'USGA dès 1960, idéalement à 5 % du poids du sol, la répartition de cette matière organique dans les différentes fractions précédemment définies et le rôle de ces compartiments n'a pu faire l'objet que d'études très récentes. L'application de cette approche à une centaine de greens et fairways français permet de tirer des premiers enseignements sur les spécificités de ces sols artificiels. La figure 3 synthétise les résultats obtenus pour les différents paramètres de l'analyse biologique.

Figure 3. Comparaison de la structure de la matière organique des sols de green et de fairway (MO-BM = Biomasse Microbienne)



Nos analyses nous ont permis de constater dans un premier temps que la teneur moyenne des greens est bien loin des 5 % idéaux, mais proche de 2,1 %, avec cependant des minima et des maxima allant de 0,5 % à 7,9 %. Les fairways sont globalement mieux pourvus, avec une teneur moyenne de MOS de 2,8 %, mais des minima et maxima aussi amples (respectivement 0,7 % et 5,9 %).

Nous constatons également que même si elle est de 16 % inférieure à celle de son homologue du fairway, la fraction de MOS liées, c'est-à-dire la fraction "humifiée" de la matière organique existe aussi dans les greens. Bien sûr, elle ne correspond pas au CAH dans sa définition exacte mais représente un compartiment plus évolué et plus stabilisé que les MOS libres. Curieusement, les quantités moyennes de MO libre sont identiques dans les 2 sols et proches de 1,3 % du poids de sol, soit l'équivalent de 31 t de MO/ha.

La biomasse microbienne est cependant beaucoup plus faible dans le green que dans le fairway. Pour ce dernier, la valeur moyenne est de 539 mg C/kg sol alors qu'elle n'est que de 263 mg C/kg dans le green. De même, la quantité de matière organique énergétique, pouvant servir à faire fonctionner la faune et la microflore du sol est en moyenne 1,7 fois plus importante dans le fairway (716 mg C/kg / 28 jours) que dans le green (424 mg C/kg / 28 jours). En proportion, la biomasse microbienne représente 2,0 % des MOS totales dans le green pour 3,1 % dans le fairway, tandis que les MOS énergétiques représentent 3,3 % et 4,1 % pour le green et le fairway, respectivement.

Enfin, non décrit par la figure 3, la fourniture moyenne d'azote du sol de green a été estimée à plus de 120 U pour l'équivalent d'environ 6 à 8 mois plein champ, et à plus de 160 U pour le fairway. Les amplitudes de minéralisation de l'azote

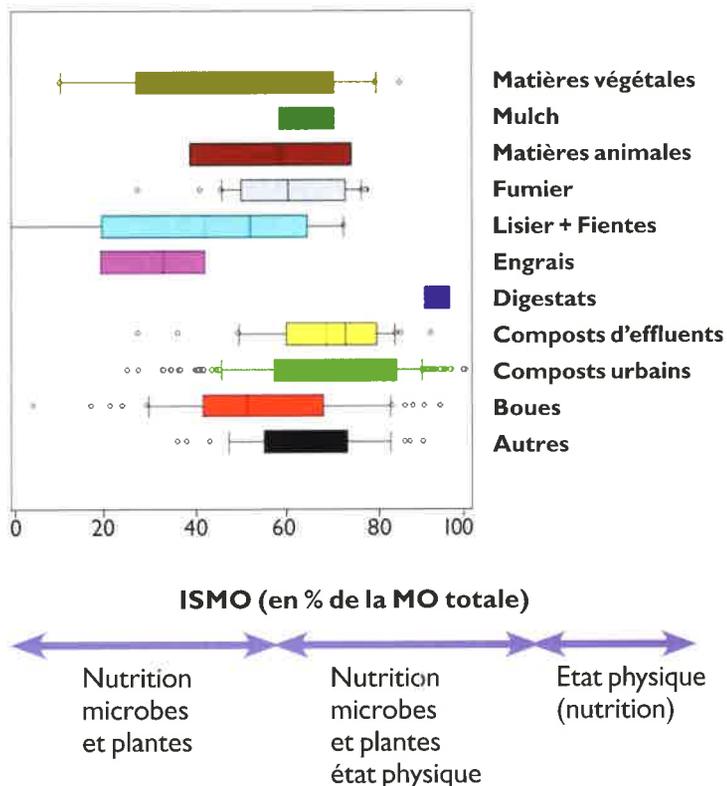
sont très élevées pour le green comme pour le fairway, avec des minima de 3 et 27 U et des maxima jusqu'à 426 et 301 U pour le green et le fairway respectivement.

