

## OFFRE DE THESE

### Les espaces verts urbains : puits ou source de gaz à effet de serre ?

#### Contexte et enjeux scientifiques

On estime que les espaces urbains couvrent 3% des surfaces terrestres et pourraient contenir 10% des stocks de carbone organique du sol (COS) (Churkina et al., 2010). L'expansion des villes et la croissance humaine rendent ces sols importants en termes de source ou de puits de gaz à effet de serre (GES) au niveau mondial et suscitent les préoccupations de la communauté scientifique mais sont encore à un stade précoce en Europe. La majorité des études régionales sur les stocks de COS excluent les zones urbaines, en France et en Europe. Cette exclusion s'explique par l'ensemble de caractéristiques uniques et de processus spécifiques des sols urbains (par exemple, l'imperméabilisation des sols, le zonage fonctionnel, l'historique des peuplements) qui influent sur les stocks de COS et sur sa variabilité spatiale (Vasenev et al., 2013), ce qui rend difficile la définition des typologies de sols ainsi que leur importance relative dans les zones urbaines.

L'urbanisation peut contribuer de manière substantielle aux émissions de GES, en diminuant l'efficacité d'utilisation de l'eau du sol par les plantes et en augmentant la densité apparente et la disponibilité de l'azote (van Delden et al., 2018). Ces impacts sont particulièrement observés dans les sols de gazon, où la restitution fréquente de la tonte, les pratiques de l'irrigation et de la fertilisation, et le compactage du sol constituent un cocktail de facteurs favorisant les processus anaérobies et donc la production de  $N_2O$  et de  $CH_4$  (Livesley et al., 2010; Natangtyas et al., 2017). Néanmoins, l'introduction d'espèces ligneuses contribue à réduire ces émissions en raison de la meilleure capture des nitrates et de la contribution des racines à la décompaction des sols (Pierre et al., 2016) et à la minéralisation (travaux de Scharenbroch et al., 2013 sur *Acer saccharum* et *Gleditsia triacanthos*). Nidzgorski et Hobbie (2016) ont également étudié une douzaine d'espèces d'arbres dans des parcs enherbés pour déterminer la lixiviation de l'azote. Ils ont également évalué l'influence des racines de l'arbre (distances à l'arbre) sur les flux d'azote. De la même manière, la biodégradabilité de divers amendements organiques (composts, écorce, biochar) dans des sols urbains de textures contrastées a été étudiée (Scharenbroch et al., 2013). L'utilisation de paillis verts pour réduire l'irrigation, réduit les émissions de  $N_2O$  et favorise l'assimilation du  $CH_4$  atmosphérique (Livesley et al., 2014). Enfin, la réhabilitation de friches peut entraîner initialement une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, du fait du travail du sol et de l'apport de composts. Néanmoins, ces émissions de gaz sont momentanées et compensées à long terme (Chen et al., 2014).

Il ressort de ces études, effectuées principalement en Australie et aux États-Unis, que les émissions gazeuses et la lixiviation à l'azote sont généralement l'objet d'études distinctes et ne couplent pas les cycles du carbone et de l'azote dans le continuum sol-plante-atmosphère. Comprendre l'impact de la gestion des sols urbains sur l'environnement nécessite une approche globale reposant sur des outils de caractérisation et de modélisation appropriés. En effet, les facteurs abiotiques jouent un rôle plus important que les facteurs biotiques dans les émissions de gaz à effets de serres (GES) tels que le  $N_2O$  du sol (Fan et al., 2019).

Cette thèse permettra de mieux prendre en compte le rôle de la plante dans le bilan organique et minéral de plusieurs types d'espaces verts, et d'améliorer les pratiques culturales afin de réduire les impacts négatifs sur l'environnement, notamment en ce qui concerne les émissions de GES produit par le sol.

