

La séquestration du carbone dans les gazons

Suite de l'article paru dans le Green Magazine n°85

Malgré le fait que les couches de feutre sont couramment observées dans les systèmes de gazon, les études sur le carbone varient quant à l'inclusion de la couche de feutre dans la détermination du COS ou du carbone total du système. La couche de feutre a une teneur en carbone comparable à celle du sol^{46,47} ; par conséquent, cette couche peut également être un réservoir de carbone. Quelques études ont rapporté le potentiel de séquestration du carbone dans les couches de feutre^{39,42}. Le feutre n'est généralement pas inclus dans les calculs de séquestration du carbone dans le sol^{18,38,49-51}. Le feutre a des propriétés physiques et chimiques distinctes de celles de la verdure ou des racines. Dans le pâturin du Kentucky (*Poa pratensis* L.) (rhizomateux), Qian et al.⁴² ont séparé le feutre de la verdure et des racines et ont rapporté une production annuelle de feutre (biomasse du feutre x rotation du feutre) de 4,362 mg de poids sec/ha. Le feutre a une teneur en lignine similaire à celle des racines et a donc été inclus dans la production de biomasse souterraine⁴². Inversement, le feutre et la verdure ont également été considérés comme de la biomasse aérienne^{38,52}. Le feutre peut représenter une partie substantielle de la biomasse sur pied, en fonction des espèces de graminées (une discussion plus approfondie est fournie dans une section ultérieure). Cependant, le feutre contribue à la mollesse des terrains de sport ; par conséquent, les terrains de sport doivent être rénovés et le feutre enlevé afin de fournir des surfaces fermes et lisses pour la sécurité des joueurs^{53,54}.

2.3. Respiration de l'écosystème

L'accumulation de carbone dans les systèmes de gazon est contrôlée, en partie, par les pertes de carbone par la respiration. La perte totale de carbone de l'écosystème par respiration végétale, animale et microbienne sous forme de CO₂ est définie comme la respiration de l'écosystème (R_{eco}). Également appelée respiration totale, R_{eco} est composée de la respiration autotrophe (R_a) des plantes et de la respiration hétérotrophe (R_h) des microbes et des animaux. Kong et al.³¹ ont rapporté une R_{eco} plus faible (4,23 à 8,84 μmol/m²/s) pendant la saison sèche et des taux plus élevés (7,45 à 20,26 μmol/m²/s) pendant la saison humide à Hong Kong. Dans un système de gazon urbain de Singapour, Ng et al.⁵⁵ ont rapporté un taux de R_{eco} de 7,9 μmol/m²/s, et la R_a y a contribué de manière substantielle. La simple conversion des taux de respiration rapportés en μmol CO₂/m²/s en un taux annuel en mg C/ha/an n'est pas appropriée si les flux de CO₂ n'ont été mesurés que périodiquement ou sur une année

partielle, car les flux du sol peuvent varier considérablement au cours d'une année. Song et al.⁵⁶ ont également signalé une large gamme de taux de R_{eco} en fonction de la hauteur de tonte et de la température de l'air. La fertilisation peut également augmenter la R_{eco} associée aux pelouses⁵⁷ ; que les taux élevés de R_{eco} soient le résultat d'une plus grande respiration du sol ou d'une R_a plus élevée provenant de la biomasse végétale accrue en réponse à la fertilisation. La question de savoir si les taux élevés de R_{eco} sont le résultat d'une plus grande respiration du sol ou d'une R_a plus élevée due à l'augmentation de la biomasse végétale en réponse à la fertilisation doit être approfondie.

La respiration de l'écosystème peut être équivalente à la respiration du sol dans les écosystèmes sans plantes (comme le sol nu) ou dans lesquels les plantes (ou parties de plantes) ont été retirées lors de la mesure de la respiration. Cependant, de nombreuses études n'ont pas précisé si la respiration des plantes (R_a) était incluse dans les mesures de la respiration du sol. Des études, quantifiant la respiration avec des chambres à gaz scellées, ont suggéré que la respiration du sol contribue aux émissions de CO₂, également appelées émissions biogènes, dans les systèmes de gazon^{29,40,55,58-60}. Quelques études ont relevé en continu les flux de CO₂ pendant plus d'un an et ont calculé des taux annuels de respiration du sol de 10,5⁵⁹, 9,2²⁸, et 4,58 mg C/ha/an⁶¹, qui ont été convertis en mg C/ha/an pour faciliter la comparaison avec les taux d'accumulation du SOC. En utilisant une approche de modélisation, la R_h a été estimée à 0,31-1,21 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹ avec une gestion minimale (tonte seulement si nécessaire) et à 1,38-9,22 mg C/ha/an sous d'autres régimes de gestion à l'échelle nationale aux Etats-Unis⁵. La respiration du sol par les systèmes végétaux, y compris le gazon, varie à la fois dans l'espace et dans le temps et peut représenter une part importante des émissions de carbone en milieu urbain⁶⁰. Les émissions biogéniques mesurées à partir des sols de gazon sont sensiblement plus élevées que les émissions de carburant dues à la tonte^{28,61}.

