

Systemes complexes et environnement

Changements locaux et mondiaux, effets rapides ou à plus long terme, découvrez les points communs entre les effets des changements climatiques à l'échelle d'une ville ou d'un pays, les impacts d'une exploitation pétrolière en Équateur ou encore l'économie des déchets au Caire !

Gestion des déchets au Caire

Alors que dans de nombreuses villes dites des « Suds », le tri sélectif s'effectue sur des amoncellements de déchets, les Zabbālīn du Caire collectent quant à eux les déchets sur le pas de la porte des ménages. Sans coordination planifiée ou centralisée, ni même de coût pour les autorités publiques, ils fournissent ainsi un service urbain d'une sophistication étonnante et atteignent parmi les plus hauts taux de recyclage au monde (80%). Les scientifiques vous montreront comment l'intense activité du Caire et ses besoins et rejets de matériaux ont permis l'émergence d'une économie de déchets faite de récupération, de réemploi de retraitement et de recyclage. Cette activité « industrielle », fondée sur des savoir-faire en grande partie autodidactes, a transformé un quartier relégué et auto-construit, en un quartier-usine à ciel ouvert de recyclage multi-matériaux. Du collecteur à l'entrepreneur, les ramifications à l'échelle de la métropole et bien au-delà de petites entreprises familiales, véritables multinationales de poche, s'épanouissent à partir des déchets des flux mondiaux de « matières premières secondaires », plastique, aluminium, ou ferraille...



Véhicule de transport de déchets
©David Degner, 2015, Quartier de Manshiet Nasser, Le Caire, Egypte, Mucem.

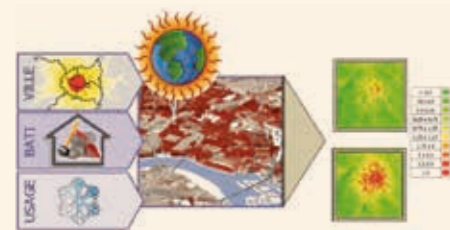
Impacts d'une exploitation pétrolière en Équateur

Les chercheurs.e.s d'un programme de recherche franco-équatorien étudient les impacts sanitaires, sociaux et environnementaux ainsi que la vulnérabilité humaine aux changements environnementaux induits par l'activité pétrolière en Équateur. Ainsi, cette démarche originale mobilisant les sciences environnementales, les sciences humaines et sociales (sociologues, géographes, économistes, médecins) et les sciences de l'ingénieur permettent de comprendre les interactions entre changements sociétaux et environnementaux en formalisant des connaissances interdisciplinaires pouvant servir à l'élaboration, l'amélioration et/ou l'évaluation des politiques environnementales dans le domaine pétrolier.



Fuite de pétrole dans la forêt amazonienne, situation de négociation entre la propriétaire et l'entreprise pétrolière. Équateur, 2014. © S Becerra, GET, OMP.

Modélisation de deux systèmes complexes en interaction : Le climat et la ville



Évaluation de stratégies d'adaptation des villes au risque caniculaire à l'aide de la modélisation, CNRM, Toulouse. ©Quentin Rodier @ Météo-France.

Le climat résulte d'interactions complexes entre les différents compartiments du système terrestre, c'est-à-dire l'atmosphère, l'océan, les continents et la glace continentale, auxquelles s'ajoutent des contraintes externes d'origine naturelle et humaine. Ces interactions, multi-échelles - temps et espace - et non-linéaires, impactent la capacité à prévoir le climat. La modélisation du climat vise à représenter ces interactions et à évaluer l'effet des activités humaines, passées et futures, sur l'évolution du climat.

La ville est aussi indiscutablement un système complexe, avec de nombreuses entités en interaction : habitants, bâtiments, végétation, automobiles, activités, services, etc., et qui interagit également avec le système climatique. En effet, les villes subissent les impacts locaux du changement climatique, mais elles contribuent aussi au changement climatique global par leurs émissions de gaz à effet de serre, et au changement climatique local au travers notamment de l'amplification des vagues de chaleur.

