



HAL
open science

L'adaptation des forêts au changement climatique

Eric Rigolot, Ivan Scotti

► **To cite this version:**

| Eric Rigolot, Ivan Scotti. L'adaptation des forêts au changement climatique. 2015. <hal-02795693>

HAL Id: hal-02795693

<https://hal.inrae.fr/hal-02795693v1>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization



INRA
SCIENCE & IMPACT

SIA2015



L'INRA AU #SIA2015

CHANGEMENT CLIMATIQUE & AGRICULTURE

21 FÉVRIER // 1^{ER} MARS 2015
Hall 4 allée B / stand n°120





L'INRA AU #SIA2015

Changement climatique & agriculture : comprendre, s'adapter, innover

En cette année 2015 qui verra la France accueillir la COP21* au mois de novembre, le changement climatique sera au cœur des recherches présentées par l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) aux visiteurs du 52^e Salon international de l'Agriculture.

Dans ce contexte où la contribution de la recherche publique agronomique est attendue, nous avons pris le parti, comme chaque année, d'une approche résolument pédagogique pour comprendre le changement climatique, décrypter les stratégies d'adaptation de l'agriculture et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, et découvrir les innovations proposées par les chercheurs.

Le Pavillon de la France à l'exposition universelle « Milan 2015 », qui ouvrira ses portes le 1^{er} mai 2015, sera également mis à l'honneur. Tout au long de l'année écoulée, l'Inra s'est en effet investi, dans le cadre de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (ALL'Envi), dans un travail de construction, avec le Commissariat général de la France, de l'exposition scientifique permanente intitulée « Nourrir la planète, énergie pour demain ».

2015 est aussi l'année internationale des sols. Notre traditionnel colloque, introduit par Stéphane Le Foll, ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, leur sera donc dédié. Il questionnera les connaissances scientifiques indispensables pour préserver les sols dans le cadre de leur utilisation, tout en utilisant les services qu'ils offrent, notamment dans la régulation du climat.

Enfin, notre stand accueillera tout au long du salon huit rencontres impliquant nos partenaires du monde agricole et de l'entreprise, autour des thématiques qui structurent nos grands programmes scientifiques transversaux : sécurité alimentaire mondiale, écosystèmes microbiens, gestion intégrée de la santé des animaux, services écosystémiques, santé des cultures, sélection génomique, protéines dans l'alimentation humaine et animale, changement climatique.

* 21^e conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.

François Houllier
Président-directeur général



A decorative graphic on a blue background. It features several overlapping circles of varying sizes and colors (white, light blue, orange). A dotted white line curves across the right side of the image. The number '1' is prominently displayed in the center of a white circle.

1

COMMENT ADAPTER
LES SYSTÈMES AGRICOLES
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

En étudiant le potentiel biologique et physiologique de cinq espèces

Unité Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage (PEGASE)

Activité : développer des techniques d'élevage et sélectionner des animaux capables de s'adapter aux variations des conditions climatiques.

Les recherches réalisées à l'UMR Inra/Agrocampus Ouest Pegase ont pour objectif d'évaluer la capacité d'adaptation des animaux et des systèmes d'élevage au changement climatique et d'identifier des leviers d'action. Il s'agit de proposer des solutions pour réduire le degré de vulnérabilité des élevages en promouvant des stratégies d'adaptation (modification de la conduite d'élevage, sélection d'animaux « robustes »...). Pour réaliser ces travaux, l'UMR Pegase collabore avec de nombreuses équipes de recherche Inra.

L'objectif de l'UMR Pegase est de comprendre et de prédire la manière dont les animaux et les systèmes de production animale peuvent s'adapter à un contexte en mutation pour améliorer la durabilité et la compétitivité de l'élevage. Le potentiel génétique, la physiologie, l'efficacité alimentaire et les capacités d'adaptation des animaux sont étudiés sur cinq espèces (porcs, bovins, caprins, poulets et canards).

Nos travaux sont caractérisés par une diversité dans :

- les niveaux d'approche : des gènes aux systèmes de production animale et de l'expérimentation animale à la modélisation
- l'étude des fonctions biologiques et stades physiologiques : périnatalité, croissance, lactation, reproduction
- les disciplines : génétique, nutrition, physiologie, éthologie, analyse des systèmes
- les espèces d'élevage étudiées : chèvres laitières, bovins laitiers, porcs, porcs miniatures, poules pondeuses, poulets, canards, dindes.

L'objectif : améliorer la durabilité et la compétitivité de l'élevage.

Sur le stand :

- une animation pour découvrir, au fil des saisons, le comportement d'une vache laitière face aux variations climatiques
- tester les réactions de votre organisme à un changement de température extérieure grâce à une caméra thermique
- découvrir les pistes de recherche pour aider les animaux et les systèmes à s'adapter aux nouvelles conditions climatiques.



Contact :

Jaap van Milgen

02 23 48 56 44

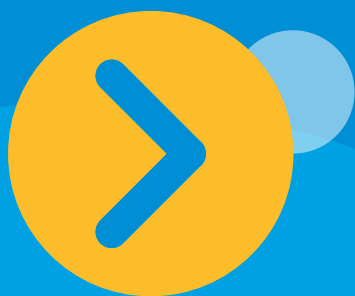
jaap.vanmilgen@rennes.inra.fr

David Renaudeau

02 23 48 70 54

david.renaudeau@rennes.inra.fr

UMR Pegase (Inra/Agrocampus Ouest)
Inra Rennes, Bretagne & Basse-Normandie



FOCUS SUR...

Unité Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage (PEGASE)

Changement climatique : des pistes d'adaptation pour l'élevage

L'élevage devra relever ces prochaines années un double défi : répondre à la demande mondiale croissante des produits animaux et réduire son impact sur l'environnement, avec notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre (actuellement, l'élevage contribue directement et indirectement à environ 15% des émissions de GES). Par ailleurs, l'élevage sera lui-même directement impacté par les perturbations liées au changement climatique (augmentation de la température moyenne et de la fréquence d'épisodes climatiques extrêmes, diminution des précipitations). Pour toutes ces raisons, l'élevage doit s'adapter et les chercheurs de l'Inra explorent les types de mesures possibles (adaptation ou anticipation, correction) et les niveaux d'approches possibles, de l'animal au territoire en passant par l'exploitation.

Le changement climatique va impacter l'élevage soit directement en agissant sur les performances des animaux, soit indirectement en modifiant l'environnement sanitaire (par exemple, l'aire de répartition des pathogènes et de leurs vecteurs, et la virulence de certains de ces pathogènes vont évoluer), la disposition des ressources alimentaires (variation de la productivité des prairies ou des cultures fourragères), et la qualité nutritionnelle des fourrages avec des différences importantes suivant le type de fourrages.

Pour ce qui est des effets de la chaleur, on distingue deux types de stress pour les animaux : un stress chronique dû à l'augmentation moyenne de la température avec des conséquences sur la production, et la longévité des animaux. Le stress aigu de type « vague de chaleur » peut conduire à des mortalités très importantes et des conséquences économiques non négligeables.

➤ Voir aussi la fiche du Presse Info spécial SIA 2015 :
« Sélectionner des volailles résistantes à la chaleur ».

➤ Voir aussi la plaquette de présentation du programme ACCAF de l'Inra :
« Adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique ».
Financé dans le cadre de ce programme, ReColAd, un réseau international sur l'adaptation de l'élevage au changement climatique est coordonné par trois unités de l'Inra (GABI, PEGASE et URZ).





Anticiper ou corriger, de l'animal au bassin de production

Face aux impacts du changement climatique, l'idée est d'agir à différents niveaux en mettant en place des mesures complémentaires, d'anticipation et de correction. Il est aussi important d'évaluer ces propositions au plan socioéconomique et d'acceptabilité par les éleveurs.

A l'échelle de l'animal, la mesure phare d'anticipation est d'augmenter la résilience de l'animal c'est-à-dire augmenter sa capacité à produire sous une contrainte (thermique, de restriction alimentaire ou de pression sanitaire) par la sélection génétique ou la pré-acclimatation.

Concernant des mesures correctives : l'éleveur peut par exemple compenser la réduction de l'ingestion par l'animal en fournissant un aliment plus concentré en protéines ou en énergie ; assurer l'accès à l'eau à volonté et de bonne qualité est également une mesure capitale.

On peut également diminuer les exigences alimentaires en diminuant le niveau de production de l'animal, par l'utilisation d'animaux plus robustes et de potentiel laitier plus faible (races mixtes ou croisements), ou par des lactations plus longues.

A l'échelle de l'exploitation, pour les élevages de ruminants, une mesure d'anticipation sur la conduite des animaux est l'augmentation de la résilience du système fourrager : on réduit le chargement animal sur la surface fourragère, ou on adapte les périodes de vêlage pour avoir des animaux plus nombreux au moment où les ressources alimentaires sont plus disponibles.