Le feutre du gazon est une couche poreuse avec des tiges et des racines qui abrite également des macro- et micro-organismes^{62,63} et devrait donc avoir un taux de respiration élevé. Bien que les effets du feutre du gazon sur la séquestration du carbone ne soient pas entièrement compris, Raturi et al.⁴⁷ ont suggéré des différences significatives dans la biomasse microbienne du carbone entre le feutre et le sol sous-jacent. Il est intéressant de noter que le feutre présente une biomasse microbienne plus élevée et une

Référence	Emplacement	Comparaison*
Gain de carbone dans le système		
Acuña E. et al. ⁵⁰ Bae and Ryu ⁵⁹ Upadhyay et al. ⁶⁴	Central Chik Seoul, South Korea Varanast, India	SOC : turfgrass > bare soil SOC : mixed forest > wetland > lawn > bare soil SOC : urban plantation ≈ lawn > agriculture ≈ grassland > bare soil
Bowme and Johnson ⁶⁶ Burghardt and Schaneider ²⁶ Byme et al. ⁶⁵ Campbellet al. ²⁷ Golubiewski ³⁴	Elizabethtown, PA, USA Ruhr, Germany Central PA, USA Virginta, USA Colorado, USA	SOC : lawn ≈ com field SOC : vegetable garden ≈ lawn > meadow SOC : lawn ≈ bark > unmanaged vegetation > gravel Soil carbon forest ≈ lawn SOC : turfgrass ≈ tree SOC : urban green space > native grassland > agricultural field SOC (only at 0-15 cm) : lawn with three > lawn without tree
Huyler et al. ⁶⁷ Livesley et al. ⁶⁸ Livesley et al. ³⁰ Raciti et al. ²⁰ Singh et al. ⁶⁹ Pouyat et al. ⁷ Pouyat et al. ⁷ Weissert et al. ²⁹ Kaye et al. ³⁵ Jo and MePherson ¹² Groffiman and Pouyat ⁷⁰ Livesley et al. ⁶⁸ Kaye et al. ⁷¹ van Delden et al. ⁹	Auburn, AL, USA Victoria, Australia Melbourne, Australia Baltimore, MD, USA Knoxville, TN, USA Baltimore, MD, USA Denver, CO, USA Auckland, New Zealand Fort Collins, CO, USA Chicago, IL, USA Baltimore, MD, USA Victoria, MD, USA Fort Collin, CO, USA Samford Valley, Australia	SOC : wood chip mulched bed ≈ lawn SOC : tree > fairway SOC : lawn > forest C : unmanaged system > lawn > row crop SOC : lawn ≈ urban forest > rural forest SOC : lawn > native grassland SOC : parkland > urban forest SOC : lawn > native grassland > com ANPP : com > lawn > native grassland Biomass : tress & shrubs > turfgrass > herbaceous plants Atmospheric CH ₄ , uptake: rural forest > urban forest > lawn Atmospheric CH ₄ , uptake: wood chip mulched bed > lawn Atmospheric CH ₄ uptake: native grassland > lawn Atmospheric CH ₄ uptake: forest > turfgrass > fallow >
Perte de carbone dans le système		
Bae and Ryu ⁵⁹ Nget al. ¹⁵⁵ Upadhyay et al. ¹⁶⁴ Bowne and Johson ¹⁶⁶ Byme et al. ⁶⁵ Decinaet al. ¹⁶⁰ Livesley et al. ¹⁶⁸ Kayeet al. ³⁵ Weissert et al. ²⁹	Seoul, South Korea Singapore Varanasi, India Elizabethtown, PA, USA Central PA, USA Boston, MA, USA Victoria, Australia Fort Collins, CO, USA Auckland, New Zealand	R ₅ : mixed forest > wetland = lawn > bare soil R ₅ : lawn > bare soil R ₅ : lawn > grassland ≈ urban plantation > agriculture > bare soil R ₅ : lawn > com field Mean R ₅ : lawn ≈ bark > unmanaged vegetation ≈ gravel R ₅ : urban landscape > lawn > urban forest R ₅ : wood chip mulched bed ≈ lawn R ₅ : lawn > com ≈ native grassland R ₅ : parkland ≈ urtan forest
*Les systèmes ont été classés de haut en bas ; cela indique que le premier avait une moyenne ou une médiane plus élevée, mais qu'il ne l'était pas. Statistiquement différent des autres au niveau p < 0,05 SOC, carbone organique du sol ; ANPP, primaire net aérien productivité; Rs, respiration du sol		



Séquestration du carbone dans les gazons par rapport à d'autres systèmes.