Compte tenu des interactions complexes entre le changement climatique, l'évolution des villes et le mode de vie des habitants, l'étude de l'évolution du climat urbain et la construction de stratégies d'adaptation au changement climatique des villes exigent une approche fortement interdisciplinaire. La modélisation y occupe une place privilégiée pour rendre compte des processus physiques essentiels interagissant au sein du territoire urbain et tester des scénarios prospectifs. Ces scénarios prennent à la fois en compte le changement climatique et l'évolution des caractéristiques de la ville : bâti, implantation de surfaces d'eau et de végétation, systèmes de climatisation, etc. Avec l'aide de la modélisation, les scientifiques identifient et étudient les leviers d'action pour atténuer l'îlot de chaleur urbain et adapter les villes au risque caniculaire qui va s'intensifier avec le changement climatique.

KIOSQUE

Comprendre l'actu avec les scientifiques !

MUSÉUM DE TOULOUSE - 35 allées Jules-Guesde - 31 000 Toulouse

CONTACTS COMMUNICATION
com@dr14.cnrs.fr
communication.museum@toulouse-metropole.fr

Prochain Kiosque
ÉTONNANT VIVANT
Dimanche 3 juin 2018

www.cnrs.fr/midi-pyrenes
@CNRSMip

météorologiques - CNRM (CNRS, Météo France) • Marie-Pierre Gleizes, Alberto Lumbreras, Institut de recherche en informatique de Toulouse - IRIT (CNRS, INPT, UT1, UT2J, UT3) • Bertrand Jouve, France méridionale et Espagne : histoire des sociétés du moyen âge à l'époque contemporaine - FRAMESPA/IMT (CNRS, UT2J) et Institut d'études des systèmes complexes de Toulouse, XSYS • Gérard Latil, Guy Theraulaz, Centre de recherches sur la cognition animale - CRCA/CBI (CNRS, UT3) • Clément Sire, Laboratoire de physique théorique - LPT/IRSAMC (CNRS, UT3) • Jean-François Rouchon, Laboratoire de plasma et conversion d'énergie - LAPLACE (CNRS, Toulouse INP, UT3) • Yann-Philippe Tastevin, Laboratoire interdisciplinaire, solidarités, sociétés, territoires - LISST (CNRS, EHES, ENSFEA, UT2J) • Responsable scientifique des Kiosques, CNRS Midi Pyrénées/ Muséum de Toulouse : Magali Jacquier : magali.jacquier@dr14.cnrs.fr

KIOSQUE

Comprendre l'actu avec les scientifiques !



LES SYSTÈMES COMPLEXES



Les systèmes complexes sont partout ! Un système complexe est un ensemble constitué de nombreuses entités dont les interactions produisent un comportement global difficilement prévisible. Chaque entité peut agir sur un groupe et modifier le système. Que ce soit dans notre environnement - mobilité, biodiversité, prévision des risques, dans la société - mouvements et décisions collectives, réseaux sociaux ou dans notre corps - réseau de cellules, de molécules, tout est lié et en évolution permanente !

Venez rencontrer les scientifiques toulousain.e.s pour découvrir et mieux comprendre ces systèmes complexes qui nous entourent et nous caractérisent, le dimanche 4 février 2018 !

Les systèmes complexes, de quoi parle-t-on ?

Quel point commun existe-t-il entre des déplacements avec Tisséo et VélôToulouse, un vol d'étourneaux au-dessus de la Daurade, un forum de discussion sur le TFC... ? Ce sont tous des systèmes complexes.

Ce terme peu usuel désigne des ensembles où 1+1 est supérieur à 2. Un système complexe est un ensemble composé de nombreux éléments en interaction qui possèdent un comportement global lequel ne peut être facilement expliqué à partir des seules propriétés individuelles de ces éléments.

Venez découvrir les indices qui vous aideront à identifier des systèmes complexes : émergence, interaction multi-échelle, cascade, rétro-action, bifurcation... Un nouveau vocabulaire qui désigne des phénomènes masqués et qui pourtant régissent notre quotidien.

