

## Caractérisation de l'érosion sous teck à l'aide de mesures de $^{137}\text{Cs}$ et de concentrations en carbone organique dans les sols. Application à un petit bassin versant au Laos

Florian Bourgeois (1,2), Olivier Evrard (2), Sylvain Huon (1),  
Christian Valentin (1), Sophie Ayrault (2)

(1) Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (iEES Paris), Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu. 75252 Paris cedex 05

(2) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), Bâtiment 12, Domaine du CNRS, Avenue de la Terrasse. 91198 Gif/Yvette.

L'érosion, hydrique et éolienne, des sols est responsable de 15% des pertes en terres à la surface de la Terre (Lal, 2001). Outre l'appauvrissement des sols, l'érosion accroît la charge en suspension des rivières, entraîne la dégradation de la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques et engendre de graves problèmes d'envasement notamment au niveau des retenues d'eau (Downing et al., 2008). Les matières érodées en suspension dans les rivières sont en outre les vecteurs de polluants comme métaux, HAP ou bactéries pathogènes, voire même de radioactivité comme l'illustrent les études menées autour de la centrale de Fukushima au Japon (Evrard et al., 2013). En milieu tropical et en particulier dans les régions du SE asiatique, les changements rapides d'occupation des sols couplés à une forte érosivité des pluies saisonnières accroissent les phénomènes d'érosion des sols sur les bassins versants depuis leur mise en culture (Valentin et al., 2008). C'est le cas pour le bassin versant de Houay Pano au Laos sur lequel notre étude a été effectuée. L'une des solutions choisies pour y remédier est la reforestation en teck. Sur le bassin versant étudié, la proportion de surfaces plantées est en constante augmentation depuis 2007 mais l'on connaît mal l'impact de ces arbres sur l'érosion des sols et l'exportation de matière.

Pour évaluer cet impact et estimer la composition moyenne des particules exportées par l'érosion de ces sols nous avons échantillonné des parcelles initialement cultivées par défriche - brûlis sur fortes pentes depuis les années 1960 puis, plantées en tecks depuis 5 ans, 19 ans et 25 ans. Nous avons mesuré les activités résiduelles en  $^{137}\text{Cs}$  provenant des retombées des explosions atomiques des années 1960 ainsi que la teneur en carbone organique des sols (TOC). Nous nous sommes plus particulièrement intéressés à la distribution moyenne des activités  $^{137}\text{Cs}$  et des concentrations en TOC dans les 1-3 premiers centimètres du sol en utilisant des composites prélevés: 1) entre les arbres, 2) dans les zones d'accumulation - ablation observées en amont et en aval des arbres et, 3) sous les pierres qui coiffent les "cheminées de fées", spectaculaires figures d'érosion, visibles dans les plantations de tecks. 36 échantillons de sol, tamisés à 2 mm, ont été analysés par spectrométrie  $\gamma$  ( $^{137}\text{Cs}$ ) et par couplage CHN-IRMS (TOC). L'activité en  $^{137}\text{Cs}$  décroît avec l'âge de la plantation. Elle est significativement plus élevée pour les sols situés entre les tecks de 5 ans que pour les tecks de 19 ans ( $p < 0,05$ ) et de 25 ans ( $p < 0,01$ ) avec respectivement  $1,6 \pm 0,3 \text{ Bq.kg}^{-1}$ ,  $1,3 \pm 0,4 \text{ Bq.kg}^{-1}$  et  $1,1 \pm 0,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$  (Fig. 1). Cette dernière activité est plus faible que dans l'horizon de surface des sols cultivés sur le bassin versant ( $2,1 \pm 0,5 \text{ Bq.kg}^{-1}$  après correction de la désintégration radioactive) ce qui se traduit donc, après 25 ans, par une perte en terres supérieure à celle des sols cultivés. Par contre, les teneurs en carbone organique restent proches (1,8 – 2,2 %), légèrement inférieures après 19 ans pour l'un des deux sites étudiés uniquement, ce qui indique un renouvellement partiel des matières organiques même si le TOC reste, au final, plus faible que pour la moyenne des sols cultivés ( $2,3 \pm 0,6 \%$ , Huon et al., 2013). Les différences de marquage  $^{137}\text{Cs}$ -TOC entre zones présumées d'accumulation en amont des troncs d'arbres et zones de

perles à l'aval ne sont cependant pas évidentes. L'activité moyenne en  $^{137}\text{Cs}$  obtenue pour l'horizon de sol situé immédiatement sous les pierres qui coiffent les cheminées de fées est élevée, et décroît aussi avec l'âge des tecks, de  $1,8 \pm 0,2 \text{ Bq.kg}^{-1}$  à  $1,1 \pm 0,1 \text{ Bq.kg}^{-1}$ . Elle est légèrement supérieure à celle du sol environnant (Fig. 1), ce qui indique soit que le recouvrement du sol par les pierres s'est effectué après le dépôt du  $^{137}\text{Cs}$  en surface soit qu'une redistribution de matière depuis la surface a entraîné les particules de sol sous des pierres initialement présentes dans le sol. Cette "fossilisation" est aussi caractérisée par une teneur en carbone organique proche de celle de sols non recouverts.

