

Sujet de doctorat : Dynamiques spatiales et temporelles des flux de méthane émis par les arbres des écosystèmes forestiers.

Encadrement : C. Plain (Université de Lorraine, UMR Silva), D. Epron (Université de Kyoto)

Mots clefs : forêts tempérées, production, consommation, CH₄

Date limite de candidature : 30 avril 2024

Début de la thèse : 01 octobre 2024

Le méthane (CH₄) est responsable d'environ 20 % du réchauffement climatique (GIEC 2021) dont les sols forestiers constituent le principal puits d'origine biologique de ce gaz. Les arbres sont par contre des sources de méthane dans l'atmosphère (Covey et al., 2016, 2012) et pourraient réduire de 1 à 6 % le puits de méthane annuel des sols, et même atteindre 63% dans les cas les plus extrêmes (Pitz and Megonigal, 2017 ; Wang et al., 2016).

La difficulté d'estimer le flux de méthane par les arbres est liée à plusieurs facteurs. Tout d'abord, le méthane émis peut avoir plusieurs origines (sol, bois de cœur, écorce, feuillage,...) dont l'intensité de la production varie suivant les conditions pédoclimatiques (température, intensité des rayonnements UV,...). Le méthane n'est pas émis là où il est produit, son transport radial et/ou vertical dépendra de nombreux facteurs tels que l'anatomie du bois, le type de transport (diffusion, transport via le flux d'eau transpiré) ... En outre, une partie du méthane produit pourra être consommé avant d'être émis et le flux émis dépendra alors de l'abondance en méthanotrophes et de la facilité de l'oxygène à diffuser dans l'arbre.

Ces diversités d'origine de la production, de transport et de consommation expliquent la variabilité d'émission interspécifique, intraspécifique et même les fortes disparités spatiales des émissions de méthane au sein du même arbre (Barba et al., 2019; Epron et al., 2022; Maier et al., 2018). Les flux de méthane présentent également une forte variabilité temporelle que ce soit à l'échelle saisonnière journalière ou infrajournalière (Plain et al, 2019 ; Barba et al, 2019), leurs dynamiques étant liées à des paramètres pédoclimatiques.

L'influence des arbres a été reconnue comme une source d'incertitude du bilan global du méthane (Saunois et al. 2020), il est donc nécessaire de mieux comprendre les déterminants gouvernant **le flux de méthane émis par les arbres afin de parvenir à le modéliser.**

L'objectif de la thèse visera à améliorer la prise en compte de l'influence des arbres dans le bilan de méthane d'un écosystème forestier, en répondant aux questions suivantes :

- **Question 1. Quelles sont les dynamiques d'émission de méthane à différents pas de temps (infrajournalier, journalier et saisonnier) et quels en sont les facteurs explicatifs ?**

- **Question 2. Quels facteurs influencent principalement la variabilité de production et d'émission de méthane entre espèces, entre individus d'une même espèce et au sein d'un même arbre ?**
- **Question 3. Quelle est l'influence de la partie aérienne des arbres dans le bilan de méthane de l'écosystème forestier?**

Profil recherché :

Le(la) candidat(e) devra être titulaire d'un master en écologie forestière.

Il devra avoir des compétences en écologie forestière ou en étude des flux de GES.

Il ou elle devra

- être motivé et très organisé,
- faire preuve d'une forte autonomie et être moteur dans ce projet de thèse, avoir un bon relationnel,
- aimer travailler sur le terrain mais également au laboratoire (campagnes régulières sur le terrain en forêt),
- être à l'aise avec l'utilisation du logiciel R,
- être détenteur du permis B,
- avoir une bonne qualité rédactionnelle (français et anglais).

Dossier de candidature :

- CV du candidat et lettre de motivation,
- les notes obtenues au diplôme conférant le grade de master et copie du diplôme s'il est disponible,
- 2 lettres de recommandations émanant du Responsable de la filière de formation et du tuteur de stage de fin d'études,
- des éléments tangibles sur l'initiation à la recherche (mémoire de recherche, publication, ...).

Le dossier de candidature peut être envoyé à caroline.plain@univ-lorraine.fr et daniel.epron.3a@kyoto-u.ac.jp

Pour candidater en ligne :

<https://doctorat.univ-lorraine.fr/fr/les-ecoles-doctorales/sirena/offres-de-these/cd-dynamiques-spatiales-et-temporelles-des-flux-de>

Références :