A cela peut s'ajouter la modification de la conduite agronomique de l'exploitation : les pâturages plurispécifiques (associant graminées, légumineuses) sont par exemple plus résilients que les prairies monospécifiques. Cette mesure peut être couplée à l'utilisation d'espèces moins sensibles à la chaleur ou au stress hydrique, notamment pour les cultures annuelles. Enfin, l'utilisation d'inter-cultures dans les rotations, ou de cultures à double fin (comme les mélanges céréales-protéagineux, à récolter en ensilage ou en grain) permettent aussi de sécuriser le système et l'approvisionnement fourrager. Pour les monogastriques, élevés en bâtiment en France en général, on peut concevoir des nouveaux bâtiments mieux isolés ou présentant des systèmes permettant de refroidir l'ambiance pour diminuer l'exposition des animaux à la chaleur.

A l'échelle des bassins de production, seules des mesures d'anticipation sont envisageables ; l'inertie très grande du système rend difficile la mise en place de mesures correctives. Il s'agit par exemple de mettre en place des stratégies régionale ou nationale pour la fourniture de fourrages ou d'aliments de substitution (pailles ou céréales) ; des systèmes d'alerte (vagues de chaleur pour les animaux) ; des réserves d'eau ou à l'extrême de proposer la relocalisation de certaines productions dans des régions plus favorables.

Quels défis pour la recherche ?

Les questions fondamentales à résoudre sont d'une part, être capable de fournir des éléments pour évaluer le degré de vulnérabilité de l'élevage au changement climatique, et d'autre part proposer des stratégies d'adaptation pour réduire cette vulnérabilité.

La vulnérabilité dépend des impacts (combinaisons des indicateurs d'exposition comme l'évolution de la température moyenne ou la probabilité d'avoir des vagues de chaleur, et des indicateurs de sensibilité comme la variation du gain de poids des animaux en fonction de la température) et de la capacité d'adaptation des systèmes (qui dépend du type d'élevage, ruminants ou monogastriques, du degré d'intensification...)

Chez le porc, une première évaluation de la vulnérabilité des systèmes d'élevage est réalisée dans le cadre du projet PigChange (voir [►►►](#)). En ce qui concerne les stratégies d'adaptation, elles se basent sur une amélioration des conduites actuelles (« élevage de précision ») et la proposition de solutions innovantes basées en grande partie sur la sélection. Ce dernier point est abordé via le projet ANR PigHeat, coordonné par l'unité de recherches zootechniques du centre Inra Antilles-Guyane).



Un exemple de programme de recherche : PigChange

Le porc est un animal très sensible à la chaleur. En condition de stress thermique, le porc réduit sa consommation d'aliments pour maintenir son homéothermie, ce qui a des conséquences néfastes sur ses performances de croissance et de reproduction. Dans le projet PigChange, les chercheurs de l'Inra* ont évalué la vulnérabilité des élevages de porc face aux conséquences du réchauffement climatique et l'efficacité des solutions actuellement disponibles, mais ils ont également proposé des nouveaux outils pour mieux lutter contre les effets de la chaleur. Ce projet a associé à la fois de la modélisation et l'acquisition de données via des mesures sur des animaux pour trouver des indicateurs de tolérance ou de non tolérance à la chaleur. Ces nouveaux indicateurs pourraient être utilisés pour améliorer les conduites d'élevage actuelles ou la recherche d'outils pour sélectionner des animaux robustes ou tolérant mieux la chaleur.

La prédiction des effets du réchauffement climatique est réalisée en couplant des modèles décrivant le fonctionnement bioclimatique des élevages de porc et des modèles décrivant les réponses animales (couplage de modèles empiriques et mécanistes, avec des séries climatiques prédisant l'évolution du climat pour les 50 ou 100 prochaines années). Sur la base des pertes de production simulées par cette première étape de modélisation, une évaluation de l'efficacité des solutions existantes (nutrition/ « cooling ») est réalisée. La modélisation est également utilisée pour prédire l'efficacité de stratégies de sélection. Enfin, des expériences sur des animaux sont conduites afin de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans les réponses d'acclimatation à la chaleur via une approche de biologie intégrative, d'identifier des bio-marqueurs de l'adaptation à la chaleur. Les paramètres mesurés incluent les réponses de thermorégulation sur l'animal (ingestion, températures corporelles...), sur le compartiment sanguin (hormones, métabolome, transcriptome), sur les tissus régulateurs (hypothalamus, hypophyse, surrénales, thyroïde) et effecteurs (foie, muscle, tissus adipeux) des réponses de thermorégulation (métabolome, transcriptome, histologie).

Les résultats de ce programme seront prochainement dévoilés.

* Collaborent à ce projet des chercheurs de l'UMR PEGASE -unité coordonnatrice- et SAS (Inra Rennes), GenPhyse (Inra Toulouse) et URZ (Inra Antilles-Guyane).

En compilant les données météorologiques

Unité AgroClim

Activité : hiérarchiser les effets du climat présent et futur, en lien avec le changement climatique, sur les agrosystèmes (grandes cultures, arboriculture, viticulture, forêt).

AgroClim assure la gestion du réseau agroclimatique de l'Inra. Ce service recouvre les activités d'installation, de maintenance des stations météorologiques, d'étalonnage des capteurs et de mise à disposition des données. AgroClim est le guichet unique d'entrée des unités Inra pour l'obtention de données auprès de Météo-France.

L'échelle spatiale privilégiée des travaux est nationale. Les échelles de temps concernent à la fois le passé et le présent, le futur à moyen terme (horizon 2050) et long terme (horizon 2100) pour évaluer les risques et/ou les opportunités des agrosystèmes face à l'évolution attendue du climat.

L'objectif : construire un panel d'indicateurs permettant d'étudier les évolutions induites par le climat sur les agrosystèmes.

Sur le stand :

- une station agroclimatique de mesure et la présentation du réseau national Inra
- un service climatique d'impact : la VeilleAgroClimatique.



Contact :
Patrick Bertuzzi
04 32 72 22 25
patrick.bertuzzi@paca.inra.fr

Unité AgroClim
Centre Inra Provence-Alpes-Côte d'Azur

En repensant la viticulture

Programme LACCAGE (Long term impacts and Adaptations to Climate Change in Viticulture and Enology)

Activité : étudier les stratégies d'adaptation au changement climatique pour la vigne et le vin en France.

Avancée des dates de vendanges, stress hydriques plus marqués certaines années pour la vigne, vins plus alcoolisés, moins acides, avec de nouveaux profils aromatiques... Le changement climatique marque déjà la viticulture et les vins français. Ses effets vont s'amplifier, avec des conséquences positives ou négatives, variables selon les vignobles. Comment les viticulteurs peuvent-ils s'adapter ? Quels scénarios pour les régions viticoles françaises en 2050 ?

Ces questions sont à l'origine du projet Laccage (2012-2015) qui fait partie du nouveau programme de l'Inra sur l'adaptation de l'agriculture au changement climatique (Accaf). Ce projet rassemble vingt-trois laboratoires de recherche, répartis dans toute la France, pour évaluer les effets du changement climatique sur la vigne et le vin, explorer les stratégies d'adaptation et proposer des scénarios pour les régions viticoles françaises. L'approche est pluridisciplinaire en mobilisant des travaux de climatologie, génétique, écophysiologie, agronomie, œnologie, économie, sociologie... De multiples solutions sont étudiées, en raisonnant la localisation des vignes en fonction des innovations possibles, depuis le choix du cépage jusqu'aux techniques œnologiques, mais en s'intéressant aussi à l'évolution des préférences des consommateurs et aux transformations de la législation vitivinicole. Les analyses s'effectuent à plusieurs échelles (plante, parcelle, exploitation, vignoble régional et secteur) avec une attention particulière aux niveaux régionaux où se différencient les impacts climatiques et peuvent se coordonner les stratégies d'adaptation.

L'objectif : construire des outils de modélisation pour prédire l'impact du changement climatique sur la viticulture et la production de vin en quantité et qualité. Construire et intégrer les connaissances pluridisciplinaires nécessaires au développement d'innovations susceptible d'aider à l'adaptation au changement climatique. Proposer des scénarios cohérents d'adaptation évalués sur le plan économique, social et environnemental.