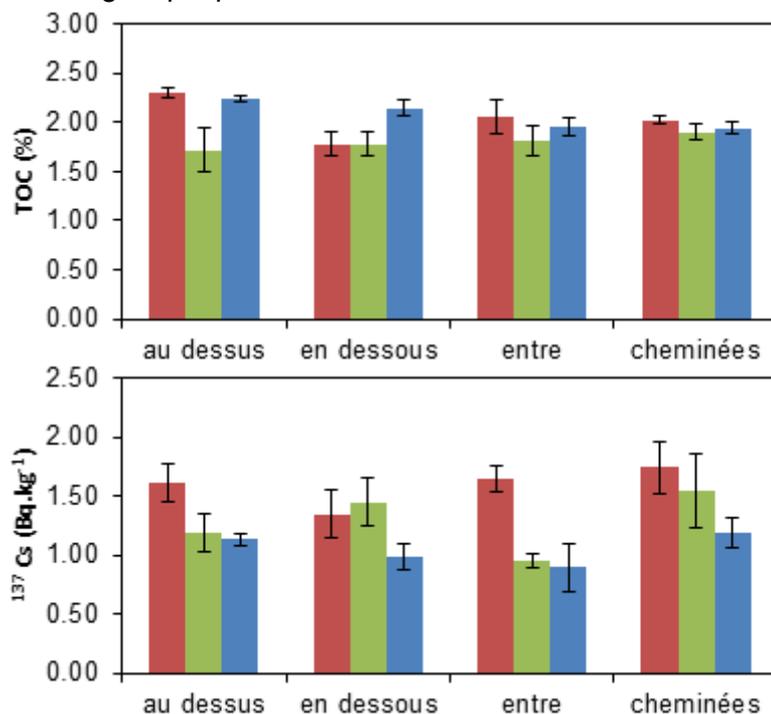


Fig. 1 – Concentrations en TOC et activités  $^{137}\text{Cs}$  moyennes du sol de surface en fonction de l'âge des tecks pour différentes localisations (au-dessus et en dessous des arbres, entre les arbres et sous les "cheminées de fées"). En rouge, vert et bleu les tecks d'âge respectif 5 ans, 19 ans et 25 ans.

Les résultats de cette étude montrent que l'implantation de tecks sur des sols cultivés sur fortes pentes entraîne, après 19-25 ans, une perte en terres supérieure à celle de cultures traditionnelles et que l'érosion des sols s'en trouve d'autant accélérée. Après 5 ans, les effets de la plantation ne sont pas encore (en moyenne) décelables. Les caractéristiques du sol échantillonné immédiatement sous les pierres qui coiffent les "cheminées de fées" nous renseignent directement sur celles des sols dans lesquelles elles se sont formées.

#### Références bibliographiques.

- Downing, J.A., Cole, J.J., Middelburg, J.J., Striegl, R.G., Duarte, C.M., Kortelainen, P., Prairie, Y.T., Laube, K.A., (2008). Sediment organic carbon burial in agriculturally eutrophic impoundments over the last century. *Global Biogeochemical Cycles* 22 (GB1018), doi:10.1029/2006GB002854.
- Evrard O., Chartin C., Onda Y., Patin J., Lepage H., Lefèvre I., Ayrault S., Otle C., Bonté P., (2013). Evolution of radioactive dose rates in fresh sediment deposits along coastal rivers draining Fukushima contamination plume. *Scientific Reports* 3 : 3079, DOI: 10.1038/srep03079.
- Huon S., de Rouw A., Bonté P., Robain H., Valentin C., Lefèvre I., Girardin C., Le Troquer Y.b, Podwojewski P., Sengtaheuanghoung O., (2013). Long-term soil carbon loss and accumulation in a catchment following the conversion of forest to arable land in northern Laos. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 169 (2013) 43–57.
- Lal, R., (2008). Soil erosion and carbone dynamics. *Soil & Tillage Research*, 81 : 137-142.
- Valentin, C., Agus, F., Alamban, R., Boosaner, A., Bricquet, J.P., Chaplot, V., de Guzman, T., de Rouw, A., Janeau, J.L., Orange, D., Phachomphonh, K., Do Duy Phai, Podwojewski, P., Ribolzi, O., Silvera, N., Subagyono, K., Thiébaux, J.P., Tran Duc Toan, Vadari, T., (2008). Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128, 225–238.