Terideal

- Gestions centralisées
- Stockage et pompage
- Travaux neufs et rénovation
- Arrosage de parcours complets
- Interventions de dépannage sur toute la France



perte de carbone plus faible par la respiration d'entretien, ce qui suggère que le feutre du gazon agit comme un puits de carbone temporaire, tandis que la biomasse microbienne réduite et la respiration d'entretien accrue associées aux sols suggèrent que les sols sous le feutre servent de sources de CO₂ atmosphérique⁴⁷. Néanmoins, la respiration du sol est un processus important pour le cycle des nutriments du sol et peut servir d'indicateur des activités microbiennes. La respiration du sol dans les systèmes de gazon est plus élevée que celle du sol nu^{55,59,64}, du paillis de gravier⁶⁵ et des sols agricoles^{35,64,66}, ce qui indique une activité microbienne relativement plus élevée dans les sols de gazon. Les taux de respiration du sol mesurés dans les systèmes de gazon sont également comparables à ceux d'autres écosystèmes naturels ou gérés (tableau) et il a été démontré qu'ils sont affectés par la température et l'humidité du sol^{29,59}.

2.4. Coût caché du carbone et émissions nettes de gaz à effet de serre

Bien que les systèmes de gazon assimilent continuellement le CO₂ atmosphérique par photosynthèse et accumulent le SOC, les émissions liées à l'entretien du gazon suscitent des inquiétudes car elles peuvent faire passer les systèmes de gazon du statut de puits de carbone à celui de sources de carbone^{10,19,23,31}. Les coûts cachés du carbone, CCC (HCC Hidden Carbon Cost), et les GES nets sont exprimés en équivalent de CO₂ (CO₂-e) et sont parfois rapportés en équivalent de C (C-e) dans la littérature, qui sont calculés en multipliant les valeurs de CO₂-e par 0,2727 (poids moléculaire du C/poids moléculaire du CO₂). Certaines études ont estimé les CCC et les GES dans les systèmes de gazon établis en tenant compte du carburant, de l'irrigation, de la fertilisation et des émissions de N₂O^{23,72}. Zhang et al.⁷² ont également inclus les CCC provenant de la production et du transport des pesticides, qui représentaient la plus petite part parmi les autres facteurs. Les pelouses et les terrains de golf sont deux grands types de systèmes d'engazonnement, qui peuvent varier considérablement en termes de CCC et d'émissions nettes de GES et sont donc examinés en détail dans les deux sections suivantes. L'oxyde nitreux (N₂O) a un potentiel de réchauffement global (PRG) 298 fois supérieur à celui du CO₂. Dans les systèmes de gazon, les émissions de N₂O liées à la fertilisation et à l'irrigation sont une composante majeure des GES nets. Braun et Bremer¹¹ ont fourni un examen approfondi des émissions de N₂O dans les systèmes de gazon et les ont comparées à celles d'autres cultures et écosystèmes. Dans le cadre de cet examen, nous nous concentrons sur le cycle du carbone. Les recherches sur le CH₄ dans les systèmes de gazon sont limitées, bien que quelques évaluations aient indiqué que les flux de CH₄ sont relativement faibles, sauf pendant ou immédiatement après des épisodes de pluie ou d'irrigation^{9,22}. Les systèmes de gazon sont généralement considérés comme neutres ou comme des puits de CH₄^{49,10,68,70,71}.

2.4.1. Les pelouses

Selhorst et Lal¹⁸ ont démontré que les pelouses des États-Unis sont des puits potentiels de CO₂ atmosphérique ; cependant, les pratiques standard de gestion des pelouses (tonte et fertilisation) ont contribué à des CCC de 0,190 et

0,064 mg C-e/ha/an, respectivement. De plus, Kong et al.³¹ ont fourni des CCC détaillés de l'utilisation de carburant, d'électricité, d'irrigation, de pesticides et d'engrais associés à l'entretien des pelouses urbaines, qui ont contribué à un total de 1,7 à 6,3 mg C-e/ha/an en émissions de carbone. Des CCC aussi élevés peuvent compenser la capacité de puits de carbone des gazons en 5 à 24 ans. On a rapporté que les pelouses ornementales accumulent le COS à un taux de 1,40 mg C/ha/an, ce qui est supérieur au PRG des émissions de N₂O dans ce système²³. Par conséquent, les auteurs ont indiqué que les pelouses séquestraient le CO₂ à un taux de 0,29 mg C-e/ha/an dans un scénario de faible fertilisation (10 g N/m²/an) après avoir pris en compte les émissions de N₂O mesurées et les émissions estimées de CO₂ générées par la combustion de carburant, la production d'engrais et l'irrigation²³. Cependant, dans le cadre d'un scénario de forte fertilisation (75 g N/m²/an), on a estimé que les pelouses contribuaient à une perte de carbone de 0,78 Mg C-e/ha/an. Cependant, les 75 g N/m²/an d'engrais appliqués aux pelouses sont presque quatre fois plus élevés que le taux de fertilisation recommandé par le bureau de vulgarisation de l'université locale⁷³ et ne sont donc pas réalistes. Les GES nets déclarés tiennent également compte des émissions de N₂O, qui sont estimées à 0,1 à 0,3 g N/m²/an, selon le taux de fertilisation et, lorsqu'elles sont converties en PRG, ont donné lieu à +0,123 à +0,395 mg C-e/ha/an²³. De même, Gu et al.¹⁰ ont signalé que la séquestration du carbone par les pelouses était compensée par les émissions de N₂O et les CCC pour entretenir les pelouses. Dans un autre cas en Australie, lors de la conversion d'un pâturage bien établi en une pelouse en gazon, le système de gazon a été signalé comme produisant des émissions nettes de GES de 0,415 mg CO₂-e/ha (0,113 mg C-e/ha) dans les 80 premiers jours après la conversion⁹. Par conséquent, la compréhension de chaque système plante-sol est d'une grande importance, et la conversion des terres doit être soigneusement étudiée.