Nous retiendrons de cette première description des MOS de green et de fairway, qu'à l'exception des teneurs en MOS libres du sol (réserve à moyen terme de MO) qui sont égales entre le green et le fairway, les valeurs moyennes des autres MOS sont toujours plus faibles pour le green que pour le fairway. Si proportionnellement, les MOS libres sont plus importantes de 17 points pour le green, par rapport au fairway, le fairway présente en contrepartie une proportion et une teneur plus élevée de MOS liées, qui lui confère une meilleure stabilité biologique et une meilleure résistance aux stress environnementaux. La biomasse microbienne est également proportionnellement mieux produite dans le fairway, sans doute liée à une texture plus protectrice, et la proportion des MOS énergétiques est également plus élevée, sans doute due à un meilleur stockage et protection durant la culture.

Comment entretenir ce green idéal : quel produit pour quelle fonction ?

Ces diagnostic fins de l'état organique du sol permettent d'établir des références de ce qui est "statistiquement" souhaitable en attendant d'établir des seuils "agronomiquement" souhaitables. En ce référant à ces premiers résultats, nous pouvons donc diagnostiquer les points forts et les carences du sol en terme de qualité et quantité de matières organiques. Ces compartiments fonctionnels du sol peuvent être entretenus par des produits organiques recouvrant les mêmes spécificités. Comment les identifier dans l'offre pro-

Figure 4. Variabilité de l'Indice de Stabilité de la MO (ISMO) pour 440 produits organiques regroupés en 11 groupes (Lashermes et al, 2008).



Le Greensbrush est l'outil idéal





06 17 17 09 43

info@greensbrush.com

Nouvelle Version Griffes & Brosses
 Châssis flottant très léger équipé à l'avant de trois rangées de griffes réglables. L'arrière dispose de brosses comme la version golf et quatre roues de régulation.

GB-B&B123M



GB Version brosses

Très léger -70 kg, placé à l'avant ou l'arrière d'une machine, système flottant



Version griffes et brosses



Fairway brossé

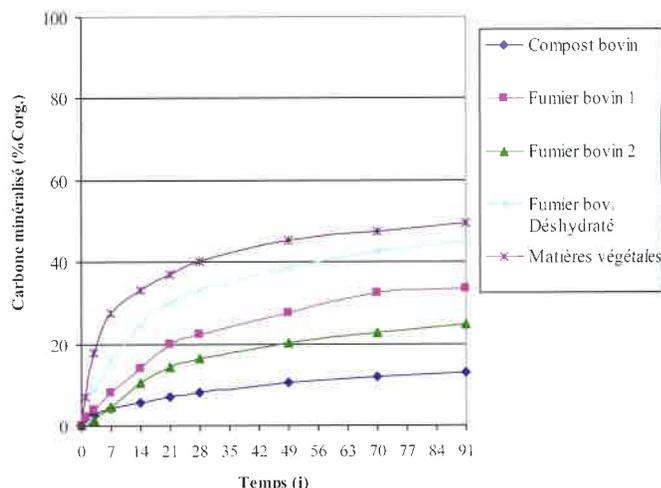
duit très vaste du marché ? La question qu'il faut se poser n'est donc plus de quelle quantité de matières organiques j'ai besoin ? mais de quelles quantités et qualités de matière organique mon sol a besoin ? L'objectif est donc bien de faire le lien entre quantité et qualité d'une matière dans un sol et apport de tel ou tel produit chargé de rétablir ses propriétés. En France, la majorité des produits organiques mis sur le marché respectent une norme de type NF U44-051 ou NF U44-095, pour les amendements organiques, ou NF U42-001 pour les engrais. Cependant, ces normes, même si elles définissent la qualité du produit ne définissent pas ou de manière trop générale sa fonction au niveau du sol. Pour mieux définir la fonction du produit il faut analyser des indicateurs "dynamiques" du produit, c'est-à-dire, de devenir dans un sol. Ceci peut être obtenu par l'analyse de la caractérisation biochimique du produit et l'estimation de sa stabilité biologique (NF U 44-162) et/ou par caractérisation de la minéralisation potentielle du carbone et de l'azote du produit organique (NF U44-163). Ces analyses ne sont pas obligatoires d'un point de vue réglementaire, mais incontournables d'un point de vue technique si l'on veut faire le meilleur choix.