Sur le stand :

- les consommateurs peuvent-ils reconnaître et accepter les impacts du changement climatique sur les caractéristiques du vin (alcool, acidité, arôme) : dégustation de vin de Pech Rouge avec taux d'alcool et d'acidité différents
- un dispositif de mesure d'échanges H₂O et CO₂ (chambre d'assimilation) sur grandes plantes, en conditions constantes ou fluctuantes pour étudier les bases génétiques et physiologiques de l'adaptation à la sécheresse, au stress hydrique...
- la localisation/relocalisation des vignobles : étudier la diversité des effets du climat à l'échelle d'un terroir pour simuler les évolutions possibles et montrer les marges de manœuvre disponibles.



Contacts :
Jean-Marc Touzard
04 99 61 24 65
touzard@supagro.inra.fr
Nathalie Ollat
05 57 57 59 30
ollat@bordeaux.inra.fr

Coordinateurs du programme Laccage



En modélisant le fonctionnement de la forêt

Unité de recherche Ecologie des forêts méditerranéennes (URFM)

Activité : comprendre grâce à la simulation et l'expérimentation, les dynamiques des forêts méditerranéennes.

L'URFM construit et anime des projets de recherche-développement dans le domaine de l'écologie des perturbations en prenant en compte l'évaluation des risques biotiques (insectes ravageurs, pollution et perte de diversité génétique) et abiotiques (sécheresse, incendie).

Afin de développer une écologie plus prédictive, l'URFM met en œuvre une approche de modélisation des processus physiques et biologiques, en s'appuyant sur la simulation numérique et l'expérimentation.

- Étude de la dynamique de l'utilisation de l'eau et du bilan de carbone dans les forêts mélangées, hétérogènes en composition et en structure.
- Une approche mécaniste de la dynamique adaptative des populations à différentes échelles spatiales, basée sur l'étude des processus (plasticité, migration et adaptation génétique) contribuant à l'adaptation des arbres forestiers aux variations climatiques.
- Une approche originale de l'écologie du feu fondée sur la simulation numérique de la propagation et des impacts du feu et la caractérisation du combustible forestier.

Les domaines d'application de nos recherches sont la gestion forestière et la conservation des ressources génétiques dans un contexte de changement climatique, ainsi que la prévention des incendies de forêt.

L'objectif : fournir des outils d'aide à la gestion durable des forêts mélangées dans un contexte de perturbations et de changement global.

Sur le stand :

- l'animation « Mont Ventoux ». Illustrer l'effet du changement climatique sur les forêts et engager le public par une « simulation interactive » du processus sur une maquette permettant d'avoir une vue d'ensemble de la composition et de la diversité actuelles des forêts du massif du Mont Ventoux
- trois maquettes de la façade Nord représentant la composition actuelle et les changements prédits de la végétation en 2050 et 2100 à quatre altitudes
- une maquette « interactive » : nous proposons au public de composer, à l'aide de figurines mobiles représentant les différentes espèces d'arbres, la forêt telle qu'elle pourrait être selon des scénarios climatiques, parfois hypothétiques, que nous ferons changer en faisant varier le climat le long de l'altitude
- une maquette altitudinale permettra d'illustrer la méthode des « transplantations réciproques » qui est utilisée par les chercheurs pour évaluer si les peuplements forestiers sont adaptés à leur milieu et si elles sont capables de faire face au changement climatique
- du matériel documentaire (diaporama et vidéo)
- des autocollants « J'aime la forêt » et une fiche de renseignements sur la science participative sur la forêt et le changement climatique.



Contacts :

Eric Rigolot

04 32 72 29 21

eric.rigolot@avignon.inra.fr

Ivan Scotti

04 32 72 29 56

ivan.scotti@paca.inra.fr

Unité Ecologie des forêts méditerranéennes
Centre Inra Paca



FOCUS SUR...

Unité de recherche Ecologie des forêts méditerranéennes (URFM)

L'adaptation des forêts au changement climatique

Les forêts mélangées, avec plusieurs espèces d'arbres et plusieurs classes d'âge, sont-elles avantagées pour répondre au stress hydrique ? Quelles sont les capacités réelles de migration des arbres et des insectes dans le paysage ? Peut-on simuler la propagation des feux de forêts et prédire leurs conséquences écologiques ? Par des approches expérimentales et des modélisations, les chercheurs de l'Inra s'attaquent à ces questions pour comprendre le fonctionnement et la dynamique des forêts méditerranéennes dans un contexte de perturbations et de changement global. Objectif : gérer durablement les ressources forestières et prévenir les feux de forêts.

Les forêts sont des écosystèmes importants du point de vue de leur biodiversité, de la séquestration de carbone, du cycle de l'eau mais également en termes de services économiques (bois, chasse, tourisme). Or, certains des services rendus par nos forêts sont potentiellement menacés par les changements globaux. Il est donc crucial de comprendre les mécanismes naturels d'adaptation des arbres afin de trouver les modes de gestion les plus appropriés.

Comprendre l'adaptation des arbres au changement climatique par la modélisation

Afin de développer une écologie plus prédictive, les chercheurs de l'unité Ecologie des forêts méditerranéennes (URFM) mettent en œuvre une approche de modélisation destinée à caractériser le plus précisément possible les mécanismes impliqués dans l'adaptation (processus physiques et biologiques). En s'appuyant sur la simulation numérique et l'expérimentation, ils ont donc élaboré un modèle couplant la réponse des arbres aux contraintes environnementales, les mécanismes de dispersion et de recrutement, avec l'évolution génétique des caractères adaptatifs au sein des populations. Ce modèle a permis l'étude de l'interaction entre les différents mécanismes impliqués dans l'adaptation de la date de débourrement¹ d'une population de hêtres le long d'un gradient altitudinal. Parmi les résultats obtenus : la sélection peut conduire à une différenciation génétique entre les populations en moins de cinq générations. De plus, la mortalité plus que la reproduction est responsable des différences adaptatives dans le processus de sélection naturelle. Les chercheurs ont également montré que l'évolution génétique a des effets démographiques non négligeables. Grâce à cet outil innovant, les scientifiques vont pouvoir examiner notamment l'impact des variations environnementales à fine échelle (par exemple la profondeur du sol) sur les caractères adaptatifs liés à la réponse au stress hydrique par exemple.

¹ Fin de la période de dormance, le débournement est le moment de l'année où les bourgeons végétatifs et floraux des arbres se développent pour laisser apparaître leur bourge puis ses feuilles et fleurs.

➤ Voir aussi la fiche du Presse Info spécial SIA 2015 : « Changer d'échelle sans perdre les détails, grâce à l'approche de méta-modélisation ».

➤ A noter également la rencontre Inra « Changement climatique : des impacts aux services pour l'adaptation », vendredi 27 février sur le stand de l'Inra de 10h à 12h
Avec l'intervention de François Lefèvre, directeur de recherche Inra à l'URFM, Inra PACA :

« Quel(s) lien(s) entre biodiversité, ressources génétiques et adaptation au changement climatique ? »



Mont Ventoux



Hymenoptera : Torymidae

Le rôle des insectes dans l'évolution des écosystèmes forestiers méditerranéens soumis aux changements globaux

L'impact écologique d'une invasion biologique peut être direct (parasitisme, prédation...) ou indirect (transmission de pathogènes, compétition...). Ces deux types d'impacts s'appliquent particulièrement bien aux insectes invasifs spécialistes des graines du genre *Megastigmus* (Hymenoptera : Torymidae) qui sont connus notamment pour interférer directement avec la reproduction de leurs hôtes en consommant massivement leurs graines.

Les stratégies de reproduction ont un rôle central dans la dynamique des populations animales. A travers une approche résolument pluridisciplinaire, les chercheurs de l'Inra ont étudié spécifiquement les rôles de la phylogénie, de l'écologie et de l'infection bactérienne dans l'évolution et l'expansion de la reproduction asexuée chez ces insectes phytophages. L'association entre la reproduction asexuée et une infection bactérienne dans le genre *Megastigmus* a été démontrée : *Wolbachia* est présent exclusivement chez les espèces de *Megastigmus* asexuées. Chez ces espèces, un traitement antibiotique aidant à l'élimination de *Wolbachia* a permis un retour au mode de reproduction sexué ancestral, confirmant l'implication de cette bactérie dans la reproduction asexuée chez *Megastigmus*. Cela suggère que des transferts horizontaux ont eu un rôle majeur dans la distribution des souches de *Wolbachia* dans le genre *Megastigmus*, sous l'influence de la spécialisation des insectes sur leurs plantes hôtes.

Dans le contexte actuel des modifications des aires de distribution d'espèces par les activités humaines (changement climatique, invasions biologiques), les chercheurs montrent que les chevauchements inédits de niches écologiques en résultant pourraient conduire à une évolution des stratégies de reproduction au sein des communautés d'insectes, avec un impact direct sur la dynamique de leurs populations.

