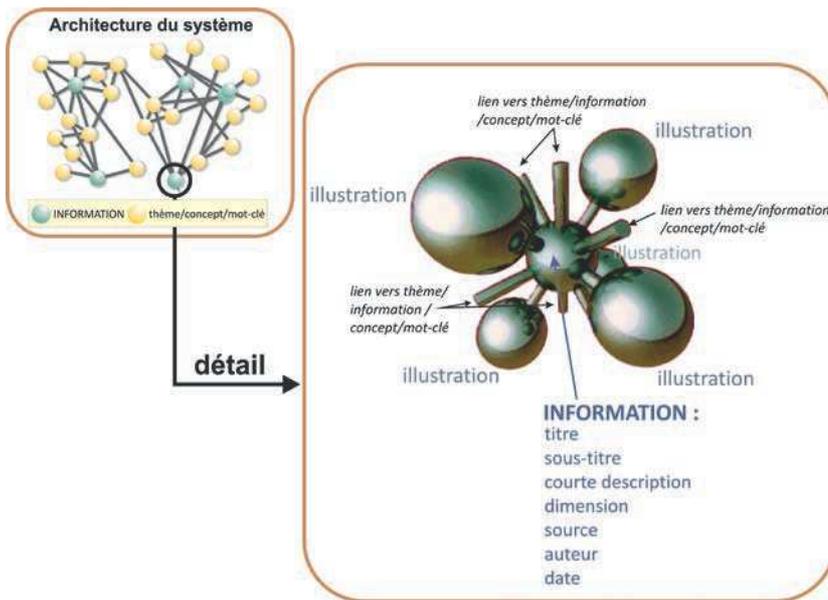


Articulation au sein d'un ensemble formel de connaissances relatives à des problématiques multidisciplinaires

Dans un domaine de recherche donné, les expérimentations et les observations de terrain soulèvent de multiples questions pour les disciplines concernées. Les connaissances acquises par chacune constituent autant de contributions nécessaires à la compréhension du phénomène naturel observé. Dans le cas qui nous intéresse, on cherche une méthode pour articuler au sein d'un même ensemble formel ce tissu de connaissances en vue de produire une vision la plus intégrée possible du fonctionnement des communautés et populations de rongeurs et de leurs parasites dans différentes situations environnementales. Pour appréhender cette complexité, trois directions sont explorées : les questions, les connaissances, la modélisation : l'analyse sémantique d'interviews de chercheurs permet d'appréhender le domaine de