2.4.2. Les terrains de golf

Les terrains de golf sont des systèmes de gazon uniques dans lesquels les greens et les tees intensivement entretenus ne représentent que 5 % de la superficie moyenne de gazon entretenu de 45 ha, alors que les fairways et les roughs représentent respectivement 28,6 % et 60 % de la superficie des terrains de golf⁷⁴. Les fairways et les roughs sont des puits de carbone potentiels si ces grandes surfaces de gazon sont gérées avec peu d'intrants. Par exemple, le gazon des allées d'un terrain de golf à Manhattan, au Kentucky, aurait un taux moyen de séquestration du carbone de 1,01 mg C/ha/an⁷⁵. Dans le centre de l'Ohio, les fairways et les roughs ont été estimés à des taux de séquestration de 3,55 et 2,64 Mg C/ha respectivement¹⁹. De grandes surfaces de fairways et de roughs ont contribué à la séquestration du carbone, qui a compensé les émissions nettes des greens et des tees, avec un taux de séquestration net de l'ensemble du parcours de 1,47 et 0,44 mg C-e/ha/an pour un parcours Parkland et un parcours Links, respectivement⁷⁶. De plus, les roughs naturalisés sur les terrains de golf sont des zones non gérées couvertes de gazon ou d'un mélange de gazon et d'autres plantes, qui ne nécessitent souvent pas d'intrants de gestion (pas de CCC). Malgré la popularité croissante de ces zones naturalisées, en raison de leurs avantages

environnementaux^{77,78}, leur potentiel de séquestration du carbone est largement inconnu. Nous supposons que le carbone stocké dans les terrains bruts non gérés serait similaire à celui des pelouses ressemblant à des prairies étudiées par Poeplau et al.⁷⁹ ou des terrains bruts non irrigués et fauchés au besoin étudiés par Qian et al.³⁸, qui ont moins de COS que les zones de gazon gérées. Des études dans lesquelles le bilan carbone de terrains de golf entiers a été calculé ont indiqué que les terrains de golf étaient des puits de carbone potentiels^{76,80}.

Cependant, les émissions générées par l'entretien, ne doivent pas être négligées, car elles peuvent compenser la séquestration du carbone par les gazons et les arbres. Selhorst et Lal¹⁹ ont estimé d'importantes pertes de carbone (estimées à 0,30 mg C-e/ha/an) associées aux pratiques d'entretien, faisant passer les terrains de golf du statut de puits de carbone à celui de source de carbone en 30 ans. Les CCC pris en compte dans leur étude comprenaient les engrais, les herbicides, les insecticides, les fongicides, l'irrigation, l'essence sans plomb et le carburant diesel, le CCC le plus élevé provenant de la combustion du carburant diesel¹⁹. Bekken et Soldat⁸¹ ont étudié des terrains de golf dans le nord des États-Unis et ont évalué les émissions totales de GES associées à l'entretien à 1,17 mg C-e/ha/an, y compris les émissions sur place (principalement la consommation de carburant), les émissions hors site (principalement la production d'électricité hors site) et les émissions de la chaîne d'approvisionnement (en amont) (principalement la production et le transport de machines, d'engrais, de pesticides,...) De plus, quelques études ont rapporté en détail la consommation d'énergie et les émissions de GES des pratiques de gestion des greens, des tees, des fairways et des roughs^{19,76,80,82}. Les gazons gérés de manière intensive, comme les greens des terrains de golf, consomment de l'énergie et émettent du CO₂^{76,80}. Les pertes de carbone des systèmes de gazon sont souvent prévues lorsque les tissus aériens et la matière organique souterraine sont enlevés. La tonte quotidienne avec enlèvement des tontes lorsque les herbes sont en pleine croissance est une pratique courante pour les greens et les tees des terrains de golf⁸³. En plus de l'enlèvement des déchets de tonte, le travail du sol, y compris le verticutage pour enlever les tissus de l'herbe et l'aération à l'aide de dents creuses pour enlever physiquement les matières végétales et la matière organique, est susceptible de réduire le réservoir de carbone dans les

systèmes de gazon. D'autres pratiques, comme l'aération à dents pleines et le terreautage ajoutent du sable au profil du sol sans éliminer la matière organique et les matières végétales⁶². Ces pratiques diluent la matière organique dans le profil de la zone racinaire pour favoriser une meilleure croissance du gazon et sont donc peu susceptibles de réduire la productivité des gazons. Les recherches ont été limitées en ce qui concerne les effets de la culture sur la PPN et le COS du gazon, et le budget carbone net doit être analysé en tenant compte des CCC des opérations des machines de culture.