Mieux combattre les incendies par une gestion concertée entre collectivités et bergers

Le sud de l'Europe est une région sujette aux incendies, avec ses étés chauds et secs, sa végétation fortement inflammable et ses terrains accidentés. Durant le siècle dernier, ces paysages méditerranéens et montagnards ont été marqués par un changement important d'usage des terres : une moindre activité agricole et pastorale, une baisse d'exploitation des forêts et un fort exode rural. De plus, avec le changement climatique et la hausse annoncée des températures, ces territoires voient se profiler une menace inquiétante de feux toujours plus destructeurs. La technique du brûlage dirigé est un outil de prévention, fédérateur entre les différents acteurs (collectivités territoriales, services de l'Etat, pompiers, services pastoraux et éleveurs, forestiers...) afin qu'ils œuvrent collectivement aux travaux de prévention dans les territoires soumis aux risques d'incendies. Les chercheurs de l'Inra ont montré l'importance d'un déploiement complémentaire des méthodes traditionnelles de brûlage. Ils rendent compte de la diversité des synergies locales de protection des espaces naturels qui se sont mises en place dans les Pyrénées françaises. En Hautes-Pyrénées par exemple, trois niveaux de difficulté de brûlage ont ainsi été identifiés et les deux niveaux les moins critiques peuvent être effectués par les éleveurs. Il apparaît que ce déploiement participatif du brûlage dirigé dans les Pyrénées a permis le renouveau de l'utilisation de feu traditionnel et sa reconnaissance en matière d'intérêts agronomique et sociologique, pour le maintien d'une agriculture de montagne, actuellement en difficulté, dans les paysages emblématiques de cette région.



Commune de Peypin d'Argues (Vauduse, 84). Feu expérimental par l'équipe de l'Écologie des forêts méditerranéennes d'Avignon. Observateur suivant la progression de la tête de feu



2

COMMENT RÉDUIRE
LES ÉMISSIONS DE GAZ
À EFFET DE SERRE ?

En analysant les microorganismes du sol

Unité Agroécologie

Activité : caractériser la biodiversité, l'activité et l'impact de l'environnement (type de sol, de climat) sur les communautés microbiennes impliquées dans l'émission et la capture de gaz à effet de serre.

L'objectif opérationnel de ces recherches est de caractériser les populations contribuant à l'émission mais également celles contribuant à la capture de ces gaz par les sols afin d'identifier les systèmes agricoles minimisant les émissions voire maximisant la capture de gaz à effet de serre.

Lorsqu'il n'y a pas assez d'oxygène, certains microorganismes du sol sont capables de respirer le nitrate. Ce processus respiratoire est appelé dénitrification. Le nitrate respiré par dénitrification est transformé en gaz soit sous forme de N_2O , un puissant gaz à effet de serre, soit en N_2 qui constitue 79% de notre air.

Certains microorganismes sont capables de transformer le gaz à effet de serre N_2O en N_2 . A titre d'exemple, l'augmentation de la densité des vaches s'accompagne d'une augmentation de la proportion des microorganismes capables de réduire N_2O en N_2 . La cause exacte de cet effet positif des vaches sur les microorganismes n'est pas encore connue car de nombreux facteurs sont modifiés par l'augmentation de la densité des vaches : présence d'urine, fèces, tassement du sol suite au piétinement, pâturage des plantes qui affecte l'humidité du sol, le type de plante... Des travaux sont actuellement en cours pour identifier les pratiques agricoles stimulant les microorganismes capables d'éliminer le N_2O .

Plus généralement, au sein de l'unité, une attention particulière est portée à l'utilisation des légumineuses afin de valoriser les ressources biotiques et abiotiques des sols, aux associations mutualistes entre plantes et microorganismes favorables à la croissance et santé de la plante-hôte, et au contrôle des adventices.

L'objectif : étudier la biodiversité végétale et microbienne ainsi que leurs interactions afin de les préserver et les valoriser lors de la conception de systèmes agricoles durables et économes en intrants.

Sur le stand :

- illustrer l'importance des microorganismes du sol, et de leur diversité, dans l'émission de gaz à effet de serre en particulier N_2O .
- le module principal est un module interactif sur lequel les visiteurs placent des vaches dans un pré. Des capteurs détectent la densité de vaches et renvoient sur un écran informatique l'effet de cette densité sur la communauté de bactéries dénitrifiantes et donc sur l'émission de N_2O versus N_2 . Deux modules complémentaires sont présentés :
 - un jeu interactif sur un écran tactile fait prendre conscience au joueur que la diversité des microorganismes du sol impacte la croissance de plantes, et donc la capture du C atmosphérique dans le sol via la plante, mais aussi les émissions de C depuis le sol. Ce double flux impacte le bilan émission/capture du gaz à effet de serre CO_2
 - la présentation de rhizotrons (issus de notre Plateforme de phénotypage à haute densité) permet la visualisation de racines de légumineuses présentant des mycorhizes et des nodules (respectivement associations symbiotiques avec des champignons et des bactéries) et l'impact de ces symbioses sur la croissance des plantes et leur développement racinaire.



Contact :
Philippe Lemanceau
03 80 69 30 56
philippe.lemanceau@dijon.inra.fr

UMR Agroécologie (Inra/AgroSup Dijon/
Université de Bourgogne)
Centre Inra de Dijon

En caractérisant les cycles carbone et azote

Unité de recherche sur l'Ecosystème prairial (UREP)

Activité : comprendre le fonctionnement de l'écosystème prairial dans un contexte de changement global (climat, utilisation des terres) pour proposer des voies d'adaptation des exploitations.

L'Urep possède une expertise internationale dans le domaine de l'écologie prairiale et plus particulièrement sur l'impact du changement climatique, les bilans de gaz à effet de serre (GES), la séquestration de carbone (C), les cycles carbone et azote (N), les interactions plantes-sol (microorganismes) et herbe-animal, ou encore les effets des pratiques de gestion sur la dynamique prairiale.

Comprendre les variables clés du fonctionnement de ces systèmes et les mécanismes de régulation, voire leur résilience, sont des défis importants. La prise en compte du rôle fonctionnel de la diversité dans la réduction des vulnérabilités des prairies aux aléas, ainsi que l'évaluation des services rendus par ces systèmes est un élément incontournable de leur durabilité.

L'objectif : proposer des pratiques d'exploitation adaptées et pérennes, assurant une gestion raisonnée des ressources du territoire.

Sur le stand :

- présentation d'une chambre automatique de mesure des émissions de N_2O en prairie.



Contacts :

Pascal Carrère

04 73 62 45 85

Pascal.Carrere@clermont.inra.fr

Robert Falcimagne

04 73 62 43 53

Robert.Falcimagne@clermont.inra.fr

Unité de recherche
sur l'Ecosystème prairial
Centre Auvergne - Rhône - Alpes

En modifiant l'alimentation des ruminants

Unité de recherche sur les Herbivores (UMRH)

Activité : mesurer les émissions de méthane « entérique », c'est-à-dire produit par la fermentation des aliments dans le rumen des bovins et des moutons.

Le méthane est un puissant gaz à effet de serre, impliqué dans le réchauffement climatique. L'objectif est de trouver des rations alimentaires permettant de réduire les émissions de méthane. Parallèlement, les chercheurs tentent de percer les mécanismes qui contrôlent la production de méthane, en particulier en analysant le rôle des microbes très actifs dans le rumen.

Plus globalement, l'UMRH a pour mission de proposer des systèmes d'élevage d'herbivores durables et efficaces, intégrant des préoccupations relatives à la protection de l'environnement (dont l'étude du méthane), au respect du bien-être animal et à une qualité toujours accrue des produits, lait et viande, pour l'Homme. Une attention particulière est portée à l'alimentation à base d'herbe.

L'objectif : trouver de nouvelles méthodes d'alimentation des ruminants permettant de réduire le méthane tout en maintenant la production de lait et de viande.

Sur le stand :

- un système de mesure du méthane monté sur une vache en résine grandeur nature
- un système de mesure de la production de méthane *in vitro*.



Contact :

Michel Doreau

04 73 62 41 13

Michel.Doreau@clermont.inra.fr

Unité mixte de recherche
sur les Herbivores
Centre Inra Auvergne-Rhône-Alpes

En générant une cartographie interactive des flux

Unité Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes (ECOSYS)

Activité : l'unité mixte de recherche Inra/AgroParisTech, appréhende d'une manière intégrée le fonctionnement des agroécosystèmes et leurs relations avec l'environnement.

Les travaux de l'unité se basent sur les concepts de l'écologie fonctionnelle et de l'écotoxicologie, prenant en compte les flux de matière et d'énergie et les fonctions des organismes isolés ou en interaction avec leur milieu. Ils s'organisent ainsi autour de la notion de services écosystémiques, l'écologie fonctionnelle fournissant les bases biophysiques des services fournis par les agroécosystèmes.