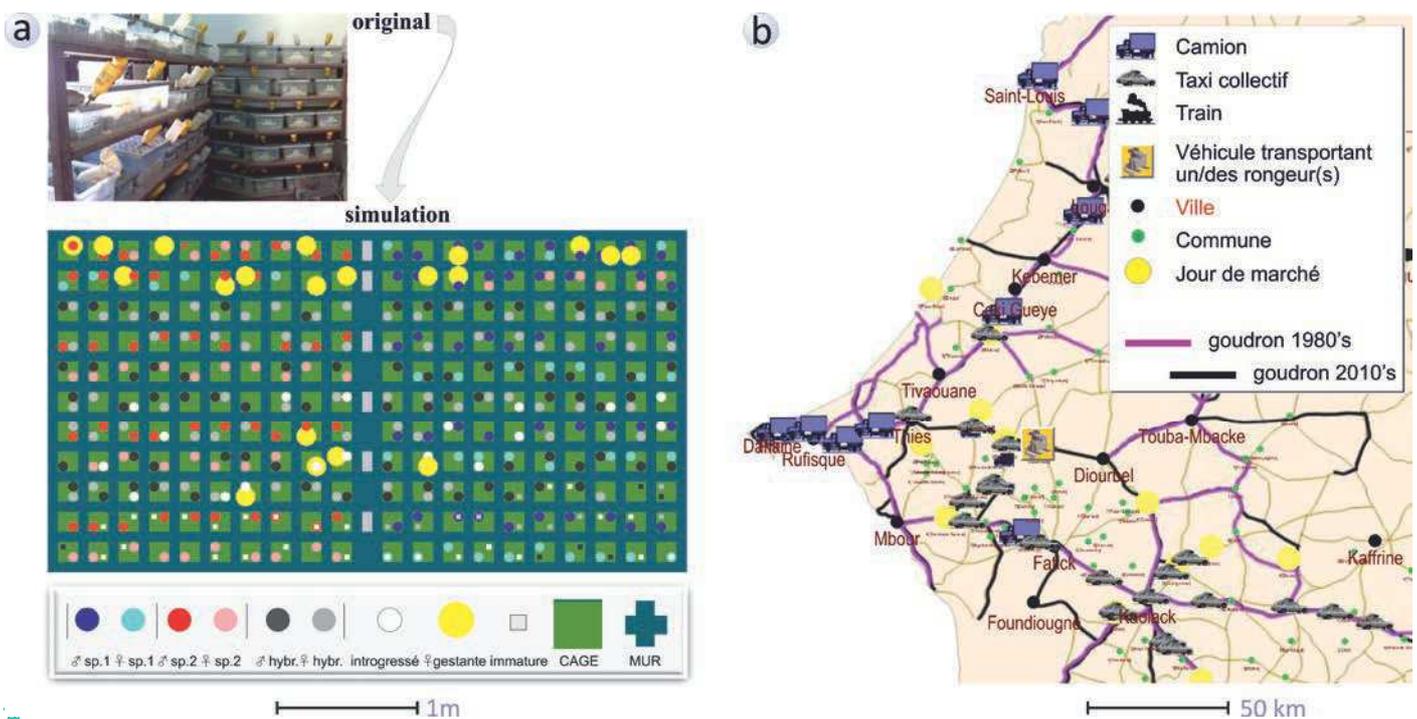
questionnement à représenter ; l'articulation d'informations unitaires au sein d'un réseau de mots-clés fournit une représentation structurée de la connaissance scientifique (fig. 1), enfin, un modèle multi-protocoles permet d'identifier les termes génériques essentiels à la production de dynamiques spatiales et temporelles. Cette dernière approche, fondée sur une modélisation informatique de type « système multi-agents », permet d'élaborer une architecture logicielle mettant en relation des recherches situées à différents niveaux, du gène à l'écosystème, dans ce domaine (fig. 2). Les trois approches combinées concourent à produire une typologie de la connaissance propice à l'organisation de projets pluridisciplinaires complexes.

Contact : J. Le Fur (UMR CBGP), lefur@ird.fr



◀ Figure 1. Structure d'un système de navigation dans un domaine de connaissances dédié à l'articulation de connaissances multidisciplinaires et multi-formats.

© J. Le Fur.
(a) Des informations d'origines variées sont associées par des liens hypertexte à divers descripteurs (date, source, mot-clé...); l'utilisateur peut se déplacer d'un item à un autre en empruntant les chemins thématiques tissés par chaque information. Le réseau se construit petit à petit avec l'ajout de nouvelles informations.
(b) Détail de la structure interne d'un item d'information : l'application du système à des domaines pluridisciplinaires variés permet d'aboutir à une structure parcimonieuse pour la définition d'une information scientifique compatible entre disciplines.
Plus d'informations : <http://centreinfo.science>.



▲ Figure 2. Deux exemples contrastés de simulations réalisées avec la même plateforme.

(a) Expérimentation en animalerie d'hybridation d'espèces jumelles de rongeurs africains.

(b) Simulation de la dynamique de déplacement/colonisation des rongeurs commensaux au Sénégal. L'articulation entre disciplines permet de construire une grande variété de modèles de simulation à des échelles spatiales et temporelles distinctes. Chaque protocole ou étude de cas représenté enrichit continuellement les approches précédentes et en bénéficie.