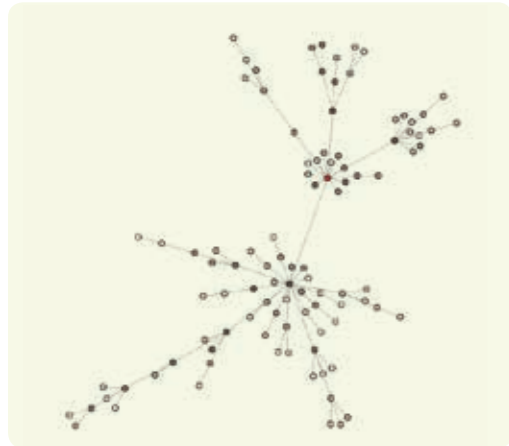


Impression : Imprimerie Toulouse Métropole

Dans les réseaux...

Vous comprendrez l'importance des interactions dans l'architecture des forums de discussions, découvrirez leur rôle dans un campus connecté et observerez les relations entre une cellule tumorale et son environnement !

Communication et forum de discussion : des arbres aux structures complexes



Représentation d'une conversation © Alberto Lumberras / IIRIT.

Un forum de discussions est un ensemble de fils de discussions, eux-mêmes constitués de messages, appelés « posts », qui sont organisés de façon structurée. Un utilisateur/utilisatrice qui intervient sur un forum peut soit ouvrir un nouveau fil de discussion soit répondre à un post déjà existant. Il est possible de représenter un fil de discussion par un objet mathématique appelé arbre dont les nœuds sont les posts et où deux nœuds sont reliés si l'un suit l'autre. Comme un fil de discussion dépend de l'intervention des utilisateurs/utilisatrices dans le temps, l'arbre qui le représente a une structure dynamique qui évolue dans le temps.

Tous les utilisateurs/utilisatrices n'ont pas le même comportement : certains ne vont jamais ouvrir de fils de discussion, d'autres vont préférer répondre au premier post d'un fil de discussion, certains sont plus polémiques que d'autres et vont enchaîner les réponses alors que d'autres n'interviendront qu'une fois... À l'aide de techniques d'apprentissage machine (« machine learning »), il est possible d'apprendre à un algorithme à définir des comportements « typiques » d'utilisateurs/utilisatrices d'un forum. Il est alors facile de générer artificiellement des arbres qui présentent les mêmes caractéristiques que les arbres de vrais forums de discussions. Ceux-ci ne sont pas pensés par un ou plusieurs individus mais émergent de l'interaction des individus entre eux. Comme dans beaucoup de réseaux complexes on retrouve des phénomènes de bifurcations ou de cascades dans les dynamiques d'apparition des posts.

Comprendre les comportements des utilisateurs/utilisatrices permet ainsi d'améliorer les dispositifs de recommandation. Enfin, générer des forums artificiels permet de tester de nouveaux algorithmes dans des situations mieux contrôlées et reproductibles.

Un campus connecté, intelligent et durable



© A.Labat.

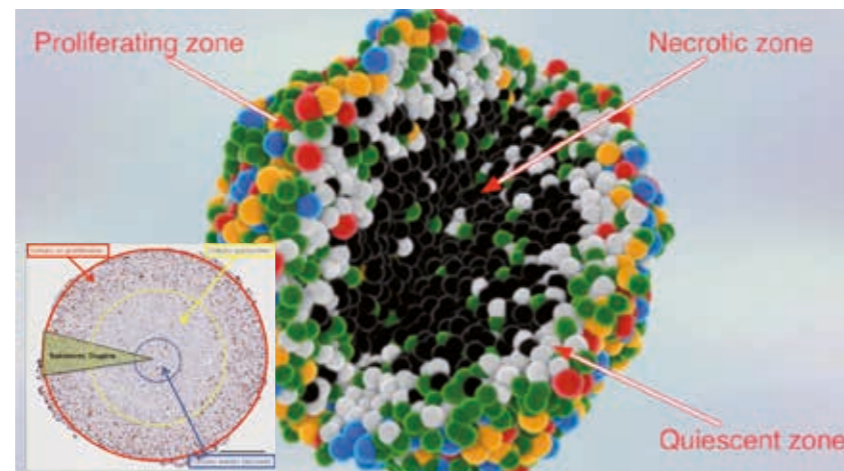
Améliorer le confort au quotidien de la communauté universitaire tout en diminuant l'empreinte écologique des bâtiments et les coûts de fonctionnement (fluides, eau, électricité), tel est le but de l'opération scientifique neOCampus, initiée en 2013 par l'Université