Ecosys est structurée en quatre pôles disciplinaires (écophysiologie végétale, écotoxicologie, science du sol et bioclimatologie) et cinq axes thématiques (production de biomasse, valorisation des déchets, biodiversité, régulation du climat, régulation de la qualité environnementale).

L'unité gère en particulier les projets ou dispositifs de recherche suivants :

- un système d'observation et d'expérimentation de recherches en environnement (Soere) sur les impacts environnementaux du recyclage de produits résiduels organiques (Pro) sur les écosystèmes cultivés = **Soere Pro**
- un des sites agricoles de l'infrastructure de recherche européenne Icos (pour Integrated Carbon Observation System) dédiée au suivi, sur le long terme (plus de 20 ans), des flux de gaz à effet de serre. Ce dispositif a pour objet la mesure des flux de carbone en Europe et aux alentours sur différentes composantes : les écosystèmes, l'atmosphère et les océans, et ceci au travers d'un réseau de mesures intégré.

L'objectif : mesurer les émissions de gaz à effet de serre produites par l'agriculture, que ce soit directement par les cultures ou bien par les apports de produits résiduels organiques.

Sur le stand :

- dispositif de mesure par eddy covariance : il permet de mesurer directement au-dessus du couvert végétal les échanges de CO₂ et de vapeur d'eau en continu
- système de mesure en conditions contrôlées : permet de mesurer l'accumulation de gaz à effet de serre à la suite d'un apport de fertilisant par exemple
- carte interactive : les données obtenues par les deux précédents systèmes sont ensuite traitées et permettent de générer des cartes d'émissions à différentes échelles.



Contacts :

Enrique Barriuso

01 30 81 53 05

barriuso@grignon.inra.fr

Nicolas Mascher

01.30.81.55.78

nmascher@grignon.inra.fr

Patricia Laville

laville@grignon.inra.fr

UMR Ecosys (Inra/AgroParisTech)

Centre Inra de Versailles-Grignon





FOCUS SUR...

Unité Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes (ECOSYS)

Mesurer les émissions de gaz à effet de serre des sols agricoles

Suite au protocole de Kyoto, l'Union européenne s'est engagée à réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2020. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de proposer des actions visant à atténuer l'ensemble des émissions de GES, y compris par les sols. Comment les conditions pédoclimatiques et les pratiques culturales influencent-elles ces émissions ? Les chercheurs de l'Inra développent des modèles et méthodes expérimentales pour estimer les émissions de GES à des échelles spatiales allant de la « motte de terre » à des petites régions.

En France, l'agriculture contribue pour 18% aux émissions de GES : près de 10% sont liées aux émissions de protoxyde d'azote (N_2O) issues majoritairement des sols agricoles. Le reste provient du méthane (CH_4) produit en grande partie par l'élevage. Les chercheurs de l'unité Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes (Inra Versailles-Grignon, AgroParisTech) étudient tout particulièrement les processus d'émission de N_2O . Ce gaz, troisième gaz le plus important (après le dioxyde de carbone (CO_2) et le méthane) par sa contribution à l'augmentation de l'effet de serre, a un pouvoir de réchauffement 300 fois supérieur à celui du CO_2 . Il est produit dans les sols au cours de processus biologiques liés à l'utilisation des engrais azotés de synthèse ou d'engrais organiques provenant par exemple des déjections animales (lisiers, fumiers). Afin de proposer des actions susceptibles d'atténuer les émissions de GES (notamment de N_2O), le développement de dispositifs de mesures au champ ou au laboratoire sont incontournables. Les chercheurs de l'Inra s'y attèlent et élaborent des méthodes de mesure de l'intensité des émissions suivant différentes pratiques agricoles et contextes pédoclimatiques.

➤ Voir aussi la fiche de presse du Presse Info spécial SIA 2015 : « Impacts à long terme de cultures de Miscanthus sur les caractéristiques des sols et les émissions de gaz à effet de serre ».



Chambres automatiques disposées sur une parcelle d'orge à Grignon



Dispositif de mesure par Eddy covariance



Cylindres de sols

Des modèles à l'échelle régionale ou continentale

Pour extrapoler spatialement et temporellement les émissions gazeuses, les chercheurs utilisent des modèles qui simulent ces flux à partir de variables d'entrée simples telles que les concentrations en azote, en carbone, la température ou l'humidité du sol. Ces variables sont simulées grâce à des modèles biophysiques développés ou utilisés dans l'unité ECOSYS : Modèles « CERES », « Pasim », « NitroScape » permettant de simuler les cycles eau-carbone-azote dans les agroécosystèmes.

Des outils appropriés pour quantifier les émissions de N₂O

La quantification du N₂O par les sols agricoles est incertaine : les émissions de quelques grammes par hectare et par jour sont d'intensité très variable (en fonction de la disponibilité en azote, carbone et selon l'humidité et la température des sols). Cependant, si ces émissions sont faibles par unité de surface agricole, elles s'intègrent à de vastes territoires (environ 7,7 millions d'hectares pour les prairies permanentes et 18,4 millions d'hectares pour les terres arables) et représentent une part importante de sources de GES, d'où l'intérêt majeur de quantifier ces émissions. Il existe différentes méthodes pour évaluer les flux *in situ* à des échelles spatiales différentes :

- Des dispositifs micrométéorologiques de type **Eddy covariance** - Il s'agit de méthodes intégratrices qui permettent d'évaluer les flux à des échelles de l'ordre de un à plusieurs hectares. Cet outil est constitué d'un anémomètre sonique couplé à un analyseur rapide de gaz placés au milieu d'une parcelle agricole.
- Des méthodes locales dites de « **chambres à accumulation** » fournissent une estimation sur des surfaces généralement inférieures au mètre carré. Le principe consiste à insérer dans le sol une enceinte close et à évaluer la vitesse d'accumulation du gaz qui diffuse dans l'enceinte.
- Ces techniques de chambres à accumulation ont été adaptées pour mesurer les émissions de N₂O en **conditions contrôlées au laboratoire**. Le principe est identique et ces mesures permettent de contrôler les conditions de mesure et de comparer plus facilement par exemple l'effet de la forme d'engrais apportée sur la production de N₂O.

ESCAPADE : Evaluation de Scénarios sur la Cascade de l'Azote dans les Paysages Agricoles et moDELisation territoriale

Lancé le 1^{er} février 2013, le projet Escapade, coordonné par l'Unité Ecosys réunit 11 partenaires (organismes d'enseignement et de recherche, un institut technique et deux coopératives). Ce projet, financé par l'Agence Nationale de la Recherche, vise à rechercher des voies innovantes de gestion de l'azote et des mosaïques paysagères à l'échelle du territoire, pour réduire les pertes d'azote dans l'environnement, et ainsi préserver durablement les agroécosystèmes tout en maintenant la productivité des systèmes de production. Les actions locales, à l'échelle de la parcelle, du bâtiment d'élevage ou de l'exploitation agricole, ne permettent pas de maîtriser tous les impacts des pertes d'azote. Des leviers d'action doivent être recherchés à des échelles plus larges, supra-parcellaires, correspondant aux échelles d'évaluation des impacts. Ceci nécessite d'intégrer la cascade des processus de transferts et de transformations de l'azote dans l'ensemble des compartiments des territoires, de considérer l'azote sous toutes ses formes, de quantifier par des mesures et des modèles les flux et les pertes d'azote dans l'environnement, en particulier les émissions indirectes de N₂O résultant d'interactions spatiales complexes, puis d'évaluer des scénarios innovants de gestion de l'azote et des mosaïques paysagères dans les territoires.

<http://www.n-escapade.fr/>



3

QUELLES INNOVATIONS
AU SERVICE DES DÉCISIONS ?

Des dispositifs d'observation, de la molécule à l'espace

Unité Interactions sol plante atmosphère (ISPA)

Activité : étudier les interactions entre agriculture et environnement dans les écosystèmes exploités (agricoles, aquacoles, forestiers) et leurs impacts sur l'environnement (sol, eau, biodiversité, gaz à effet de serre).



L'UMR Ispa s'intéresse aux flux et cycles de matière (carbone, azote, phosphore, potassium, eau, particules, contaminants) et d'énergie dans les écosystèmes anthropisés forestiers et agricoles afin d'améliorer la gestion des ressources et la productivité végétale, en quantité et en qualité, en respectant l'environnement, dans un contexte de changement global.

Une partie des recherches de l'UMR Ispa se focalise sur la réponse des écosystèmes agricoles et forestiers aux changements climatiques et événements extrêmes (sécheresse, tempête), en étudiant les flux de carbone et d'eau et le fonctionnement des couverts végétaux. Les échelles spatiales d'analyse vont de l'infiniment petit (molécule), au global pour l'analyse des impacts. Pour cela, nos travaux s'appuient notamment sur des réseaux d'observations (Icos, Europhen) et des données satellitaires pour suivre la phénologie et les flux d'eau et de CO₂ dans les couverts.