D'après Le Fur et al., 2017. A Simulation Model for Integrating Multidisciplinary Knowledge in Natural Sciences. Heuristic and Application to Wild Rodent Studies. Proc. 7th Internat. Conf. Simul. and Model. Method., Technol. and Applic. (Simultech), Madrid, July 2017: 340-347. www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0006441803400347

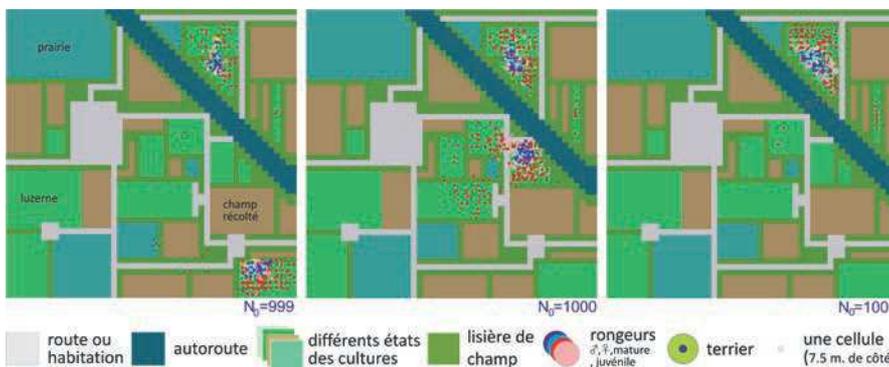
Développement de modèles « mécanistiquement riches » pour appréhender la complexité des relations populations-environnements

La gestion des rongeurs sauvages dans les zones agricoles nécessite une bonne compréhension du fonctionnement de ces populations. La géographie, l'écologie, la biologie, l'éthologie, etc. mettent chacune en évidence des facteurs explicatifs distincts des dynamiques observées qui sont tous légitimes. L'étude par simulation de l'effet conjoint et simultané de ces déterminants et de leur inter-dépendance peut apporter des clés pour une meilleure compréhension du fonctionnement de ces populations. L'approche dite des « modèles mécanistiquement riches » (DeAngelis et Mooij, 2003) vise à rendre compte de tels systèmes. Fondée sur l'utilisation de simulateurs individus centrés, elle cherche à intégrer la part la plus significative des processus connus. La figure ci-dessous présente un exemple de résultats produits par un tel modèle de populations de campagnols dans un paysage agricole variable. Les comportements saisonniers ou sexuels, la transmission génétique entre

individus simulés, les différents itinéraires techniques et la rotation des cultures ont été pris en compte. Chaque agent est semi-autonome et réalise son cycle de vie ainsi que diverses actions en fonction de son statut physiologique, des agents avec qui il a l'occasion d'interagir, de la nature changeante du terrain. Rendre compte de cette complexité permet aux simulateurs de souligner/révéler l'importance de facteurs singuliers liés à la complexité de la Nature représentée tels que la sensibilité à l'évolution des interactions dans le temps (cf. figure).

Contact : J. Le Fur (CBGP), lefur@ird.fr

Plus d'informations : DeAngelis D.L., Mooij W.M., 2003. In praise of mechanistically rich models. In: Canham, C.D., Cole, J.J., Lauenroth, W.K. (Eds.), Models in Ecosystem Science. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, pp. 63–82.



◀ Résultats de simulations par pas de temps quotidien pendant 5 ans d'une population de campagnol des champs (*Microtus arvalis*) dans un paysage fragmenté dynamique de Poitou-Charentes (France). Les trois cartes présentent des différences entre les distributions de rongeurs obtenues toutes choses égales par ailleurs pour trois populations initialement centrées dont les tailles (N_0) ne diffèrent que de 1 pour mille. Les simulations soulignent ici la sensibilité du système modélisé aux trajectoires individuelles et à l'histoire des interactions.

