

Proposition de Stage M2 ou de fin d'Etude pour 2014

Nom du laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera le stage :

Météo-France, GMGEC, CNRM-GAME, UMR 3589

Titre du sujet proposé :

Modélisation numérique des feux de forêts dans un contexte de changement climatique

Nom et statut du (des) responsable(s) de Stage (**préciser si HDR**) :

Matthieu Chevallier (Chercheur)
Roland Séférian (Chercheur)
David Salas y Mélia (Chercheur)

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

Roland Séférian : roland.seferian@meteo.fr; roland.seferian@lsce.ipsl.fr
Christine Delire : Christine.delire@meteo.fr
Patricia Cadule : patricia.cadule@lsce.ipsl.fr

Résumé du sujet (le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso)

Sujet du stage :

Les feux de forêt représentent un risque naturel majeur pour de nombreuses régions du monde. Ils occasionnent des dégâts environnementaux et économiques (destruction de biens d'habitation, surfaces agricoles etc...). Par exemple, le coût des dégâts causés par les incendies de Juillet 2010 en Russie, ayant consumé 800 000 hectares de forêts boréales, est estimé à environ 890 millions d'euros.

Les feux de forêts représentent également une source de perturbations climatiques de premier ordre. D'une part, les feux de forêts modifient le couvert végétal par le biais des déforestations et des désertifications [Flannigan *et al.*, 2006; Schultz *et al.*, 2008]. Les conséquences de telles altérations mettant le sol à nu conduit à des modifications substantielles des flux de chaleur sensible et latente ainsi qu'à des changements d'albédo de surface [Lehsten *et al.*, 2009]. D'autre part, la biomasse consommée par les feux libère une quantité importante de gaz à effet de serre et d'aérosols vers l'atmosphère [Schultz *et al.*, 2008; Arneeth *et al.*, 2009; Janhäll *et al.*, 2010]. Selon des estimations récentes, les émissions de dioxyde de carbone imputables aux feux de forêts représenteraient 20% des émissions totales [Bowman *et al.*, 2009].

Le déclenchement des feux de forêts est essentiellement piloté par des paramètres climatiques tels que la température de surface et l'humidité des sols [Thonicke *et al.*, 2001; Schultz *et al.*, 2008; Thonicke *et al.*, 2010]. L'occurrence de vagues de chaleur ou de canicules favorise également le départ de feux naturels (e.g., incendies de Russie de Juillet 2010 ou d'Australie en janvier 2013).

Il est attendu que la fréquence de départs de feux ainsi que leur couverture augmentent dans un contexte de changement climatique [Flannigan *et al.*, 2006]. Cependant, ces projections sont entachées de nombreuses incertitudes qui reflètent d'une part les erreurs liées à la modélisation des

paramètres climatiques dans le futur [Rupp et al., 2007] et d'autre part les processus représentés au sein des différents modèles de feux de forêts [Schultz et al., 2008; Thonicke et al., 2010].

Les objectifs de ce stage visent à mieux contraindre l'impact des feux de forêts à l'échelle globale puis régionale dans un contexte de changement climatique (période couvrant le XX^{ème} siècle à la fin du XXI^{ème} siècle). Pour cela, nous proposons d'utiliser le modèle de feux de forêt de grande échelle SPITFIRE [Thonicke et al., 2010] développé au Max Planck Institute (Allemagne) et utilisé dans de nombreux modèles climatiques tel que celui de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL). Ce modèle sera uniquement utilisé en mode forcé à partir des sorties des modèles français de système climatique (CNRM-CM et IPSL-CM) pour les deux scénarios de changement climatique RCP45 et RCP85 [Taylor et al., 2011] afin d'explorer la sensibilité des projections de feux de forêts et de leurs impacts au modèle considéré sur le XXI^{ème} siècle. Techniquement, ces objectifs se déclinent en l'implémentation du nouveau modèle de feux de forêt SPITFIRE [Thonicke et al., 2010] dans SURFEX (Gibelin 2006, 2008), de traiter les sorties de modèles du CNRM et de l'IPSL pour des simulations transitoires couvrant la période 1850-2100, et de réaliser des simulations en mode forcé sur cette période. Une analyse de ces simulations (à l'échelle globale puis régionale) couplée à l'analyse des champs utilisés pour le forçage de SPITFIRE permettra d'estimer la sensibilité des projections de feux de forêts et de leurs impacts au modèle considéré.