#### Objectifs scientifiques

L'objectif principal de la thèse est d'évaluer l'impact environnemental des espaces verts urbains sur les émissions de gaz à effet de serre ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ) et les pertes de nitrates ( $NO_3^-$ ) par lixiviation. Pour ce faire, il faut examiner avec précision la décomposition de la matière organique et la cinétique de minéralisation. L'hypothèse formulée est que ce processus majeur est principalement conduit par les facteurs suivants :

- Type d'espace vert (ou typologie) lié à l'historique de la gestion des sols et donc le contenu et la biochimie de la matière organique du sol,
- Type de végétation et donc qualité de la litière et quantité retournant au sol. La dégradation de la litière est étroitement liée à sa qualité (récalcitrance) ainsi qu'à la faune et aux micro-organismes du sol. Ce processus peut être fortement impacté dans les sites à forte fréquentation humaine (jogging, piétons, jeux familiaux...),
- Les apports de matières organiques exogènes tels que composts, paillis organiques... ou engrais minéraux qui peuvent influencer directement sur le taux de renouvellement de la matière organique en affectant les communautés du sol et les ratios stœchiométriques (C,N,P,S...),
- La nature physico-chimique du sol et les traits fonctionnels microbiens affecteront la manière dont la dynamique de la matière organique sera stabilisée ou perdue par la minéralisation.

Cette thèse prendra en compte des espaces verts contrastés pour saisir les spécificités des zones urbaines. Pour ce faire, les objectifs scientifiques sont de :

- Quantifier le retour de C et N au sol en feuilles, racines et exsudats de racines et le taux d'incorporation de litière au sol,
- Caractériser les taux de décomposition de la litière et de la matière organique exogène,
- Caractériser l'activité biologique du sol impliquée dans la décomposition de la litière (contribution de la macrofaune à la dégradation de la litière) et les microorganismes (réponses enzymatiques et cataboliques),
- Définir les gammes de valeur de décomposition de la litière, les émissions de GES (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et les taux de minéralisation d'azote à utiliser pour la modélisation des sols urbains.

#### **Déroulement de la thèse et organisation :**

Le/la candidat(e) effectuera sa thèse à AGROCAMPUS OUEST, Campus d'Angers, Grande Ecole d'ingénieurs du Ministère de l'Agriculture. Le/la candidat(e) effectuera sa thèse au sein de l'Unité de recherche EPHor (Environnement Physique de la Plante Horticole) développant des thématiques sur les transferts (eau, nutriments, énergie) dans l'environnement du végétal spécialisé (horticole et urbain). L'unité démarre un programme de recherche sur les cycles couplés du carbone et de l'azote dans les sols urbains végétalisés.

Cette thèse sera co-encadrée par l'UMR Institut de Recherche en Horticulture et Semences (IRHS, INRA/ACO/Univ Angers), équipe Arch-E, qui s'intéresse à la compréhension de l'effet de l'environnement (rayonnement, restriction hydrique, nutrition azotée...) sur des variables physiologiques liées à la ramification de la plante.

Les travaux expérimentaux de la thèse seront réalisés dans les espaces verts de la Ville d'Angers, dont le patrimoine vert représente 4700 ha de la surface communale. Plusieurs sites expérimentaux seront étudiés au sein de parcs, et selon des transects de végétalisation et de gestion contrastées (gazon – massifs arbustifs – arbres, fertilisation - irrigation,...). Ces sites seront instrumentés afin de caractériser (1) la biodégradation des matières organiques mises en jeu dans les espaces verts, (2) les gaz à effet de serre produits (grâce à un spectromètre infra-rouge de terrain), et (3) les flux de nitrate dans le sol (grâce à des cannes lysimétriques).

#### **Encadrement :**

Patrice Cannavo (directeur de thèse), EPHor, patrice.cannavo@agrocampus-ouest.fr

Vincent Guérin (co-encadrant), IRHS, vincent.guerin@inra.fr

René Guénon (co-encadrant), EPHor, rene.guenon@agrocampus-ouest.fr

#### **Modalités de réalisation de la thèse et profil de candidature :**

Le/la candidat(e) recherché(e) doit avoir un profil ingénieur(e) ou Master 2 en science du sol, écologie et/ou agronomie.

Le/la candidat(e) doit avoir du goût pour la recherche, être capable de travailler en équipe, sur le terrain et en laboratoire. Il ou elle doit également faire preuve de maîtrise de l'anglais.

Un dossier de candidature est demandé. Il se compose d'un CV, d'une lettre de motivation, d'un relevé de notes de M1 et de M2. Il doit être envoyé à l'adresse mail suivante : patrice.cannavo@agrocampus-ouest.fr

**La date limite de candidature est fixée au 18 mars à minuit, les entretiens auront lieu le 22 mars après-midi**

Date de début de thèse envisagé : Octobre 2019