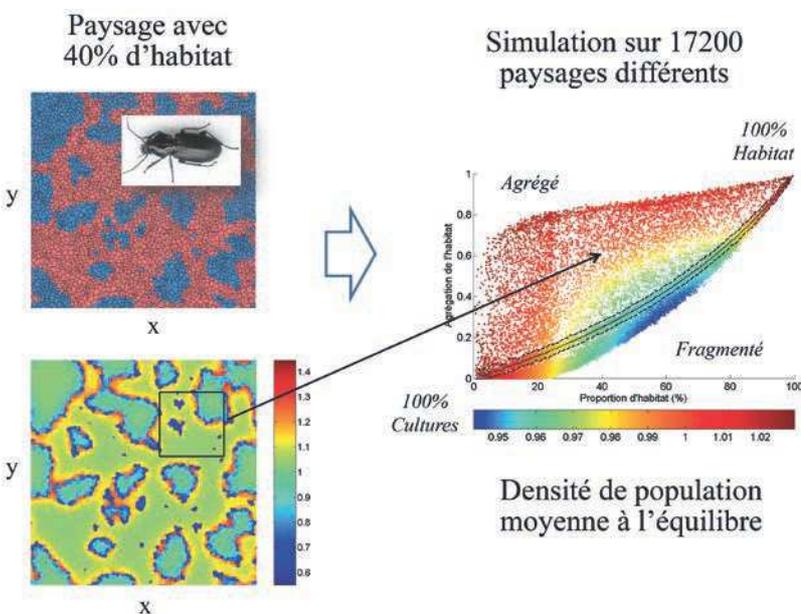
Réponses régionales de populations à la structure d'un paysage complexe

Dans le contexte environnemental actuel, il est important de comprendre l'impact des décisions de gestion des paysages agricoles sur les populations (patrimoniales, nuisibles ou plus communes) qu'ils accueillent. À cette fin, mais aussi pour disposer d'outils pour gérer ces systèmes agricoles complexes, nous avons développé un modèle numérique capable de déduire les dynamiques de populations à l'échelle régionale à partir des comportements (génériques) des espèces cibles à l'échelle locale de l'unité paysagère. Les spécialistes de ces questions écologiques spatiales dissocient les propriétés de composition (i.e. les attributs dominants des unités paysagères, généralement les proportions d'occupation du sol) et de configuration (i.e. les tailles et arrangements spatiaux des unités)

du paysage. Ces propriétés ne sont pas indépendantes. Il a longtemps été supposé que la composition paysagère dominait et guidait les dynamiques régionales des populations présentes. Cette hypothèse a été testée en modélisant, d'une part, une grande diversité de paysages aux compositions et configurations parfaitement contrôlées, et, d'autre part, plusieurs dynamiques de populations locales dans chaque unité paysagère. Le défi consistait à combiner les deux modèles pour réaliser le délicat changement d'échelle et déduire le comportement régional des populations par l'interaction spatiale et temporelle des sous-populations de chaque unité paysagère présente. De façon surprenante, ce modèle a permis de montrer que la réponse régionale (paysage) d'une population

pouvait être très différente de sa dynamique à fine échelle (unité), et pouvait dépendre autant de la configuration que de la composition du paysage. De plus, cette réponse régionale dépend fortement de l'échelle à laquelle on considère l'agrégation des dynamiques locales non-linéaires, et s'avère d'autant plus violente que l'échelle d'agrégation est proche de celle des unités paysagères. Nous espérons que de tels couplages de modèles feront école pour mieux comprendre les systèmes écologiques complexes dont nous dépendons.

Contact : C. Gaucherel (UMR AMAP), cedric.gaucherel@cirad.fr
Collaborateurs : P. Miguet (UMR AMAP/Centre d'Études Biologiques de Chizé-CBEC), V. Bretagnolle (CBEC)



◀ Exemples de réponses fonctionnelles des populations modélisées. Partant d'un ensemble de paysages simulés (à gauche), on modélise également les dynamiques de populations d'insectes génériques au sein de chaque unité paysagère et du paysage dans son ensemble. Les migrations entre ces unités sont également prises en compte, selon la composition et la configuration du paysage (ici de 40 % et 0,6). La population ne parvient pas à s'installer complètement dans le paysage (à droite, faibles densités moyennes en couleurs froides) si les paysages sont plus fragmentés et avec des proportions d'habitats intermédiaires. © C. Gaucherel/Inra.