- Barba, J., Bradford, M.A., Brewer, P.E., Bruhn, D., Covey, K., van Haren, J., Megonigal, J.P., Mikkelsen, T.N., Pangala, S.R., Pihlatie, M., Poulter, B., Rivas-Ubach, A., Schadt, C.W., Terazawa, K., Warner, D.L., Zhang, Z., Vargas, R., 2019. Methane emissions from tree stems: a new frontier in the global carbon cycle. *New Phytol.* 222, 18–28. <https://doi.org/10.1111/nph.15582>
- Covey, K.R., de Mesquita, C.P.B., Oberle, B., Maynard, D.S., Bettigole, C., Crowther, T.W., Duguid, M.C., Steven, B., Zanne, A.E., Lapin, M., Ashton, M.S., Oliver, C.D., Lee, X., Bradford, M.A., 2016. Greenhouse trace gases in deadwood. *Biogeochemistry* 130, 215–226. <https://doi.org/10.1007/s10533-016-0253-1>

- Covey, K.R., Wood, S.A., Warren, R.J., Lee, X., Bradford, M.A., 2012. Elevated methane concentrations in trees of an upland forest. *Geophys. Res. Lett.* 39, L15705. <https://doi.org/10.1029/2012GL052361>
- Epron, D., Mochidome, T., Tanabe, T., Dannoura, M., Sakabe, A., 2022. Variability in Stem Methane Emissions and Wood Methane Production of Tree Different Species in a Cold Temperate Mountain Forest. *Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s10021-022-00795-0>
- Jeffrey, L.C., Maher, D.T., Chiri, E., Leung, P.M., Nauer, P.A., Arndt, S.K., Tait, D.R., Greening, C., Johnston, S.G., 2021. Bark-dwelling methanotrophic bacteria decrease methane emissions from trees. *Nat. Commun.* 12, 2127. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22333-7>
- Maier, M., Machacova, K., Lang, F., Svobodova, K., Urban, O., 2018. Combining soil and tree-stem flux measurements and soil gas profiles to understand CH₄ pathways in *Fagus sylvatica* forests. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 181, 31–35. <https://doi.org/10.1002/jpln.201600405>
- Pitz, S.L., Megonigal, J.P., 2017. Temperate forest methane sink diminished by tree emissions. *New Phytol.* 214, 1432–1439. <https://doi.org/10.1111/nph.14559>
- Plain, C., Epron, D., 2021. Pulse labelling of deep soil layers in forest with ¹³CH₄: testing a new method for tracing methane in the upper horizons, understorey vegetation and tree stems using laserbased spectrometry. *Biogeochemistry*.
- Plain, C., Ndiaye, F.-K., Bonnaud, P., Ranger, J., Epron, D., 2019. Impact of vegetation on the methane budget of a temperate forest. *New Phytol.* 221, 1447–1456. <https://doi.org/10.1111/nph.15452>
- Saunio, M., Stavert, A.R., Poulter, B., Bousquet, P., Canadell, J.G., Jackson, R.B., Raymond, P.A., Dlugokencky, E.J., Houweling, S., Patra, P.K., Ciais, P., Arora, V.K., Bastviken, D., Bergamaschi, P., Blake, D.R., Brailsford, G., Bruhwiler, L., Carlson, K.M., Carrol, M., Castaldi, S., Chandra, N., Crevoisier, C., Crill, P.M., Covey, K., Curry, C.L., Etiope, G., Frankenberg, C., Gedney, N., Hegglin, M.I., Höglund-Isaksson, L., Hugelius, G., Ishizawa, M., Ito, A., Janssens-Maenhout, G., Jensen, K.M., Joos, F., Kleinen, T., Krummel, P.B., Langenfelds, R.L., Laruelle, G.G., Liu, L., Machida, T., Maksyutov, S., McDonald, K.C., McNorton, J., Miller, P.A., Melton, J.R., Morino, I., Müller, J., Murguía-Flores, F., Naik, V., Niwa, Y., Noce, S., O'Doherty, S., Parker, R.J., Peng, C., Peng, S., Peters, G.P., Prigent, C., Prinn, R., Ramonet, M., Regnier, P., Riley, W.J., Rosentreter, J.A., Segers, A., Simpson, I.J., Shi, H., Smith, S.J., Steele, L.P., Thornton, B.F., Tian, H., Tohjima, Y., Tubiello, F.N., Tsuruta, A., Viovy, N., Voulgarakis, A., Weber, T.S., van Weele, M., van der Werf, G.R., Weiss, R.F., Worthy, D., Wunch, D., Yin, Y., Yoshida, Y., Zhang, W., Zhang, Z., Zhao, Y., Zheng, B., Zhu, Q., Zhu, Q., Zhuang, Q., 2020. The Global Methane Budget 2000–2017. *Earth Syst. Sci. Data* 12, 1561–1623. <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>
- Wang, Z.-P., Gu, Q., Deng, F.-D., Huang, J.-H., Megonigal, J.P., Yu, Q., Lü, X.-T., Li, L.-H., Chang, S., Zhang, Y.-H., Feng, J.-C., Han, X.-G., 2016. Methane emissions from the trunks of living trees on upland soils. *New Phytol.* 211, 429–439. <https://doi.org/10.1111/nph.13909>