La première analyse permet à partir des quantifications des fractions soluble, hémicellulose, cellulose et lignine d'un produit organique de calculer la quantité de MO potentiellement résistante à la dégradation, et donc susceptible de fournir de l'humus dans le sol à plus long terme. Cet indicateur s'appelle l'ISMO (Indice de Stabilité de la Matière Organique) et s'exprime en pourcentage de matière organique total du produit. La figure 4 donne un aperçu de l'étendue de cet indicateur pour différentes familles de matières premières et au sein même d'une même famille. Arbitrairement, nous avons séparé cet indicateur en 3 catégories correspondant à des fonctions différentes au niveau du sol. Nous considérons que :

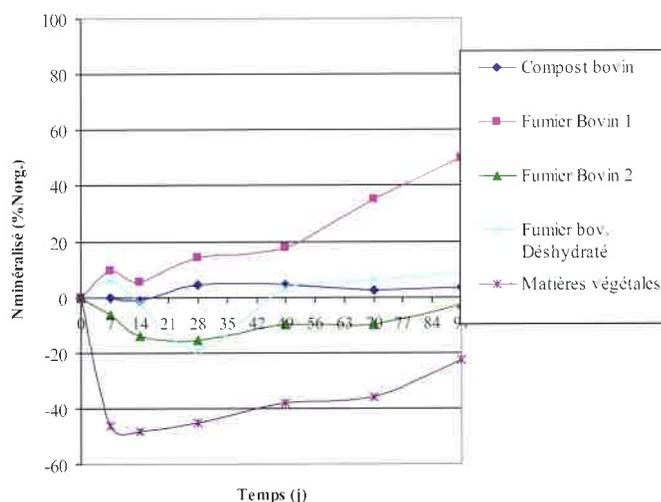
- les produits ayant des ISMO entre 0 et 40 % sont très facilement dégradables et ont une fonction d'apport de substrat énergétique et de croissance pour la microflore, et par voie de conséquence vont potentiellement participer à la nutrition du gazon lorsque les C/N du produit seront inférieurs à 20. Leur intérêt réside principalement dans leur capacité à entretenir le pool de carbone et d'azote minéralisable et le pool de biomasse microbienne,
- les produits ayant des ISMO compris entre 40 % et 80 % vont avoir une double fonction. Comme les précédents ils sont impliqués dans la nutrition de la microflore et des plantes, mais sont également impliqués dans l'entretien du stock d'humus par une fraction de MO de plus en plus récalcitrante à la dégradation. Ils vont donc jouer sensiblement sur tout les compartiments de MOS : en premier lieu les MOS libres, mais également les MO liés en fonc-

Figure 5 : Cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote de différents produits organiques en conditions contrôlées de température (28°C) et d'humidité (selon XP U44-163)

Cinétiques de minéralisation du Carbone de différents amendements organiques



Cinétiques de Minéralisation de l'Azote de différents amendements organiques



tion de leur stabilisation, et dans une moindre mesure les stocks de biomasse microbienne et de matière organique potentiellement minéralisable.

- les produits dont les ISMO sont supérieurs à 80 %, peuvent être considérés comme ayant une fonction principale d'entretien du stock d'humus du sol et des propriétés physiques et d'échange qui lui sont liés. En fonction des

Courtage de parcours de golf

Achat / Vente

NOUVEAU



Représentation pour la France et la Suisse

Habitat & Golf / André Jean ROSSI
info@habitatetgolf.com
06 82 84 87 74



Habitat & Golf



www.habitatetgolf.com

Habitat & Golf « propose » un Consortium de consultants :

- aux promoteurs, aménageurs, investisseurs, Maîtres d'Ouvrage, qui ont un projet de golf.
- aux architectes de golf et aux architectes

André J. Rossi définira avec votre architecte la conception globale du programme (master planning).

- Pour la construction du parcours : Paul Geoffroy & son équipe
- Création & Entretien Espaces verts, gazons, graminées : Yves Martinotti et son équipe Team Green
- Etudes arrosage et drainage, plan de recollement par GPS : Didier Comte Imaginieur
- Pelouse & green en synthétique : Mike Van der Lee European Golf Group
- Etudes géologiques & hydro, ingénierie géotechnique : Bertrand Pilot Geoconcept-Consultants

quantités apportées et de leur teneur en éléments minéraux, ils pourront avoir un petit effet dans la nutrition des plantes. Ils vont donc être impliqués principalement dans l'entretien des MOS liées.

Cette analyse très intéressante de caractérisation biochimique du produit peut être complétée par l'analyse plus fine de la quantité de carbone et d'azote potentiellement minéralisable mesurée en incubation en conditions contrôlées de température et d'humidité. Cette méthode consiste à mélanger une quantité connue de produit organique à une terre de référence et de suivre la minéralisation du carbone et de l'azote du produit durant 91 jours à une température de 28°C et à une humidité proche de la capacité de rétention en eau du sol. Après déduction de la minéralisation de la terre de référence et expression des résultats en pourcentage de carbone ou d'azote apportée on obtient des cinétiques qui caractérisent d'une manière quasiment unique le potentiel de minéralisation du produit (Figure 5). Sachant que ces courbes illustrent le devenir du produit à une échelle de 1 à 1,5 ans, les résultats nous permettent de calculer la quantité de carbone par tonne de produit, disponible pour faire fonctionner la biomasse microbienne, ou la quantité de MO susceptible d'entretenir le stock d'humus du sol, et la quantité d'azote potentiellement disponible pour la culture ou consommé par le produit lors de sa dégradation.