Les autres thématiques de l'UMR concernent : les cycles biogéochimiques des nutriments en lien avec la fertilité des sols afin d'optimiser l'utilisation des ressources pour produire durablement, les impacts des contaminants métalliques sur la qualité des sols agricoles et des récoltes, la dynamique du vent et des plantes à l'échelle du paysage, l'ancrage racinaire des arbres, et la dispersion atmosphérique de particules biotiques et abiotiques.

L'objectif : bénéficier d'indicateurs du changement climatique et des gaz à effet de serre, grâce à des dispositifs d'observation déployés au cœur même des écosystèmes (sol et végétation), dans l'atmosphère (mesures par avion et grandes tours) et depuis l'espace (satellite).

Sur le stand :

- la mesure et l'analyse des gaz à effet de serre (Icos) et l'observation de la phénologie (Europhen)
- l'observation par satellite du cycle de l'eau dans le sol et la végétation.

Contacts :

Laurence Denaix

05 57 12 25 10

laurence.denaix@bordeaux.inra.fr

Jean-Pierre Lagouarde

05 57 12 24 32

jean-pierre.lagouarde@bordeaux.inra.fr

Denis Loustau

05 57 12 28 51

Denis.Loustau@bordeaux.inra.fr

Lisa Wingate

05 57 12 24 31

lisa.wingate@bordeaux.inra.fr

UMR Ispa (Inra/Bordeaux Sciences Agro)
Centre Inra de Bordeaux-Aquitaine

Des microorganismes producteurs de biocarburants

Laboratoire d'Ingénierie des systèmes biologiques et procédés (LISBP)

Activité : convertir en hydrocarbures le carbone issu de déchets agricoles (paille, copeaux de bois, déchets forestiers...) avec fermentation à partir de levures et de bactéries.

Le contexte économique, environnemental et législatif favorise l'émergence et le développement de filières alternatives performantes de substitution de ressources fossiles dans les secteurs de l'énergie et de la chimie. Le LISBP, leader dans la biologie de synthèse, se positionne de façon novatrice en associant des compétences des sciences du vivant et des sciences pour l'ingénieur, pour des avancées scientifiques et appliquées en biologie, microbiologie, biocatalyse enzymatique, fermentation et procédés.

Les lipides constituent des molécules à fort potentiel. Ils sont majoritairement issus de la transformation de produits d'origine végétale ou animale. De façon plus innovante, la voie microbienne de production de lipides qui consiste en la conversion par des levures et bactéries de substrats carbonés constitue une alternative prometteuse à la voie végétale avec des avantages incontestables :

- l'utilisation d'une grande diversité de ressources renouvelables, d'effluents et de coproduits industriels qui permet d'envisager une production en huile partiellement découplée du cours du pétrole
- la modulation du profil lipidique en fonction des contraintes d'usage par le choix des souches et des stratégies de procédés
- un procédé de production robuste aux performances reproductibles, indépendantes des contraintes climatiques et géopolitiques, selon une technologie mature jusqu'à l'échelle industrielle.

A suivre dans ce cadre le projet ProBio3, lancé en 2012 : production biocatalytique de bioproduits lipidiques à partir de matières premières renouvelables et coproduits industriels.

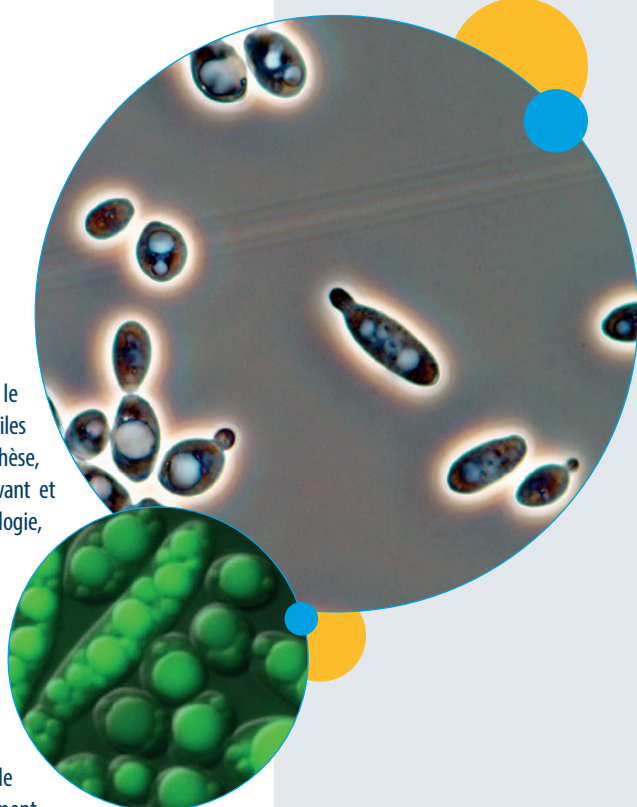
Les principaux objectifs du LISBP sont :

- l'identification de ressources renouvelables agricoles et coproduits industriels adaptés aux exigences nutritionnelles des microorganismes oléagineux
- la sélection et l'élaboration de souches performantes
- le développement de bioprocédés intensifs de production de lipides
- la preuve de faisabilité de la filière (m³) avec l'évaluation des impacts environnementaux, économiques et sociétaux.

L'objectif : répondre aux enjeux sociétaux et environnementaux, notamment en matière de développement durable, avec des applications dans les biotechnologies industrielles (alimentaire, santé, chimie, énergie, cosmétique).

Sur le stand :

- jeu pour les enfants : memory, jeu de 7 familles, dessine-moi un microbe
- substrats
- bac à ultrason
- Erlenmeyer avec huile, moûts de fermentation.



Contacts :

Laure Akomia (chef de projet ProBio3)

Inra Transfert

01 42 75 94 43

Laure.akomia@paris.inra.fr

Carole Molina-Jouve

(coordinatrice ProBio3)

05 61 55 94 47

Carole.Jouve@insa-toulouse.fr

Laboratoire d'Ingénierie des systèmes biologiques et procédés (CNRS/Inra/Insa)
Institut national des sciences appliquées - Toulouse

Des prototypes de bioraffinerie environnementale

Laboratoire de Biotechnologie de l'environnement (LBE)

Activité : concevoir, mettre en œuvre et optimiser des procédés biologiques innovants autour de filières durables de valorisation et/ou traitement de différents résidus et biomasses.

Le LBE mène des recherches centrées sur le concept de la bioraffinerie environnementale. Le concept de bioraffinerie peut se définir comme une « industrie bio-intégrée, produisant à partir de la biomasse et au moyen d'une variété de technologies, à la fois des produits chimiques, des biocarburants, de l'énergie, des agromatériaux (incluant les fibres végétales) et des aliments et ingrédients alimentaires » (source : Consortium Biorefiner Euroview).

Les activités du LBE se concentrent sur la production de bioénergies (par exemple le biométhane et le biohydrogène par des écosystèmes anaérobies), et le traitement et/ou valorisation des rejets de l'activité humaine, qu'il s'agisse d'effluents liquides (agroalimentaires en particulier), de résidus solides (résidus agricoles, déchets ménagers et boues issues des stations d'épuration) ou de biomasses spécifiques telles que les micro ou macro-algues. Cette valorisation se décline en intégrant explicitement les contraintes d'innocuité sanitaire (par exemple liées à la présence de résidus pharmaceutiques, de détergents et/ou de pathogènes...).

L'ensemble de ces recherches couvre un très large spectre de compétences disciplinaires : microbiologie, écologie microbienne, génie biologique, génie des procédés, modélisation, automatique, analyse en cycles de vie, ingénierie de projet et développement technologique et innovation.

L'objectif : élargir les potentialités des procédés de dépollution, valoriser les sous-produits et développer la bioéconomie.

Sur le stand :

- réacteur pilote de digestion anaérobie en voie sèche pour traitement des résidus agricoles
- réacteurs bio-électrochimiques
- maquette d'une installation de méthanisation à la ferme.