Références bibliographiques :

Arneth, A. et al. (2009), From biota to chemistry and climate: towards a comprehensive description of trace gas exchange between the biosphere and atmosphere, *Biogeosciences Discuss.*, 6(4), 7717–7788, doi:10.5194/bgd-6-7717-2009.

Bowman, D. M. J. S. et al. (2009), Fire in the Earth System, *Science*, 324(5926), 481–484, doi:10.1126/science.1163886.

Flannigan, M. D., B. D. Amiro, K. A. Logan, B. J. Stocks, and B. M. Wotton (2006), Forest Fires and Climate Change in the 21ST Century, *Mitig Adapt Strat Glob Change*, 11(4), 847–859, doi:10.1007/s11027-005-9020-7.

Gibelin, A.-L., J.-C. Calvet, and N. Viovy (2008), Modelling energy and CO₂ fluxes with an interactive vegetation land surface model-Evaluation at high and middle latitudes, *Agricultural and Forest Meteorology*, 148(10), 1611–1628, doi:10.1016/j.agrformet.2008.05.013.

Gibelin, A.-L., J.-C. Calvet, J.-L. Roujean, L. Jarlan, and S. O. Los (2006), Ability of the land surface model ISBA-A-gs to simulate leaf area index at the global scale: Comparison with satellites products, *J. Geophys. Res.*, 111(D18), D18102–, doi:10.1029/2005JD006691.

Janhäll, S., M. O. Andreae, and U. Pöschl (2010), Biomass burning aerosol emissions from vegetation fires: particle number and mass emission factors and size distributions, *Atmos. Chem. Phys.*, 10(3), 1427–1439, doi:10.5194/acp-10-1427-2010.

Lehsten, V., K. Tansey, H. Balzter, K. Thonicke, A. Spessa, U. Weber, B. Smith, and A. Arneth (2009), Estimating carbon emissions from African wildfires, *Biogeosciences*, 6(3), 349–360, doi:10.5194/bg-6-349-2009.

Rupp, T. S., X. Chen, M. Olson, and A. D. McGuire (2007), Sensitivity of Simulated Boreal Fire Dynamics to Uncertainties in Climate Drivers, *Earth Interact.*, 11(3), 1–21, doi: 10.1175/EI189.1.

Schultz, M. G., A. Heil, J. J. Hoelzemann, A. Spessa, K. Thonicke, J. G. Goldammer, A. C. Held, J. M. C. Pereira, and M. van het Bolscher (2008), Global wildland fire emissions from 1960 to 2000, *Global Biogeochem. Cycles*, 22(2), n/a–n/a, doi:10.1029/2007GB003031.

Taylor, K. E., R. J. Stouffer, and G. A. Meehl (2011), An Overview of CMIP5 and the Experiment Design, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, doi:10.1175/BAMS-D-11-00094.1.

Thonicke, K., A. Spessa, I. C. Prentice, S. P. Harrison, L. Dong, and C. Carmona-Moreno (2010), The influence of vegetation, fire spread and fire behaviour on biomass burning and trace gas emissions: results from a process-based model, *Biogeosciences*, 7(6), 1991–2011, doi:10.5194/bg-7-1991-2010.

Thonicke, K., S. Venevsky, S. Sitch, and W. Cramer (2001), The role of fire disturbance for global vegetation dynamics: coupling fire into a Dynamic Global Vegetation Model, *Global Ecology and Biogeography*, 10(6), 661–677, doi:10.1046/j.1466-822X.2001.00175.x.