

PaSim dans FarmSim ou de la modélisation des GES de la parcelle à l'exploitation From a greenhouse gas model on the plot scale to the farm study: PaSim into FarmSim

LARDY R. (1), MARTIN R. (1), DROUET J.L. (2), FIORELLI J.L. (3), BLANFORT V. (4), CAPITAINE M. (5), DURETZ S. (2), GABRIELLE B. (2), CELLIER P. (2), SOUSSANA J.F. (1)
 (1) INRA, UR 0874 UREP Unité de Recherche sur l'Ecosystème Prairial, F-63100 Clermont-Ferrand, France
 (2) INRA-AgroParisTech, UMR 1091 EGC Environnement et Grandes Cultures, F-78850 Thiverval-Grignon, France
 (3) INRA, UR 0055 ASTER Agro-Systèmes Territoires Ressources, F-88500 Mirecourt, France
 (4) CIRAD, Systèmes d'Elevage, F-97387 Kourou, France
 (5) ENITA, AFOS Agronomie et Fertilité Organique des Sols, F-63370 Lempdes, France

INTRODUCTION

Une demande sociétale majeure concerne notre capacité à réaliser des bilans de gaz à effet de serre (GES) dans l'optique d'estimer la contribution au changement climatique des systèmes mais aussi d'anticiper leurs adaptations à ces derniers. C'est en partie pour répondre à cette demande que le modèle PASIM (Riedo *et al.*, 1998) a été initialement développé. PASIM est un modèle biogéochimique qui simule le fonctionnement d'une parcelle de prairie en considérant les flux des principaux de GES (CO₂, N₂O, CH₄).

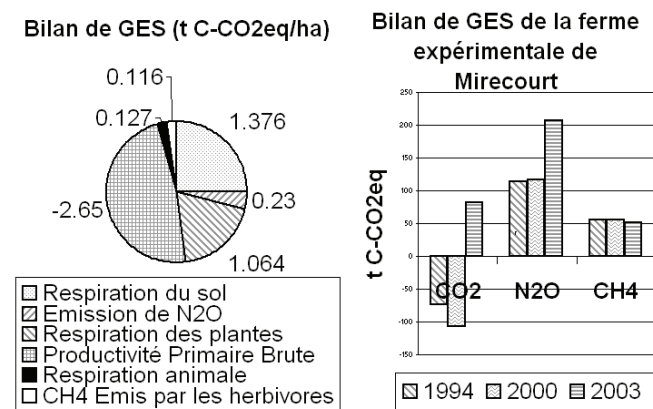
UN MODELE DE PARCELLE

PaSim est un modèle mécaniste biogéochimique de simulation d'un écosystème prairial géré. Il permet de faire le bilan à l'échelle de la parcelle des flux de carbone, d'azote, d'eau et d'énergie à l'interface entre le sol, la végétation, les animaux et l'atmosphère (Figure 1.a). Ce modèle est composé de plusieurs sous-modèles représentant les processus de la végétation, du microclimat, de la biologie et de la physique du sol. Il a été adapté par Riedo *et al* (1998) du modèle Hurley Pasture Model (HPM) de Thornley *et al* (1989) et a par la suite été amélioré par Schmid *et al* (2001) afin de simuler la production et les émissions de N₂O. Vuichard *et al* (2007) ont également modifié les effets du stress hydrique et de la sénescence sur la dynamique de la végétation et intégré les effets de la qualité de la ration sur les émissions animales de méthane. Depuis, l'UREP a amélioré le paramétrage du stress hydrique, développé une nouvelle méthode analytique d'équilibre de la matière organique du sol et modifié le calcul des processus lié au N₂O.

UN MODELE D'EXPLOITATION PAR AGREGATION

Cependant, ce modèle n'intègre pas les mécanismes de régulation entre parcelles, ni les modes de productions autres que prairiaux, i.e. grandes cultures. C'est pour cela que le modèle d'agrégation FARMSIM a été conçu. Il intègre PASIM, qui simule le fonctionnement des prairies, et CERES-EGC (Gabrielle *et al.*, 2006) pour les grandes cultures. Un

Figure 1, Bilan de GES, a) à l'échelle de la parcelle (PaSim), b) à l'échelle de l'exploitation (FARMSIM)



troisième module s'ajoute (Salètes *et al.*, 2004) qui intègre le fonctionnement de l'exploitation d'élevage et les fonctionnalités concernant la phase "hors sol" du système élevage (alimentation des animaux, production de méthane et gestion des effluents d'élevage). Les intrants du système sont gérés en accord avec la méthode GES'TIM (Guide méthodologique, CASDAR n°6147). FARMSIM est un modèle agrégatif (Figure 2), évolutif, couplé à une interface codée en Java, permettant de prendre en compte la variabilité climatique. Les résultats, synthétisés sur une base annuelle, sont disponibles pour chacun des éléments constitutifs du système (parcelles, troupeau, bâtiment, ...). La figure 1.b illustre un exemple d'impact de la variabilité climatique interannuelle sur les données issues d'une ferme expérimentale de l'INRA (Mirecourt).

CONCLUSION

Cet outil permet de raisonner des bilans, en regard de scénarios prédéterminées, en mettant en évidence les éléments les plus contributeurs au bilan des GES. Ce modèle, actuellement utilisé dans les projets ANR-EPAD et FP6-NitroEurope, nous permet d'appréhender les problématiques liées au changement d'échelle, éléments nécessaires pour accroître notre force de prédiction des bilans GES à une échelle globale.

Gabrielle B., Laville P., Duval O., Nicoullaud B., Germon J. C., Henault C., 2006. Global Biogeochem. Cycles 20 GB4018.
 Riedo M., Grub A., Rosset M., Fuhrer J., 1998. Ecological Modelling, 105, 141-183.
 Salètes S., Fiorelli J.L., Vuichard N., Cambou J., Olesen J.E., Hacala S., Sutton M., Fuhrer J., Soussana J.F., 2004. Weiske A. (Eds) GhG Emissions from Agriculture. Mitigation Options and Strategies, Leipzig, pp.203-208.
 Schmid, M., Neftel A., Riedo M., Fuhrer J., 2001b. Nutr. Cycling Agroecosyst, 60, 177-187.
 Thornley J.H.M., Verberne E.L.J., 1989. Plant, Cell Environ. 12, 863-886.
 Vuichard N., Soussana J.F., Ciais P., Viovy N., Ammann C., Calanca P., Clifton-Brown J., Fuhrer J., Jones M., Martin C., 2007a. Global Biogeochemical Cycles, 21, GB1004, doi:10.1029/2005GB002611.

Figure 2, Structure du modèle FARMSIM