3. Comparaison des systèmes

Avec l'augmentation de la population et de l'urbanisation, la végétation et le sol des zones urbaines sont incapables d'équilibrer les émissions de carbone dues aux activités humaines⁸⁴. Dans les paysages urbains, le gazon contribue à stabiliser le sol, à prévenir l'érosion éolienne et hydrique et à accumuler de la matière organique⁸⁵. Les systèmes de gazon urbain ont reçu plus d'attention de la part de la recherche sur la séquestration du carbone que les autres systèmes de gazon. Des recherches menées à l'échelle nationale aux États-Unis ont suggéré que les systèmes de gazon dans le paysage urbain sont des puits de carbone potentiels^{5,6,8,18,86}, tandis que de nombreuses autres études ont été menées à des échelles plus petites, telles que des villes, des blocs résidentiels et des pelouses individuelles. Les recherches de Qian et Follett²¹ ont indiqué l'importance de la pelouse dans la séquestration du carbone, comparable à celle des terres des États-Unis dans le cadre du Conservation Reserve Program. Gordon et al.⁸⁷ ont publié une lettre à l'éditeur comparant les systèmes de gazon en plaques à d'autres systèmes et ont conclu que les gazons sont capables de séquestrer le CO₂ à un taux similaire à celui des terres utilisées pour les pratiques agricoles et forestières, bien que le carbone stocké dans le pool de carbone du sol récalcitrant soit considéré comme très limité en raison du taux de renouvellement élevé. Contrairement au grand nombre d'études urbaines, on dispose de très peu d'informations sur le bilan carbone dans les systèmes agricoles où l'on produit du gazon de placage et des graines. Pahari et al.⁸⁸ ont rapporté qu'une ferme de gazon de placage de saison chaude séquestre le CO₂ à un taux de 4,51-5,15 mg C/ha/an. Les recherches sur l'empreinte carbone de la production de semences de gazon font défaut.



Le gazon c'est notre passion.

Pour de bonnes performances de jeu, nous avons besoin d'un gazon parfait. Avec un programme complet de machines haut de gamme, nous fournissons des solutions globales pour l'entretien mécanique et la régénération du gazon.

Wiedemann GmbH | Am Bahnhof | 89192 Rammingen | ALLEMAGNE | Tel. +49 7345 953-0
www.wiedemann.com



Un bon entretien
du gazon pour une bonne
performance de jeu.

Les composantes végétales des paysages urbains comprennent des arbres, des arbustes, des plantes herbacées et des graminées. La comparaison de l'impact de différentes végétations de paysages urbains sur le piégeage du carbone peut être difficile pour de nombreuses raisons. La biomasse peut être mesurée directement dans les systèmes de gazon, alors qu'il est souvent impossible de récolter et de mesurer la biomasse aérienne et souterraine dans les systèmes avec des arbres ; au lieu de cela, des modèles sont souvent utilisés pour estimer la biomasse des arbres. En outre, les paysages urbains reçoivent souvent des apports de carbone sur un type de paysage provenant d'autres végétaux sur place (comme les feuilles d'arbres tombant sur une pelouse) ou de sources extérieures (comme les ajouts de compost dans le paysage urbain), ce qui rend difficile de dériver la source de carbone dans chaque système. En recueillant des données sur deux pâtés de maisons à Chicago, Jo et McPherson¹² ont conclu que de plus grands réservoirs de carbone étaient stockés dans la végétation ligneuse, comme les arbres et les arbustes, par rapport aux réservoirs intermédiaires de la végétation du gazon et aucun stockage de carbone dans les plantes herbacées, alors que la majorité du carbone était stockée dans le sol (78,7 % et 88,7 % pour les deux blocs).