Contacts :

Isabelle Berger

04 68 42 51 89

isabelle.berger@supagro.inra.fr

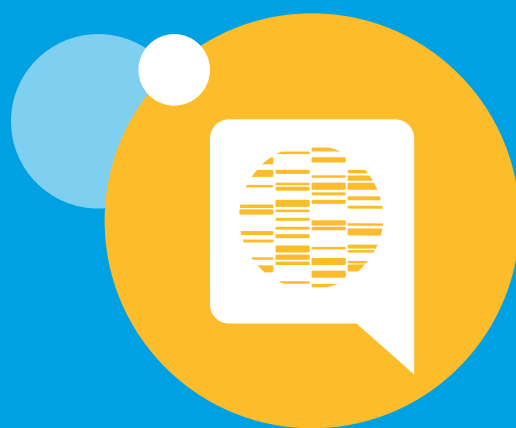
Jean-Philippe Steyer

04 68 42 51 89

jean-philippe.steyer@supagro.inra.fr

LBE

Centre Inra de Montpellier



LES RENCONTRES DE L'INRA



Les enjeux de la sécurité alimentaire mondiale : regards des porteurs d'enjeux et questions à la recherche

Lundi 23 février 2015 // de 10h à 12h

Contribuer via la recherche à relever le défi de la sécurité alimentaire mondiale est une priorité de l'Inra et du Cirad. A cette fin, les scientifiques des deux institutions développent des travaux à différentes échelles d'analyse, du niveau local à celui de la planète, disciplinaires ou pluridisciplinaires, sur les différentes dimensions de la sécurité alimentaire. Ils abordent ainsi des questions aussi variées que l'étude des transitions alimentaires mondiales, l'analyse des évolutions des performances agronomiques et zootechniques des systèmes de production agricole de par le monde, les disponibilités en terres pour un usage agricole et les conditions d'accès à celles-ci, ou encore la gouvernance de la sécurité alimentaire mondiale.

L'objectif de la rencontre est alors, sur la base de présentations de différents acteurs partenaires des deux institutions de recherche, de préciser la façon dont ceux-ci abordent la thématique de la sécurité alimentaire mondiale compte tenu de leurs missions, comment ils s'organisent pour y répondre et quelles sont leurs attentes à l'égard de la recherche agronomique.

La rencontre est organisée en lien avec l'Association française pour le développement (AFD). Elle abordera les questions de l'accès des petits producteurs aux marchés et de la réduction des pertes et gaspillages, des transitions dans les systèmes de production agricole en lien avec les usages de ressources naturelles, ainsi que la thématique des équilibres des marchés de produits agricoles dans le contexte du développement des usages non alimentaires de la biomasse et de la concurrence au moins potentielle entre usages alternatifs des terres. Une large place sera laissée aux échanges entre les chercheurs, les partenaires et la salle, l'objectif étant de parvenir à une plus forte adéquation entre l'offre et la demande de recherches.



Intrants médicamenteux en agriculture et en santé : les écosystèmes microbiens sont-ils un problème ou une solution ?

Lundi 23 février 2015 // de 14h30 à 16h30

Les questions soulevées par l'usage des intrants médicamenteux en agriculture dans le domaine de la santé animale sont largement similaires à celles rencontrées en santé humaine. Ainsi, l'utilisation excessive d'antibiotiques ces dernières décennies a conduit à un problème majeur de santé publique (émergence de bactéries multirésistantes, persistance des antibiotiques dans l'environnement), et a mené à la mise en place de plans d'action gouvernementaux pour rationaliser les prescriptions et préserver leur efficacité.

Dans tous les cas, les écosystèmes microbiens jouent des rôles cruciaux : en tant que réservoirs de molécules antimicrobiennes, qui sont des régulateurs naturels des populations de microorganismes ; dans l'apparition, la transmission et la persistance des résistances microbiennes dans l'environnement, en raison de l'augmentation de la pression sélective due à un usage excessif des intrants médicamenteux permettant aux microorganismes résistants de se répandre ; mais peuvent néanmoins apporter des solutions en piégeant ou dégradant des intrants médicamenteux.

Les questions posées par les scientifiques sont donc les suivantes :

- peut-on espérer trouver de nouvelles molécules efficaces produites par des microorganismes ?
- quels rôles des écosystèmes microbiens dans la propagation des résistances ? Quel impact de l'épandage ?
- quelles pistes pour réduire l'utilisation d'antibiotiques ?
- quels rôles des écosystèmes microbiens dans la dépollution ? Quelles limites et capacités à détruire les intrants médicamenteux ?



Gestion intégrée de la santé des animaux : intégrer les attentes des parties prenantes et co-construire les recherches

Mardi 24 février 2015 // de 10h à 12h

Déployé par l'Inra en 2011, le métaprogramme « Gestion intégrée de la santé des animaux » (Gisa) a pour objectif de fédérer et de coordonner des disciplines complémentaires pour concevoir des modes innovants et intégrés de gestion de la santé animale en élevage. A l'échelle de la planète, les pertes directes imputables aux maladies des animaux d'élevage sont estimées à 20% des productions. De surcroît, ces pertes de production accroissent l'empreinte carbone des activités agricoles. Réduire ces pertes inscrit précisément l'élevage dans des modes de production efficaces et durables.

Le séminaire consacré au métaprogramme Gisa présentera quatre exemples de projets en cours de réalisation qui ont fédéré diverses parties prenantes à l'élevage. Ainsi, les effets de levier engendrés par ces projets seront directement illustrés par les partenaires professionnels qui s'y sont investis.

Les thèmes abordés seront : la recherche intégrée au bénéfice de la santé en élevage biologique, la gestion raisonnée d'une maladie d'élevage à l'échelle d'un vaste territoire, la réduction des usages des antimicrobiens en élevage et la gestion intégrée du bien-être des animaux en élevage productif.

Quatre binômes d'acteurs de ces projets présenteront leur perception du partenariat au sein de ces projets multidisciplinaires à visées finalisées, applicables en condition de production.



Les services écosystémiques : regards d'acteurs

Mercredi 25 février 2015 // de 10h à 12h

La notion de service écosystémique -bénéfices fournis par les écosystèmes à l'humanité- interroge le rôle et la place de l'homme dans les écosystèmes. Son opérationnalisation reste à réaliser et nécessite une approche systémique. En tant que gestionnaire d'une grande partie des écosystèmes continentaux, l'agriculture est amenée à jouer un rôle crucial dans cette opérationnalisation. La proposition d'un métaprogramme Inra consacré aux services rendus par les agroécosystèmes répond à cette attente, dans la continuité du chantier Agroécologie de l'Inra.

La recherche de compromis entre les services fournis par les agroécosystèmes fait intervenir des acteurs des territoires à la fois professionnels et institutionnels. Pour illustrer la diversité des points de vue, nous vous proposons l'intervention de quatre représentants de différents acteurs des territoires et des filières, de l'échelle locale à l'échelle nationale. Chacun d'entre eux présentera le cadre et le contexte de son action et du projet qu'il porte. Il sera ensuite invité à expliciter les attentes qu'il a vis-à-vis de l'Inra en terme de programme de recherche sur les services écosystémiques et à explorer les modalités d'interaction envisageables avec l'Inra.

La première session donnera ainsi la parole à des exploitants agricoles au travers d'une intervention de la FNCIVAM et à un gestionnaire de territoires illustré par l'initiative innovante portée par le projet départemental Biovallée de la Drôme. Au cours de la deuxième session, le séminaire donnera la parole aux gestionnaires de politiques publiques, illustrées par la mise en œuvre du programme EFESU du MEDDE, et à un gestionnaire de fonds publics qui met en œuvre des actions de compensation écologique au travers d'une intervention de la Caisse des dépôts et consignation - Biodiversité. Enfin, la dernière intervention portera un regard sur la cohérence des politiques publiques en termes de préservation de la biodiversité et des services associés.



Innovier pour assurer la santé des cultures

Mercredi 25 février 2015 // de 14h30 à 16h30

L'agriculture est engagée dans une transition vers des systèmes plus durables visant une double performance économique et environnementale. Ce séminaire s'inscrit dans cette évolution en présentant un panorama d'innovations qui contribuent toutes à réduire la dépendance aux pesticides dans le domaine de la santé des cultures.

Cette année, les interventions mettront plus particulièrement l'accent sur les approches utilisant la connaissance des systèmes biologiques, dont la finalité est d'anticiper et d'agir en amont des actions curatives. Un premier thème portera sur les innovations permettant d'augmenter notre capacité de prévision des risques phytosanitaires et des émergences d'organismes nuisibles, que ce soit par des outils de détection et de diagnostic, des systèmes d'information ou des dispositifs de veille épidémiologique. Un deuxième thème portera sur l'utilisation des régulations naturelles, du contrôle biologique et des capacités des plantes à se défendre et se protéger elles-mêmes.



Déploiement de la sélection génomique dans les filières animales et végétales et attentes des acteurs vis-à-vis de la recherche publique

Jeudi 26 février 2015 // de 10h à 12h

Au titre de ses priorités, l'Inra mène des recherches visant à développer des agricultures multiperformantes sur les plans productif, économique, environnemental et social dans le cadre d'un aménagement équilibré des territoires valorisant au mieux des ressources génétiques adaptées.

