

Gestion des territoires

Modéliser les sociétés et leurs territoires : de l'importance des sciences sociales

Une plateforme multi-agent est une description simplifiée de la réalité construite sur la base d'une approche systémique dont l'essor est annoncé depuis une vingtaine d'années. Elle consiste en la formalisation d'un nombre important d'entités appelées agents, chacune représentant une unité sociale, individu, famille ou autre collectivité, avec un certain degré d'autonomie et dans un contexte donné. Ce dernier peut être l'ensemble des connexions reliant ces agents ou un décor biophysique ou encore une combinaison des deux. L'ensemble des interactions entre ces entités crée des dynamiques d'émergence et constitue le principal apport de ces modèles : faire apparaître des dynamiques sociales non-linéaires, pas forcément prévisibles, et rendre compte de leurs poids en termes d'impacts sur les contextes environnemental et social. Un usage majeur de ces modèles dans le domaine agro-environnemental est de traduire l'impact des activités humaines sur un territoire. Ici apparaît l'importance de distinguer objet et sujet de recherche. Si les sujets de recherche s'affichent comme étudiant une dynamique

humaine et ses impacts sont courants, l'objet de recherche est souvent le territoire entraînant un biais fondamental : celui de n'intégrer que les dynamiques humaines directement reliées au territoire. Or, de nombreuses dynamiques sociales n'ont pas pour origine le territoire local. Ainsi, les dynamiques démographiques, et, en particulier, de reprise d'exploitations en France, sont majeures. Celles-ci sont déterminantes dans l'occupation du territoire à l'horizon d'une génération mais aussi dans les stratégies agricoles et environnementales de la génération présente : on ne réinvestit pas quand on sait que l'exploitation ne sera pas reprise. Plus globalement, si l'intégration des dynamiques environnementales est en bonne voie dans les modèles multi-agents par l'existence d'une combinaison explicite et formalisée via les outils d'information géographique grâce à, par exemple, des plateformes dédiées comme GAMA (cf. p. 50), l'intégration des sciences humaines, au-delà de l'économie, reste à faire.

Contacts : M. Saqalli (UMR GEODE), Mehdi.saqalli@univ-tlse2.fr, M. Belém (WASCAL), belem.m@wascal.org, B. Gaudou (Équipe SMAC/IRIT), benoit.gaudou@ut-capitole.fr

Collaborateurs : M. Saenz (Programa de Manejo del Agua y del Suelo/Universidad de Cuenca, Équateur), M. Paegelow & N. Maestriperieri (UMR GEODE)

Croyances



Le point de vue des acteurs

Désirs

Intentions

Scénarios



Le point de vue des experts

▲ *Utilisation des outils d'enquête socio-économique qualitative pour intégrer les perceptions des acteurs locaux (perceptions spatiales, des ressources, des risques, etc.) dans la définition des croyances des agents à modéliser, selon des architectures de type Belief-Desires-Intentions (BDI) et des outils de formalisation de scénarios par ateliers avec des experts des dynamiques et/ou du territoire envisagés dans le modèle. © GEODE*

Évaluer par modélisation des stratégies de réduction des usages d'herbicides dans les bassins versants viticoles

La réduction des risques de contamination des eaux de surface et souterraines par les herbicides est un enjeu important en région viticole méditerranéenne du fait de risques élevés liés à l'importance des écoulements de surface et aux usages d'herbicides. Le projet SP3A a développé une méthodologie d'évaluation de stratégies prospectives



d'entretien du sol choisies par un groupe d'experts pour réduire le ruissellement polluant par herbicides tout en préservant la production. La méthodologie est basée sur une chaîne de modèles, développée sur les plateformes de modélisation OpenFLUID (cf. p. 45) et DIESE*, qui permet de simuler dans différents contextes climatiques, les itinéraires techniques d'entretien du sol, les dynamiques d'états de surface du sol, les flux de ruissellement polluant, les stress hydrique et azoté subis par la vigne et leurs impacts sur les

rendements en raisin. La modélisation de nature pluridisciplinaire allie des représentations des chantiers de travail d'une exploitation viticole, des flux hydrologiques à l'échelle du bassin versant et de la croissance de la vigne. Elle fournit une base de discussion quantifiée pour concevoir le changement de pratiques. Dans l'exemple spécifique traité, l'évaluation par modèle a convergé avec l'analyse à dire des viticulteurs sur la nécessité d'introduire de la flexibilité dans la définition des stratégies de réduction des usages d'herbicide. En effet, elle montre qu'une certaine souplesse est (i) nécessaire pour satisfaire les objectifs de production et (ii) possible sans élever de manière forte le niveau de contamination des eaux de ruissellement. Elle indique toutefois aussi qu'à terme l'abandon total des herbicides est à rechercher pour garantir la qualité des masses d'eau issues du ruissellement. L'approche de modélisation n'est bien sûr pas suffisante à elle seule pour déterminer des stratégies répondant aux objectifs productifs et environnementaux et adaptées aux conditions locales d'un territoire. Mais elle peut utilement s'inscrire dans une démarche de co-construction entre les acteurs.