Le carbone organique du sol dans l'environnement urbain a également été étudié (tableau). Les échantillons de sol prélevés sous le couvert des arbres se sont avérés avoir un COS plus élevé que les échantillons provenant des allées de terrains de golf³⁰, tandis que des valeurs de COS similaires ont été observées entre les sols de gazon et d'arbres dans une étude de paysage urbain³⁴. Il est intéressant de noter que les pelouses arborées présentaient un COS plus élevé à une profondeur de 0-15 cm, mais un COS similaire à des profondeurs de sol de 15-30 cm et 30-50 cm, par rapport aux pelouses non arborées⁶⁷. Ces résultats vont à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle les arbres devraient influencer le COS à des profondeurs de sol plus importantes, car ils ont des systèmes racinaires plus profonds que les gazons. Les auteurs ont également laissé entendre que le gazon serait le principal contributeur au COS à 0-15 cm⁶⁷ ; par conséquent, on peut supposer que le couvert des arbres a pu fournir des conditions plus fraîches et moins stressantes que le plein soleil (environnement de stress thermique possible) pour la croissance du gazon dans le sud des États-Unis, où l'étude a été menée. Une étude menée à Auckland, en Nouvelle-Zélande, a comparé dix forêts urbaines dominées par des arbres à six parcs urbains qui le sont par des graminées ; les auteurs ont conclu que le COS était plus élevé au paysage arboré par les graminées (48 mg/ha) par rapport au paysage dominé par les arbres (27 mg/ha) dans les 10 cm supérieurs²⁹. De même, une étude menée à Baltimore, MD, a montré que la densité de carbone du sol dans les 100 premiers mètres des sols résidentiels était supérieure à celle des sols forestiers de même type²⁰. Une autre option paysagère consiste à cultiver des plantes herbacées sans gazon. Une étude menée en Allemagne a échantillonné les sols de 14 potagers et de 13 pelouses, révélant que les potagers contenaient un stock moyen de COS de 164 mg/ha et que les pelouses contenaient 155 mg/ha dans les 30 premiers cm du sol, comparé à quatre échantillons d'une prairie locale, qui contenaient 111 mg/ha²⁶. Cependant, la possibilité de comparer les données sur le stock de COS entre les parcelles de légumes et les pelouses est compliquée par le fait que les tontes de pelouse et les

débris de jardin sont souvent compostés et ensuite placés sur les parcelles de légumes. Les potagers et les lits de paillage sont des options courantes de couverture des sols urbains ; ces sols reçoivent des ajouts de carbone, comme le compost et le paillage de bois, et aucune différence n'a été signalée dans le COS entre ces couvertures des sols et le gazon^{26,65,68}. De nombreuses études ont comparé les systèmes de gazon en plaques aux écosystèmes adjacents (tableau). De nombreuses études ont fait état de valeurs de COS plus élevées dans les systèmes de gazon en plaques que dans les systèmes de prairies indigènes^{7,26,34,35,64}. De plus, les pelouses ont souvent des valeurs de COS plus élevées que les sols agricoles^{34,35,64,69}, à l'exception d'un rapport montrant des valeurs de COS similaires entre les pelouses et les champs de maïs⁶⁶. Cependant, les conclusions de la recherche dans la littérature ne sont pas cohérentes lorsqu'on compare les écosystèmes forestiers aux écosystèmes de gazon (tableau). Les forêts sont des systèmes plus complexes en ce qui concerne les stocks de carbone, qui dépendent de l'espèce d'arbre (par exemple, feuillus à feuilles caduques contre feuillus à feuilles persistantes) et du climat. Les incendies de forêt sont une autre préoccupation majeure en ce qui concerne la perte de carbone dans les écosystèmes forestiers⁸⁹. En comparant des sites de gazon à des sols nus, Acufia E. et al.⁵⁰ ont rapporté que le COS a augmenté sur une période de 26 mois avec neuf gazons au Chili, alors que le COS dans le sol nu a diminué (probablement le pool de COS labile). Ceci est cohérent avec d'autres études rapportant un COS plus élevé dans les pelouses par rapport au sol nu^{59,64}. Les pelouses ont également des taux de respiration du sol plus élevés que les sols nus^{55,59,64}. La respiration du sol, c'est-à-dire le processus de libération du CO₂ dans l'atmosphère, représente une perte de carbone du système plante-sol. Cependant, Bae et Ryu⁵⁹ ont signalé qu'une respiration élevée du sol était corrélée à des stocks élevés de COS lorsqu'ils comparaient différents systèmes : forêt mixte, forêt de feuillus à larges feuilles, forêt d'aiguilles à feuilles persistantes, pelouse, zone humide et terre nue. Une hypothèse est qu'une respiration élevée du sol est une indication d'une activité microbienne élevée, qui recycle les nutriments de la litière végétale, ajoutant ainsi du carbone au sol. Par conséquent, la respiration du sol ne peut être le seul indicateur du bilan carbone net d'un écosystème. Des taux de respiration du sol plus élevés pour les pelouses par rapport aux terres agricoles et aux prairies ont été régulièrement rapportés dans la littérature^{35,64,66}. Il n'y a pas d'accord général lorsqu'on compare les pelouses aux forêts, probablement en raison des variations spatiales et temporelles (tableau). Il a été démontré que les lits recouverts de copeaux de bois ou d'écorce ont des taux de respiration du sol élevés similaires à ceux des pelouses^{65,64,66} par rapport aux pelouses^{65,68} ; ces systèmes sans plantes n'ont pas d'apport de carbone par photosynthèse.

Suite de l'article dans le prochain Green Magazine.