La génétique est un outil de choix pour adapter les ressources animales et végétales aux enjeux économiques, environnementaux et sociétaux. Dans cette perspective, le développement à large échelle de la sélection génomique est un atout d'importance première pour relever ces défis. Si les bovins laitiers ont été la première filière pour laquelle la sélection génomique s'est mise en place et est aujourd'hui d'usage généralisé, son déploiement dans les autres espèces animales et dans le monde végétal pose des questions de recherche et de recherche-développement, et requiert des innovations pour tenir compte des spécificités des espèces et des filières correspondantes.

L'objectif de la rencontre est alors de présenter les points de vue de différents acteurs de la sélection génomique œuvrant dans les mondes des bovins, des petits ruminants, des semences végétales ainsi que du palmier à huile. Il s'agit via les présentations de ces quatre partenaires de la recherche de présenter leurs spécificités respectives, leurs perspectives en matière de développement de la sélection génomique et dans ce cadre, leurs attentes à l'égard de la recherche. La rencontre permettra alors de débattre avec les chercheurs dans la perspective de mieux favoriser la correspondance entre l'offre et la demande de recherches, ici dans le domaine de la sélection génomique.



Les protéines : un enjeu majeur pour une alimentation humaine et animale plus durable

Jeudi 26 février 2015 // de 14h30 à 16h30

L'alimentation durable est un enjeu environnemental et économique mondial majeur. Des leviers d'action au niveau des consommateurs et des filières permettent d'orienter l'offre alimentaire vers une alimentation plus respectueuse de l'environnement et moins consommatrice de ressources tout en garantissant une bonne valeur nutritionnelle. Le projet européen LiveWell for Life a ainsi permis de dégager huit recommandations pour aider à développer des régimes sains et durables.

Dans ce contexte, la question de l'équilibre entre protéines animales et protéines végétales est étroitement liée à l'accessibilité aux protéines de bonne qualité nutritionnelle pour l'Homme et des régimes à faible impact carbone peuvent contribuer à la réduction des gaz à effet de serre. Ceci s'inscrit dans le contexte actuel d'accroissement de la demande mondiale en protéines. Ainsi, des sources de protéines complémentaires doivent être envisagées, tant pour l'alimentation animale que pour l'Homme. Les légumineuses fourragères ou à graines ont en particulier un faible impact environnemental et sont des sources privilégiées de protéines associées à d'autres nutriments ; combinées à des céréales et à des légumes, elles contribuent à un bon équilibre alimentaire et présentent un bénéfice agroécologique. Leur production en France et en Europe reste toutefois limitée en raison de verrous à l'amont comme à l'aval qu'il conviendra de lever.

Au-delà des sources végétales, les insectes représentent une nouvelle filière à explorer tant pour l'alimentation animale que pour l'alimentation humaine tout en tenant compte de l'acceptabilité sociale et culturelle et des contraintes environnementales, sanitaires et réglementaires.



Changement climatique : des impacts aux services pour l'adaptation

Vendredi 27 février 2015 // de 10h à 12h

Le changement climatique affecte le monde et il est urgent d'en évaluer les impacts, en particulier dans le domaine agricole, tout en recherchant et en testant des pistes pour adapter les agro- et écosystèmes aux conditions futures. C'est ce à quoi contribue la recherche lorsqu'elle se demande par exemple si la diversité constitue une source d'adaptation des milieux naturels au changement climatique, notamment pour les forêts et les prairies. Les deux premières interventions de cette rencontre montreront comment porteurs d'enjeux et scientifiques cherchent à mieux connaître la diversité, à comprendre quelle est l'ampleur des changements qui peuvent l'affecter, mais aussi dans quelle mesure elle peut contribuer à la résilience et à la productivité de ces systèmes.

Outre des éléments de réponse à ces questions larges, quel soutien la recherche apporte-t-elle aux acteurs agricoles, dans le cadre de l'adaptation au changement climatique ? Comment imaginer des solutions et des services en appui à la gestion et à la décision agricole ? Les trois dernières présentations de cette rencontre se concentreront sur les services climatiques - ou services pour l'adaptation -, et sur les outils pour mieux réfléchir à l'amplitude des impacts et à l'efficacité de stratégies pour l'adaptation.

La rencontre « Changement climatique : des impacts aux services pour l'adaptation » est organisée en lien avec le métaprogramme « Adaptation au changement climatique de l'agriculture et de la forêt » de l'Inra (ACCAF).





Le Colloque de l'Inra
au salon de l'agriculture

LE COLLOQUE DU SIA2015

colloque.inra.fr/sia2015-sols

Mardi 24 février 2015 //
de 13h50 à 18h15
Hall 4 // Salle Europe

LE COLLOQUE DU SIA

Les sols : des services et des usages

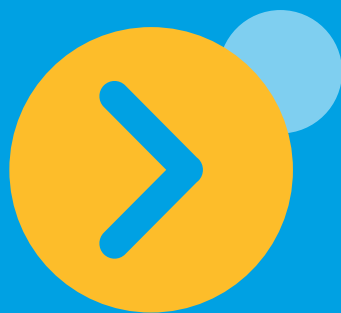
L'Organisation des Nations Unies (ONU) a déclaré 2015 Année internationale des sols. Dans cette perspective, l'Inra a décidé de consacrer son colloque annuel du Salon international de l'agriculture 2015 aux sols.

Les sols occupent aujourd'hui une place très importante dans les débats publics et dans la sphère scientifique. Cette ressource rare et fragile est indispensable à l'humanité, tant par ses fonctions de production que par ses fonctions environnementales. Elle est au cœur des enjeux de sécurité alimentaire mondiale et de services rendus par les écosystèmes, qu'ils soient naturels ou cultivés. Déforestation, extension des terres cultivées, développement de l'urbanisation, dégradations et pollutions, atténuation du changement climatique, qualité et rétention des eaux, maintien de la biodiversité sont des questions qui concernent directement les sols. Ceux-ci sont très divers dans leur constitution et leur fonctionnement. Les connaissances indispensables pour mieux les préserver et les gérer représentent un enjeu scientifique de premier ordre.

La première partie du colloque sera alors consacrée aux acquis de la recherche en termes (i) de variabilité des sols, avec un focus sur sa composante biologique qui représente un front de science très actif, (ii) de services rendus par les sols, notamment celui de la régulation du climat et de son rôle pour lutter contre les changements climatiques, (iii) de gestion des sols au travers des pratiques des agriculteurs en vue d'optimiser les différents services écosystémiques attendus.

L'importance des services rendus par les sols font que de très nombreux acteurs ont de fortes attentes vis-à-vis de ces derniers, parfois si ce n'est souvent avec points de vue et des intérêts divergents. La seconde partie du colloque sera alors consacrée aux différents usages des sols et aux conflits associés, aux conséquences qui en résultent pour le marché foncier national d'une part, pour la sécurité alimentaire mondiale d'autre part.

Des grands témoins réagiront à l'issue de chaque partie à la présentation des travaux conduits par les chercheurs de l'Inra et leurs partenaires de façon à initier le débat avec la salle qui suivra.



PLANNING SIA 2015 // DU 21 FÉVRIER AU 1^{ER} MARS

Lundi 23	10h – 12h	Les enjeux de la sécurité alimentaire mondiale : regards des porteurs d'enjeux et questions à la recherche	Stand Inra Hall 4
	14h30 – 16h30	Intrants médicamenteux en agriculture et en santé : les écosystèmes microbiens sont-ils un problème ou une solution ?	Stand Inra Hall 4
Mardi 24	10h – 12h	Gestion intégrée de la santé des animaux : intégrer les attentes des parties prenantes et co-construire les recherches	Stand Inra Hall 4
	14h – 18h45	Colloque : « Les sols : des services et des usages »	Salle Europe Hall 4
Mercredi 25	10h – 12h	Les services écosystémiques : regards d'acteurs	Stand Inra Hall 4
	14h30 – 16h30	Innover pour assurer la santé des cultures	Stand Inra Hall 4
Jeudi 26	10h – 12h	Déploiement de la sélection génomique dans les filières animales et végétales et attentes des acteurs vis-à-vis de la recherche publique	Stand Inra Hall 4
	14h30 – 16h30	Les protéines : un enjeu majeur pour une alimentation humaine et animale plus durable	Stand Inra Hall 4
Vendredi 27	10h – 12h	Changement climatique : des impacts aux services pour l'adaptation	Stand Inra Hall 4
	14h30 – 15h30	Les rendez-vous de l'emploi	Stand Inra Hall 4

147, rue de l'Université
75338 PARIS Cedex 7



inra.fr



Membre fondateur de