Toulouse III Paul Sabatier. Le campus est un système complexe proche du fonctionnement d'une petite ville de 260 hectares et 36 000 usagers. Un tel système complexe est instrumenté et régulé par de multiples équipements disséminés dans l'espace et le temps qui permettent aux scientifiques de travailler sur l'Internet des Objets Intelligents.

Les différents dispositifs communiquent et possèdent en plus l'autonomie de décision et d'intelligence. Ainsi, par exemple, les volets, les luminaires, les capteurs de luminosité et de présence échangent des informations pour que chacun de manière locale prenne la meilleure décision quant à l'action à effectuer et satisfasse les besoins de l'utilisateur. Les smartphones et des applications qui associent les étudiants.e.s et les personnels du campus permettent, via le wifi participatif, la cartographie de la biodiversité ou un projet sur l'analyse en cycle de vie des systèmes d'éclairage.

Les tumeurs : une organisation complexe

Une tumeur est un ensemble de cellules organisées, constituant un véritable organe. Son comportement, sa croissance, sa plasticité et sa physiologie vont résulter d'un comportement collectif lié à des interactions multiples entre les cellules constitutives et les tissus environnants. Accéder à la compréhension de la complexité des relations collectives entre les cellules tumorales et leur environnement revêt par conséquent un intérêt majeur en cancérologie et pourrait ouvrir la voie vers de nouveaux horizons thérapeutiques. Les moyens actuels d'exploration permettent de découvrir la complexité de l'organisation 3D d'une population de cellules, de mettre en évidence la régionalisation de leur prolifération et d'en étudier les mécanismes en relation avec la croissance tumorale. Des scientifiques illustrent ces assemblages cellulaires et montrent comment l'informatique peut contribuer à la compréhension des phénomènes régissant la dynamique de ces systèmes complexes.



Simulation 3D d'une population cellulaire tumorale : modèle informatique de la croissance de la micro-tumeur et régionalisation du sphéroïde. Les différentes couleurs correspondent aux phases du cycle cellulaire : le noir représentant les cellules mortes. © David Bernard et al / ITAV.

Dans les mouvements collectifs...

Décryptez les comportements de groupes et les mouvements de foule jusqu'au mouvement dans les turbulences de l'air ou de l'océan !

Décrypter les interactions sociales et leurs impacts sur les comportements collectifs chez l'humain

L'étude des comportements collectifs chez l'humain connaît aujourd'hui un essor important lié au développement de nouveaux outils numériques et technologiques. De nombreuses techniques de micro-localisation permettent aujourd'hui la collecte de vastes ensembles de données sur des phénomènes jusqu'alors inaccessibles : la mobilité, les interactions et les décisions individuelles au sein de groupes humains. Ces données sont précieuses pour comprendre les mécanismes qui gouvernent de nombreuses dynamiques complexes de groupes humains et notamment le rôle des interactions entre individus sur les choix et les comportements de ces derniers. Depuis plusieurs années, les chercheurs.e.s étudient le rôle des informations publiques ou privées dans les processus décisionnels à l'échelle individuelle et leurs conséquences dans les dynamiques de choix collectif et les mouvements de foules. Ces travaux ont notamment permis de reconstruire les interactions entre piétons dans une foule en déplacement et de modéliser l'influence sociale sur les choix et les décisions individuelles.



Dispositif expérimental utilisé pour analyser les déplacements et les interactions entre piétons. Cette technique développée par le LAAS-Toulouse permet de suivre les déplacements de chaque individu dans le groupe et de leur délivrer en temps réel une information qui va dépendre de l'état de leurs plus proches voisins. Ces expériences permettent de déterminer quelle combinaison d'informations publique et privée permet d'optimiser la capacité d'un groupe à se ségréger et promouvoir ainsi la coopération entre individus. © D. Villa, Sciencemage, CBI/CNRS, Toulouse.