Traduction par R. Dorbeau de l'article *Carbon Sequestration in Turfgrass-Soil Systems*
Ruying Wang, Clint M. Mattox, Claire L. Phillips and Alec R. Kowalewski - *Plants* 2022

Author Contributions: Conceptualization, R.W. and A.R.K.; writing-original draft preparation, R.W., C.M.M. and C.L.P.; writing-review and editing, R.W., C.M.M., C.L.P. and A.R.K.; funding acquisition, C.L.P. and A.R.K. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.
 Funding: Tiris work was supported by the U.S. Department of Agriculture's (USDA) Agricultural Marketing Service through grant ODA6026GR to A.R.K. and the USDA Agricultural Research Service through project 2090-11000-008 to C.L.P. His review and its contents are solely the responsibility of the authors and do not necessarily represent the official views of the USDA.
 Acknowledgments: Mention of trade names or commercial products in the publication is solely for the purpose of providing specific information and does not imply recommendation or endorsement of the U.S. Department of Agriculture. USDA is an equal-opportunity employer.

Abréviations :

- PRG : potentiel de réchauffement global PRG ou GWP Global Warming Potential**
- PPN : Productivité Primaire Nette ou Net Primary Production NPP (Carbon input)**
- CCC : Coût Caché du Carbone - HCC : Hidden Carbon Costs**
- COS : Carbone Organique du sol ou Soil Organic Carbon SOC**
- ENE : échange net de carbone de l'écosystème ou Net Ecosystem CO₂ Exchange NEE**

Références bibliographiques

1 à 52 : voir Green Magazine n° 85.
 53. Rogers, J.N.; Waddington, D.V. Impact absorption characteristics on turf and soil surfaces. *Agron. J.* 1992, 84, 203-209.
 54. Aldahir, P.C.F.; McElroy, J.S. A review of sports turf research techniques related to playability and safety standards. *Agron. J.* 2014, 106, 1297-1308.
 55. Ng, B.J.L.; Hutyra, L.R.; Nguyen, H.; Cobb, A.R.; Kai, F.M.; Harvey, C.; Gandois, L. Carbon fluxes from an urban tropical grassland. *Environ. Pollut.* 2015, 203, 227-234.
 56. Song, Y.; Burgess, P.; Han, H.; Huang, B. Carbon balance of turfgrass systems in response to seasonal temperature changes under different mowing heights. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 2015, 140, 317-322.
 57. McPhillips, L.E.; Groffman, P.M.; Schneider, R.L.; Walter, M.T. Nutrient cycling in grassed roadside ditches and lawns in a suburban watershed. *J. Environ. Qual.* 2016, 45, 1901-1909.
 58. Hamido, S.A.; Wood, C.W.; Guertal, E.A. Carbon dioxide flux from bermudagrass turf as affected by nitrogen rate. *Agron. J.* 2016, 108, 1000-1006.
 59. Bae, J.; Ryu, Y. Spatial and temporal variations in soil respiration among different land cover types under wet and dry years in an urban park. *Landsc. Urban Plan.* 2017, 167, 378-385.
 60. Decina, S.M.; Hutyra, L.R.; Gately, C.K.; Getson, J.M.; Reinmann, A.B.; Short Gianotti, A.G.; Templer, P.H. Soil respiration contributes substantially to urban carbon fluxes in the greater Boston area. *Environ. Pollut.* 2016, 212, 433-439.
 61. Lerman, S.B.; Contosta, A.R. Lawn mowing frequency and its effects on biogenic and anthropogenic carbon dioxide emissions. *Landsc. Urban Plan.* 2019, 182, 114-123.
 62. Kowalewski, A.; Schmid, C.; Wang, R.; Braithwaite, E. Advances in managing organic matter in turfgrass ecosystems. In *Achieving Sustainable Turfgrass Management*; Fidanza, M., Ed.; Burleigh Dodds Science Publishing: Cambridge, UK, 2022.
 63. Hurto, K.A.; Turgeon, A.J.; Spomer, L.A. Physical characteristics of thatch as a turfgrass growing medium. *Agron. J.* 1980, 72, 165-167.
 64. Upadhyay, S.; Singh, R.; Verma, P.; Raghubanshi, A.S. Spatio-temporal variability in soil CO₂ efflux and regulatory physico chemical parameters from the tropical urban natural and anthropogenic land use classes. *J. Environ. Manag.* 2021, 295, 113141.
 65. Byrne, L.B.; Bruns, M.A.; Kim, K.C. Ecosystem properties of urban land covers at the aboveground-belowground interface.

