

Mise à disposition : accessibilité et interopérabilité des données

Le système d'information de l'OSU OREME

Pour étudier des systèmes complexes, les scientifiques doivent être en mesure de croiser des données fortement hétérogènes — car provenant de diverses communautés ayant chacune leurs propres langages et objets d'intérêt — et dont ils n'ont pas nécessairement connaissance *a priori*. La plateforme « Système d'Information » de l'OSU OREME s'efforce de relever ce défi. Elle propose ainsi aux équipes scientifiques rattachées à l'Observatoire des services de structuration, normalisation, visualisation et croisement des données sur les dimensions spatiale, temporelle et sémantique. Afin de permettre la comparaison des différents objets d'étude, la première étape consiste à décrire les jeux de données à l'aide de métadonnées. En veillant à utiliser des vocabulaires contrôlés et des formats de description interopérables, la plateforme permet d'identifier

des similarités avec des jeux de données non connus initialement et présentant un lien scientifique avec le système complexe étudié. La deuxième étape consiste à s'affranchir de l'hétérogénéité des formats des données collectés. La plateforme s'appuie pour cela sur des outils de structuration et diffusion interopérables comme les bases de données relationnelles ou les serveurs cartographiques standardisés.

Pour permettre la compréhension mutuelle des différents objets d'étude, exprimés dans des langages et domaines de valeurs variés, la plateforme normalise les données sous-jacentes dans des référentiels communs (hydrographiques, taxonomiques, unités de mesure, etc.). Ainsi est obtenue l'interopérabilité sémantique des différentes sources de données.

De plus, en s'appuyant sur les relations entre entités définies dans ces référentiels (par ex. classification taxonomique), le système permet d'agréger les données sur des niveaux d'échelle variés (par ex. espèce, famille...) et facilite ainsi leur comparaison. Finalement, en s'adossant sur les standards de diffusion de données (comme les standards de l'*Open Geospatial Consortium*), la plateforme met en œuvre le croisement spatial et temporel des données grâce à des outils de visualisation interactifs et dynamiques : portail cartographique, outil de visualisation de séries temporelles, etc.

Contact : E. Servat, eric.servat@umontpellier.fr
Plus d'informations : <https://data.oreme.org>

◀ *Le portail cartographique de l'OREME permet la visualisation et l'interrogation de données issues de différents serveurs cartographiques.*



L'OSU OREME et ses missions

Reconnu par l'Institut National des Sciences de l'Univers en 2007 et par le Conseil d'administration de l'UM en 2009, l'Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) OREME (Observatoire de REcherche Méditerranéen de l'Environnement) est une école interne de l'UM. Il comprend huit UMR et couvre les champs des sciences de l'univers, de l'écologie et de la biodiversité. L'observatoire met l'accent sur l'étude des changements environnementaux et anthropiques ainsi que sur leurs impacts, particulièrement sur les aléas et la vulnérabilité des milieux méditerranéens. Outre sa mission pédagogique, l'OREME mobilise des moyens d'observation lourds et pérennes et des compétences scientifiques et techniques reconnues sur des aspects très divers de l'environnement physique, chimique et biologique méditerranéen. L'Observatoire recourt à ses 17 services d'observation (SO) (dont plusieurs labélisés au niveau national) et ses plateformes mutualisées — Système d'information (cf. ci-dessus), plateforme de géochimie AETE-ISO, plateforme MEDIMEER pour les expérimentations marines à l'aide de mésocosmes — pour atteindre ses objectifs. L'OREME tisse des liens entre communautés scientifiques — écologie, biodiversité, sciences de l'univers — afin qu'elles travaillent ensemble sur les signaux collectés par les SO à différentes



échelles de temps et d'espace. L'un des principaux challenges de l'OREME réside dans sa capacité à récolter, intégrer et partager les données hétérogènes associées à ces disciplines afin de contribuer à mettre en évidence des corrélations complexes. À la clé de cette mise en relation des données, la découverte de signaux systématiques permettant de juger de l'effet du changement global et/ou anthropique et d'en comprendre les mécanismes dans ses effets environnementaux. À ce titre, les missions de l'OREME sont de :

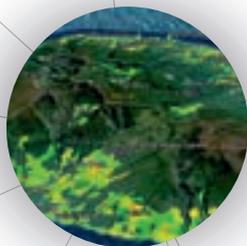
- soutenir l'activité d'observation systématique ;
- soutenir la construction de bases de données environnementales ouvertes, partagées et référencées au niveau international ;
- encourager la mutualisation des moyens analytiques (observation, expérimentation, modélisation) ;
- constituer le relais local des réseaux nationaux d'observations et d'être un acteur important des actions tournées vers la Méditerranée.

Contact : E. Servat, eric.servat@umontpellier.fr
Plus d'informations : <https://oreme.org>

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