Contacts : A. Biarnès, anne.biarnes@ird.fr et M. Voltz, marc.voltz@inra.fr (UMR LISAH)

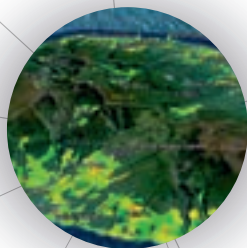
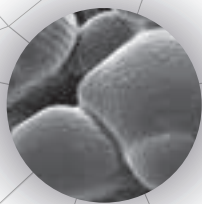
Collaborateurs : P. Andrieux (UMR LISAH), J.M. Barbier (UR Agrosystèmes tropicaux, ASTRO), A. Bonnefoy (UMR LISAH), C. Compagnone (Centre d'Économie et de Sociologie Appliquées à l'Agriculture et aux Espaces Ruraux, UMR CEASER), X. Delpuech (Institut Français de la Vigne et du Vin, IFV), C. Gary & A. Metay (UMR SYSTEM), J.-P. Rellier (UR Inra-MIAT)

* Plus d'informations sur la plateforme DIESE (Discrete Event Simulation Environment) : <https://carlit.toulouse.inra.fr/diese>

les dossiers
d'AGROPOLIS
INTERNATIONAL

*Compétences de la communauté scientifique
en région Occitanie*

SYSTÈMES COMPLEXES
de la biologie aux territoires



Numéro 23
Juin 2018

AGROPOLIS INTERNATIONAL

agriculture • alimentation • biodiversité • environnement

Implanté en Occitanie, Agropolis International réunit un ensemble exceptionnel d'organismes et d'institutions impliqués dans les sciences vertes.

Fondée par les établissements régionaux de recherche et d'enseignement supérieur, avec le soutien de l'État et des collectivités territoriales, l'association Agropolis International est, depuis son origine, un espace de travail dédié au collectif.

Ainsi, Agropolis International met en lien les différents acteurs investis dans les domaines de l'Agriculture, l'Alimentation, l'Environnement et la Biodiversité :

- Les institutions de la communauté scientifique régionale
- Les organismes de recherche étrangers et internationaux
- Les collectivités territoriales
- Des acteurs du transfert, de l'innovation, du développement économique
- Des structures de la société civile

En rassemblant un aussi grand nombre d'institutions et en s'appuyant sur une communauté scientifique d'une telle importance, **Agropolis International est devenu le premier pôle de France en agro-environnement, orienté vers les problématiques de la Méditerranée et les pays du Sud.**

Espace d'échanges et de dialogues, de formation et de capitalisation des savoirs, laboratoire d'idées, structure d'appui aux projets collectifs et de promotion à l'international, lieu d'accueil de structures et d'événements... Agropolis International décline et adapte son savoir-faire acquis depuis plus de 30 ans, dans les grandes missions que lui confient ses membres.

La communauté scientifique Agropolis International est structurée en grands domaines thématiques correspondant aux grands enjeux scientifiques, technologiques et économiques du développement.

Les thématiques de recherche et d'enseignement de la communauté d'Agropolis International :

- Agronomie, plantes cultivées et systèmes de cultures, agro-écosystèmes
- Alimentation, nutrition, santé
- Biodiversité et écosystèmes aquatiques
- Biodiversité et écosystèmes terrestres
- Eau, ressources et gestion
- Économie, sociétés et développement durable
- Écotecnologies
- Interaction hôte-parasites et maladies infectieuses
- Modélisations, information géographique, biostatistiques
- Production et santé animales
- Ressources génétiques et biologie intégrative des plantes
- Une filière emblématique : la vigne et le vin

Quelques chiffres de la communauté scientifique Occitanie Est :

- 27 institutions d'enseignement supérieur et de recherche
- 35 infrastructures de recherche ouvertes interinstitutionnelles et interdisciplinaires
- 150 parcours de formation
- 2 700 chercheurs et enseignants répartis dans 74 unités de recherche
- 300 chercheurs expatriés dans 50 pays
- 5 000 étudiants français et internationaux
- 1 000 chercheurs internationaux accueillis