Ecosystems 2008, 11, 1065-1077.
 66. Bowne, D.R.; Johnson, E.R. Comparison of soil carbon dioxide efflux between residential lawns and corn fields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2013, 77, 856-859.
 67. Huyler, A.; Chappelka, A.H.; Fan, Z.; Prior, S.A. A comparison of soil carbon dynamics in residential yards with and without trees. *Urban Ecosyst.* 2017, 20, 87-96.
 68. Livesley, S.J.; Dougherty, B.J.; Smith, A.J.; Navaud, D.; Wylie, L.J.; Arndt, S.K. Soil-atmosphere exchange of carbon dioxide, methane and nitrous oxide in urban garden systems: Impact of irrigation, fertiliser and mulch. *Urban Ecosyst.* 2010, 13, 273-293.
 69. Singh, S.; Yan, S.; Sorochan, J.; Stier, J.; Mayes, M.A.; Zhuang, J.; Jagadamma, S. Soil carbon accumulation and nutrient availability in managed and unmanaged ecosystems of east Tennessee. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2019, 83, 458-465.
 70. Groffman, P.M.; Pouyat, R.V. Methane uptake in urban forests and lawns. *Environ. Sci. Technol.* 2009, 43, 5229-5235.
 71. Kaye, J.P.; Burke, I.C.; Mosier, A.R.; Pablo Guerschman, J. Methane and nitrous oxide fluxes from urban soils to the atmosphere. *Ecol. Appl.* 2004, 14, 975-981.
 72. Zhang, Y.; Qian, Y.; Bremer, D.J.; Kaye, J.P. Simulation of nitrous oxide emissions and estimation of global warming potential in turfgrass systems using the DAYCENT model. *J. Environ. Qual.* 2013, 42, 1100-1108.
 73. Henry, J.M.; Gibeault, V.A.; Lazaneo, V.F. *Practical Lawn Fertilization; Agriculture and Natural Resources Publication 8065; University of California: Berkeley, CA, USA, 2002.*
 74. US Environmental Protection Agency. *Golf Course Adjustments Factors for Modifying Estimated Drinking Water Concentrations and Estimated Environmental Concentrations Generated by Tier I (FIRST) and Tier II (PRZM/EXAMS) Models; US Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA, 2005.*
 75. Braun, R.C.; Bremer, D.J. Carbon sequestration in zoysiagrass turf under different irrigation and fertilization management regimes. *Agrosyst. Geosci. Environ.* 2019, 2, 180060.
 76. Bartlett, M.D.; James, I.T. Corrigendum to "A model of greenhouse gas emissions from the management of turf on two golf courses" [*Sci Total Environ* 409 (2011) 1357-1367]. *Sci. Total Environ.* 2011, 409, 5136.
 77. Dobbs, E.K.; Potter, D.A. Naturalized habitat on golf courses: Source or sink for natural enemies and conservation biological control? *Urban Ecosyst.* 2016, 19, 899-914.
 78. Gelemter, W.D.; Stowell, L.J.; Johnson, M.E.; Brown, C.D. Documenting trends in land-use characteristics and environmental stewardship programs on US golf courses. *Crop Forage Turfgrass Manag.* 2017, 3, 1-12.
 79. Poeplau, C.; Marstorp, H.; Thored, K.; Katterer, T. Effect of grassland cutting frequency on soil carbon storage-A case study on public lawns in three Swedish cities. *Soil* 2016, 2, 175-184.
 80. Bartlett, M.D.; James, I.T. Are golf courses a source or sink of atmospheric carbon dioxide? A modelling approach. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part P f. Sports Eng. Technol.* 2011, 225, 75-83.
 81. Bekken, M.A.H.; Soldat, D.J. Estimated energy use and greenhouse gas emissions associated with golf course turfgrass maintenance in the Northern USA. *Int. Turfgrass Soc. Res. f.* 2022, 14, 58-75.
 82. Tidaker, P.; Weststrom, T.; Katterer, T. Energy use and greenhouse gas emissions from turf management of two Swedish golf courses. *Urban For. Urban Green.* 2017, 21, 80-87.
 83. Turgeon, A.J.; Kaminski, J.E. *Turfgrass Management; Turfpath: State College, PA, USA, 2019.*
 84. Lal, R.; Augustin, B. (Eds.) *Carbon Sequestration in Urban Ecosystems; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2012.*
 85. Beard, J.B.; Green, R.L. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. *J. Environ. Qual.* 1994, 23, 452-460.
 86. Selhorst, A.; Lal, R. Effects of climate and soil properties on U.S. home lawn soil organic carbon concentration and pool. *Environ. Manag.* 2012, 50, 1177-1192.
 87. Gordon, A.M.; Surgeoner, G.A.; Hall, J.C.; Ford-Robertson, J.B.; Vyn, T.J. Comments on "the role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans," by J.B. Beard and R.L. Green. *J. Environ. Qual.* 1996, 25, 206-208.
 88. Pahari, R.; Leclerc, M.Y.; Zhang, G.; Nahrawi, H.; Raymer, P. Carbon dynamics of a warm season turfgrass using the eddy covariance technique. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 251, 11-25.
 89. Dass, P.; Houlton, B.Z.; Wang, Y.; Warland, D. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environ. Res. Lett.* 2018, 13, 074027.



Une sélection de POINTES et de LOUCHETS au meilleur prix et toujours en stock



mais aussi, le plus grand choix du marché !

Découvrez ici
notre sélection et notre liste
de POINTES et LOUCHETS !



☎ 09 73 053 053

✉ contact@mecagreen.fr

🌐 www.mecagreen.fr