

## Le modèle PASHAMAMA-MONOIL : impacts des activités pétrolières en Équateur

Depuis les années 1970, la partie nord de l'Orient (Amazonie équatorienne) est colonisée du fait de l'effet conjoint d'une forte incitation étatique à cette colonisation par les habitants des Andes et de l'exploitation pétrolière, ce qui est à l'origine de nouvelles routes et de pollutions. Le modèle PASHAMAMA-MONOIL cherche à évaluer les impacts combinés de ces dynamiques à la fois sur l'environnement et sur la population humaine en reproduisant la poussée démographique, principalement par immigration, et les expositions aux pollutions pétrolières au cours du temps. Ce modèle, construit sur la plateforme de modélisation GAMA (cf. ci-dessous), est à base d'agents et spatialisé. Il sert de base pour une étude rétro-prospective :

- rétrospective des dynamiques passées (démographiques, environnementales et de contamination) ;
- prospective (scénarios) selon les politiques futures, les prix du pétrole ou des produits agricoles, la démographie, etc.

Le modèle a été développé par les UMR IRIT et GEODE ainsi que leurs partenaires\*, sur trois zones d'étude : Pacayacu, Joya de Los Sachas et Dayuma. Il intègre deux dynamiques principales :

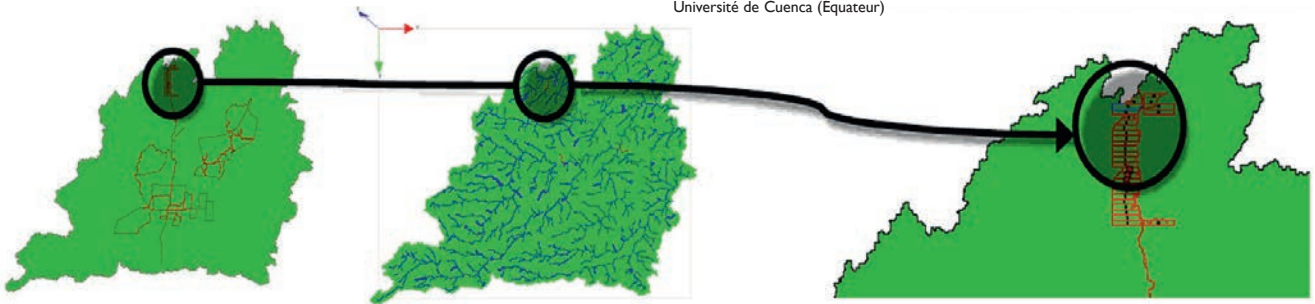
- Les compagnies pétrolières construisent des routes, des oléoducs et autres infrastructures. Celles-ci occasionnent des fuites, des ruptures et autres accidents qui produisent une pollution pétrolière locale se déversant dans les cours d'eau pour ensuite affecter les sols alentours, les exploitations agricoles et les personnes.

- Des colons, venus des Andes, de la Côte mais aussi du sud de l'Amazonie, s'installent et prennent des concessions agricoles qu'ils choisissent aussi proches des routes que possible et y produisent des cultures vivrières et commerciales.

Les données spatiales, infrastructures pétrolières et routes, proviennent du ministère équatorien de l'Environnement ainsi que des gouvernements locaux et les données démographiques de l'Institut National du Recensement équatorien. La typologie des agriculteurs se base sur des enquêtes agricoles, anthropologiques et économiques réalisées de 2014 à 2016.

**Contacts :** B. Gaudou (UMR IRIT), benoit.gaudou@ut-capitole.fr, M. Belém (WASCAL), mahamadou.belem@gmail.com, M. Saenz (Université de Cuenca), msaenz47@gmail.com, M. Paegelow, paegelow@univ-tlse2.fr, N. Maestriperi, maestriperi@univ-tlse2.fr, M. Saqalli, mehdi.saqalli@univ-tlse2.fr et L. Houssou, Jaderne@gmail.com (UMR GEODE)

\* West African Science Service Center on Climate Change and Adapted Land Use (WASCAL, Burkina Faso) et Université de Cuenca (Équateur)



▲ Exemple d'un accident entraînant une pollution dans le site de Dayuma et affectant les zones colonisées. © L. Houssou & M. Saqalli

## GAMA : une plateforme accessible à tous de modélisation et simulation à base d'agents des systèmes complexes

La modélisation à base d'agents connaît aujourd'hui un succès grandissant pour l'étude des systèmes complexes. Cette approche consiste à étudier un système en modélisant les entités qui le composent sous la forme d'entités informatiques autonomes, appelées agents, ayant leurs propres caractéristiques et comportements. Le concept d'agent, qui provient de l'intelligence artificielle, est versatile : un agent peut représenter différents types et niveaux d'entités, par exemple un être humain, une maison, un groupe social ou une ville. Un modèle à base d'agents peut fournir des informations pertinentes sur la dynamique du système qu'il représente au travers de l'interaction des agents. Il peut également être utilisé comme un laboratoire virtuel pour tester et prévoir l'impact de nouvelles politiques. Enfin, il peut servir de média de discussion dans le cadre de processus de modélisation et simulation participatifs. La construction d'un modèle à base d'agents requiert un travail important de programmation informatique car elle nécessite de décrire sous la forme d'algorithmes l'ensemble des agents ainsi que leurs comportements. La plateforme open-source GAMA, qui est développée depuis 2007 par un consortium d'équipes de recherche



sous l'impulsion de l'unité mixte internationale (UMI) UMMISCO vise à aider les modélisateurs à réaliser ce travail. GAMA est une plateforme générique (adaptée à tout type d'application), qui permet de construire à l'aide d'un langage de modélisation simple d'accès, le GAML, le contenu d'un modèle. Elle connaît depuis quelques années un essor important grâce à sa capacité à construire et simuler des modèles à large échelle, comprenant des centaines de milliers d'agents et des données géographiques détaillées. Elle dispose également d'outils de visualisation 3D avancés ainsi que d'outils dédiés à la construction de jeux sérieux. Cette plateforme est aujourd'hui utilisée dans le cadre de nombreux projets de recherche touchant à des problématiques aussi variées que l'épidémiologie, l'évolution de l'occupation des sols, les risques naturels ou technologiques, la gestion des ressources naturelles ou encore la mobilité urbaine.

**Contacts :** P. Taillandier (UR MIAT), patrick.taillandier@inra.fr, B. Gaudou (UMR IRIT), benoit.gaudou@ut-capitole.fr, A. Drogoul (UMI UMMISCO), alexis.drogoul@ird.fr

**Plus d'informations :** <http://gama-platform.org>



▲ Capture d'écran d'une simulation du trafic routier de la ville de Rouen réalisée avec GAMA.



◀ Capture d'écran d'une simulation concernant la qualité de l'air intérieur réalisée avec GAMA.