

Mise en sens des données

Stratégies de détection des anomalies dans les données, de rectification et de consolidation

Automatiser la détection des anomalies dans un jeu de données et, plus largement, lors de l'analyse des données issues de systèmes complexes est une tâche essentielle. Elle affecte les prises de décision faites à partir des données et elle fait largement appel à des domaines tels que l'apprentissage automatique, les statistiques et la fouille des données. La nature des données, les informations associées (ou métadonnées), les types d'anomalies à considérer, leur intrication, ainsi que le type de résultat à fournir pour caractériser le système en question vont déterminer non seulement le choix de l'algorithme à utiliser mais également toute la chaîne de prétraitement, de nettoyage, de correction, de fusion et de consolidation des données. Tous ces aspects sont des éléments-clés d'un problème de détection et ils sont au cœur de nos compétences et de nos travaux de recherche. Une fois les anomalies détectées, il est souvent possible de les corriger dans une certaine mesure et pour cela, il est nécessaire de faire appel aux experts du domaine d'application afin qu'ils vérifient et valident les résultats obtenus par différentes stratégies de correction et de consolidation au moyen de contraintes, de règles et de connaissances spécifiques du domaine.

Contact : L. Berti-Equille (UMR ESPACE-DEV), laure.berthi@ird.fr

L'interprétabilité de nos résultats (de façon à ce qu'ils soient explicables et compris aisément par les utilisateurs finaux) est alors cruciale pour permettre de raffiner, paramétrer et, enfin, valider les stratégies de détection et de correction des anomalies dans un contexte appliqué.



▲ Domaines clés de la détection d'anomalies.

Modélisation de la karstogenèse de l'aquifère karstique du Lez (Hérault, France)

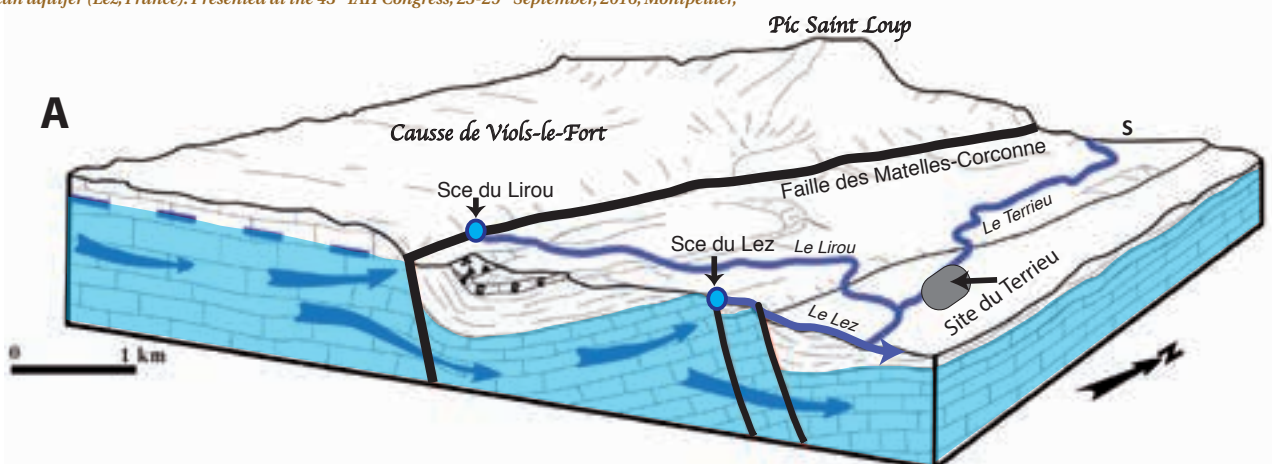
Dans le sud-est de la France, les aquifères karstiques se caractérisent par la surimposition de nombreuses phases de karstification. Dans ce contexte méditerranéen, la période messinienne (6 à 5.3 Ma), provoquant un abaissement conséquent du niveau de la mer Méditerranée (jusqu'à -1 500 m), a été clairement identifiée comme la période clé de la karstification des aquifères carbonatés du pourtour méditerranéen. Cependant, d'autres études prouvent l'existence de périodes de karstification antérieures à la crise messinienne. Ainsi l'histoire d'un karst polyphasé, se résume par deux questions scientifiques majeures : (1) Quelles sont les différentes phases de karstification qui ont impacté notre réseau actuel ? (2) Comment quantifier ces impacts afin de proposer une image la plus juste possible de la distribution du réseau dans l'espace ?

Afin de répondre à ces questions, une modélisation de l'évolution karstique polyphasé de l'aquifère du Lez (Hérault, France) a été réalisée (figure ci-dessous). Ces premiers tests de modélisation montrent qu'un plan de karstification majeur, qui affecte l'aquifère à l'échelle régionale, localisé à l'interface des formations carbonatées d'âge Berriasien-Jurassique, a une origine précoce d'âge fin Jurassique. Ce plan est repris par la karstification lors des phases récentes, concentrant l'évolution de la karstification dans cette zone. Ce plan ne pouvant se réaliser qu'avant le dépôt sédimentaire du Berriasien d'après les divers tests de modélisation, l'existence d'un épikarst à la fin du Jurassique sur l'ensemble de notre domaine semble l'explication la plus cohérente, en accord avec les observations réalisées à l'Est de notre domaine par Bodeur (1996).

Contact : V. Leonardi (UMR HSM), veronique.leonardi@univ-montp2.fr

▼► Bloc diagramme schématique représentant l'aquifère karstique du Lez (Hérault, France) (A) avec modélisation de la karstogenèse de cet aquifère : création de conduits karstiques pendant la phase messinienne entre la source du Lirou et la source du Lez (B page suivante).

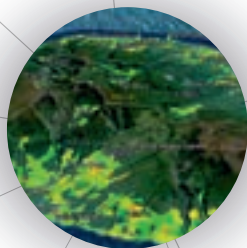
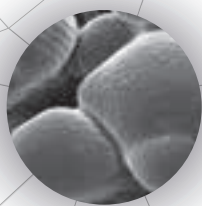
D'après Leonardi, V., Massonnet G., Planteblat C., Gal C., 2016. Karst genesis modelling of a regional Mediterranean aquifer (Lez, France). Presented at the 43rd IAH Congress, 25-29th September, 2016, Montpellier, France.



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