Quand et quoi appliquer ?

L'approche que nous avons présentée précédemment permet de définir les besoins du sol en terme de quantité, et surtout en terme de qualité de matière organique. Elle permet également d'avoir une vision fine des potentialités du produit apporté. S'il paraît difficile de réaliser des redressements, l'entretien du stock de MOS liées du sol peut se faire tout au long de l'année, par des produits fortement stabilisés, compostés ou riches en lignine (origine bois), ayant des ISMO proches ou supérieurs à 80 % de la MO. Ils seront apportés en mélange avec le sable lors d'opération de sablage, après préférentiellement des opérations de défeutrage ou de carottage. Les MOS libres sont entretenus par des produits moyennement riche en lignine, assez riche en cellulose et hémicellulose et ayant en règle générale des ISMO entre 40 % et 80 %. Naturellement, la partie racinaire des gazons permet d'entretenir ce compartiment. D'une manière plus générale des produits à base de tiges de céréale (les fumiers, fumiers compostés...) participent à l'entretien de ce compartiment. La biomasse microbienne, plus proche de la composition d'une protéine sera préférentiellement entretenue, d'une part par les restitutions de tonte et les exsudats racinaires des gazons, d'autre part par des produits riches en azote organique, produits animaux ou végétaux (la plupart des tourteaux végétaux), les engrais organiques, les fumiers de volailles etc.. D'une manière générale, des produits à faible ISMO (< 40 %) et avec des rapports C/N inférieurs ou égales à 15. Ces mêmes produits serviront également à entretenir le stock d'azote potentiellement minéralisable c'est à dire, la fraction d'azote potentiellement disponible pour les gazons. Les produits à rapport C/N plus élevés vont être intéressants pour fournir, en plus de l'azote, une forte quantité d'énergie facilement accessible à la biomasse microbienne et entretenir le pool des MOS énergétiques, qui serviront à l'échelle de l'année à entretenir le fonctionnement de la microflore. Cette partie de matière organique facilement minéralisable est également stimulée par les pratiques d'aé-

ration et scarification qui fractionnent les résidus végétaux et apportent le comburant au moteur (l'oxygène).

Vers le mouvement perpétuel...

La finalité des MOS est finalement d'être consommée continuellement et les besoins nécessaires à l'entretien de la fertilité biologique du green vont bien au-delà des "pertes" annuelles d'humus. La grande chance des greens est d'avoir une production et une restitution quasiment continue de matière organique très énergétique (exsudats racinaires, tontes de gazons) et de matières organiques plus riches en lignine et plus résistante à la dégradation qui vont nourrir temporairement le compartiment des MOS libres. Une petite fraction de ces restitutions racinaires, dans les 10 % à 20 %, entretiendra le compartiment de MOS liées. Cette fraction est souvent en déficit dans ces sols et l'apport de produits plus stables à fort ISMO est souvent nécessaire lors d'opération de sablage et/ou d'aération. Enfin, la biomasse microbienne, indicateur du potentiel de vie et de minéralisation du sol mais également compartiment de stockage des éléments minéraux comme l'azote et le phosphore, sera nourrie tant par les restitutions de la plante que par des engrais organiques. Ceux-ci après digestion par la microflore pourront être assimilés par la plante et viendront nourrir ce cycle perpétuel de synthèse/biodégradation des matières organiques des sols. Le rôle de l'intendant va donc être essentiellement d'entretenir l'environnement physique et chimique dans lequel ce déroulera le recyclage. Il veillera que l'air arrive toujours à ce moteur en action, et que le pH du sol ne soit ni trop acide, ni trop alcalin.

Xavier Salducci - Sté Celesta-lab

TABLE ELEVATRICE **VARI** Lift A LARGEUR VARIABLE



Capacité de levage

3 000 kg

Hauteur de levée

1 700 mm

Largeur des voies

De 700 à 2 100 mm

Véhicules acceptés

À 3 et 4 roues

Présent au salon
GREEN EXPO
Du 28 au 30 Nov 2012
PARC FLORAL DE PARIS



MAROLOTEST

FABRICANT FRA AIS D'EQUIPEMENTS
D'ATELIERS MOTOCULTURE, DEPUIS 1958.



Boulevard du Cormier - Parc d'activités du Cormier B.P. 20753 - 49307 CHOLET cedex - FRANCE

Tél. +33 (0)2 41 29 29 29 - Fax. +33 (0)2 41 29 29 30

Email : contact@marolotest.com - Web : www.marolotest.com