Compétences de recherche en région Occitanie sur les « systèmes complexes »

Le 1^{er} janvier 2016, les anciennes régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées fusionnaient pour devenir la nouvelle région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée (réforme territoriale de 2015). Aussi, ce numéro de la série *les dossiers d'Agropolis International* présente des acteurs scientifiques conduisant des activités de recherche en lien avec les systèmes complexes et, pour la première fois, sur l'ensemble de cette nouvelle région. Cette communauté scientifique regroupe 44 équipes de recherche (unités de recherche, de service, équipes d'accueil et de projet, observatoires). Plusieurs structures fédératives animent et coordonnent les activités scientifiques de ces équipes : un institut, six « laboratoires d'excellence » (LabEx), un « équipement d'excellence » (EquipEx) et un « Institut Convergences ». Enfin, plusieurs infrastructures de recherche et des centres de données et de calculs, d'envergure nationale et européenne, existent également en Occitanie et constituent des dispositifs essentiels au traitement des systèmes complexes.

Ce dossier, initié en 2013 par Fabien Boulrier et finalisé par Isabelle Amsallem (Agropolis International), vise à mieux faire (re)connaître la communauté montpelliéraine des systèmes complexes dans le cadre du Réseau national des systèmes complexes (RNSC). Depuis, l'ouverture à la communauté toulousaine a fait de cet ensemble Occitanie un des dispositifs significatifs dans le domaine aux niveaux national et européen ! Agropolis International est bien ici dans ses fonctions de mise en valeur des compétences scientifiques de cette nouvelle région dans un domaine qui est clairement sorti d'une certaine marginalité initiale. Il devient de plus en plus nécessaire, aussi bien intellectuellement que du point de vue opérationnel, de ne pas commencer par chercher à réduire la complexité des phénomènes étudiés et qu'il faut se donner les moyens de les aborder dans la richesse des interactions d'un monde qui enchevêtre de plus en plus processus sociaux et naturels !

Sans être exhaustif, ce dossier a ainsi pour ambition d'offrir au lecteur un panorama de ces acteurs scientifiques régionaux à travers des exemples concrets d'activités qu'ils développent en lien avec les systèmes complexes selon trois grands champs thématiques : Collecte et gestion des données ; Compréhension et analyse des systèmes complexes ; Modes d'utilisation de l'approche « systèmes complexes ».

Enfin, parmi les nombreuses formations dispensées en région Occitanie, diplômantes ou non, en lien avec les « systèmes complexes », seuls quelques exemples de formations consacrées spécifiquement à une meilleure maîtrise conceptuelle ou instrumentale des systèmes complexes, sont présentés. Toutefois, il existe un large choix de formations diplômantes (de bac+2 à bac+8) qui abordent le champ des « systèmes complexes ». La liste de ces formations est disponible sur le site d'Agropolis International (www.agropolis.fr/formation) et de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées (www.univ-toulouse.fr/formation/formation-toutau-long-de-la-vie/trouver-uneformation).

Bernard Hubert
Conseiller du Président d'Agropolis International

Systemes complexes de la biologie aux territoires

Avant-propos

4

Systemes complexes, collecte et gestion des données

7

- Récolte des données 9
- Mise en sens des données 12
- Mise à disposition : accessibilité et interopérabilité des données 19

Compréhension et analyse des systèmes complexes

23

- Dynamique des organismes 25
- Dynamique des populations 33
- Dynamique des écosystèmes 40
- Gestion des territoires 46

Mode d'utilisation de l'approche « systèmes complexes »

55

- Usage des observatoires 57
- Aide à la décision multicritère 60
- Participation et concertation 64
- Nouveaux modèles pour la décision 68

Les structures fédératives de recherche en lien avec les systèmes complexes

70

Thématiques couvertes par les structures de recherche

72

Les formations dans le domaine des « systèmes complexes » en Occitanie

76

Liste des acronymes et abréviations

78

Photos de couverture :
Méristème apical d'*Arabidopsis thaliana* © Jan Traas
Simulation stochastique d'un manguier © F. Boudon/Cirad/Inria
Distribution spatiale de la densité d'*Aedes Albopictus* dans l'île de La Réunion.
© Annelise Tran/Cirad/Projet Alborun (ARS Océan Indien)
Illustration issue de pixabay sous © CC0 public domain