Océan, phytoplancton et turbulences

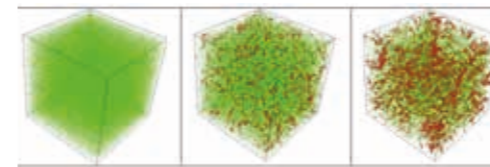


Figure 1 : Visualisation 3D de particules représentant le phytoplancton dans un écoulement turbulent. Les zones en rouge correspondent aux zones de concentration préférentielle (de gauche à droite : le temps caractéristique de réorientation des micro-organismes est de mieux en mieux adapté aux petites échelles de la turbulence ce qui augmente leur capacité à s'accumuler).

Le phytoplancton est à l'origine d'environ la moitié de la production d'oxygène à l'échelle planétaire et constitue l'élément de base de la chaîne alimentaire en milieu marin. La manière dont ces microorganismes unicellulaires se répartissent dans l'espace est très hétérogène, quelle que soit l'échelle d'analyse, avec l'existence de zones de concentration appelées zones d'accumulation préférentielle.

Ces microorganismes ont la faculté de se déplacer de façon autonome. Cette mobilité individuelle a rarement été prise en compte pour expliquer le phénomène d'accumulation préférentielle. Grâce à des modèles expérimentaux de tourbillon et des modélisations numériques, les chercheurs.e.s ont découvert que l'orientation de la nage des microorganismes n'est pas aléatoire. Les cellules nagent vers le haut mais elles sont aussi soumises aux tourbillons de la turbulence. Dans l'océan, la turbulence ne mélange pas le phytoplancton mais le concentre. C'est cette interaction qui conduit à l'accumulation préférentielle observée dans la Figure 1.

Une compréhension détaillée de ces mécanismes conduit à une compréhension de la prédation ou la reproduction et est à la base de l'organisation à petite échelle du paysage écologique de l'océan. Cela est nécessaire pour la régulation de la pêche ou la prédiction de la croissance spectaculaire d'algues toxiques.

Les avions du futur : interaction fluide-structure, entre voilure bio-inspirée et turbulence

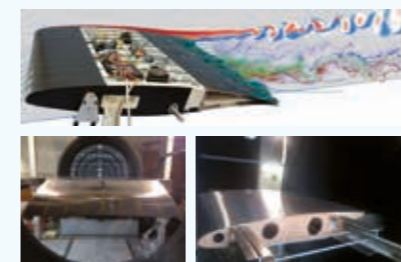


Figure 1. en haut : Interaction fluide-structure autour du prototype en morphing bio-inspiré de l'aile A320 : modification de la structure tourbillonnaire du sillage. En bas : Prototype d'aile d'avion de type A320 avec volet hypersustentateur de corde de 1 m - projet européen SMS. © Marianna Braza - IMFT.

Les interactions entre une voilure déformable et vibrante d'aile d'avion et la turbulence générée par les forces de frottement de l'air sur cette surface solide constituent un système complexe. En effet, cet ensemble dynamique, composé de solide déformable en matériaux électro-actifs intelligents (alliages à mémoire de forme) et de fluide, composé de tourbillons est capable, à différentes échelles de temps et de longueur, d'optimiser sa forme aérodynamique et de produire des vibrations bénéfiques. Cette action, appelée « morphing électroactif », modifie la turbulence environnante en éclatant des tourbillons « néfastes » et en renforçant ceux qui sont « bénéfiques ».

Les scientifiques, en s'inspirant du mouvement des plumes des oiseaux et en modélisant le couplage fluide-structures, vous feront découvrir des ailes d'avion bio-inspirées, déformables et vibrantes en fonction des turbulences du vent. Ces ailes pourront, d'ici quelques années, être mises en service par les aviateurs et permettront d'optimiser les performances aérodynamiques : augmentation de la portance, réduction de la traînée et du bruit aérodynamique et économie de carburant !