



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

RAPPORT D'ACTIVITÉ



2021

AgroParisTech
Talents d'une planète soutenable



2021, ANNÉE DE TRANSITIONS

« **Transition** : passage progressif d'un état à un autre », nous rappelle tout dictionnaire. Énergétique, environnementale, alimentaire, numérique... la transition est désormais un terme familier. Et pour AgroParisTech, c'est au pluriel qu'il reflète une année 2021 pleine d'évolutions !

La première transition qui nous vient à l'esprit est celle liée au **changement climatique et à ses conséquences**.

Ces bouleversements sont désormais au cœur du quotidien de chacun. Ils le sont aussi particulièrement pour notre institut, à travers ses thématiques de formation et de recherche : biodiversité, eau, forêts, agriculture, santé, etc. Quel domaine n'est-il pas affecté ?

Nous continuons d'adapter nos recherches pour progresser dans les savoirs et savoir-faire et nous faisons évoluer nos formations pour qu'elles restent en phase avec les réalités que rencontrent ou rencontreront nos étudiants dans leurs missions. Nos élèves mesurent l'importance des défis à relever. Nous constatons à quel point ils veulent s'engager et agir sur le terrain, à quel point ils veulent acquérir les compétences nécessaires pour accompagner et juguler les effets du changement climatique.

Dans cette année de **transition dans l'adaptation à la Covid-19**, un quotidien habituel a peu à peu repris ses droits grâce à la solidarité et aux efforts de tous. Cette résilience devrait être renforcée par la participation d'AgroParisTech au projet Hercule, qui élabore une stratégie de transformation numérique et pédagogique au sein du consortium d'établissements publics de l'enseignement supérieur agricole.

Nous voulons saluer ici l'initiative originale des étudiants du Master européen FIPDES (*Food Innovation and Product Design*) : ils ont mis à profit les périodes de confinements pour enfileur leur tablier de cuisine et nous mijoter *The Cooking Passport*, un magnifique ouvrage rassemblant 50 recettes de tous pays.

Une autre transition – qui explique cet éditorial à quatre mains – est le **changement de directeur général à la tête d'AgroParisTech** en novembre. Nous partageons des visions similaires quant au rôle de l'institut dans les sciences et industries du vivant et de l'environnement et, de là, pour la société tout entière. La mise en œuvre de ces visions évoluera, du fait de nos personnalités et parcours différents, sans doute. Mais elle changera surtout parce qu'AgroParisTech a préparé de grandes transformations dans son organisation cette année.

2021 a en effet été une année d'intense préparation au **rassemblement de nos quatre sites franciliens sur le campus de Paris-Saclay** : les personnels et infrastructures de Grignon, Massy, Claude Bernard et de l'avenue du Maine ont commencé à rejoindre les nouveaux bâtiments de Palaiseau, sur le plateau de Saclay. Cet important projet immobilier et humain s'est accompagné de la confirmation de l'université Paris-Saclay comme initiative d'excellence. Par ailleurs cette transition vers un site francilien unique a été l'occasion d'une **transformation de l'organisation interne**, séparant distinctement les activités du siège de celles de chacun des campus.

L'année 2021 a également été jalonnée par plusieurs faits marquants. Nous ne pourrions passer sous silence la mobilisation née au sein de la communauté étudiante à l'annonce de la vente programmée du Domaine de Grignon. Après le blocage par les étudiants durant trois semaines de ce site historique de l'institut, la communauté AgroParisTech – étudiants, alumni et personnels – a été chargée de transmettre réflexions et propositions sur



© AgroParisTech

© Gilles Arbwick



Les **sites en région** portent une part de l'identité d'AgroParisTech. Ils ont continué à porter haut les couleurs de l'institut et à le faire évoluer. Saluons notamment la poursuite des importants travaux immobiliers engagés à Nancy; la labellisation I-SITE de l'Université de Lorraine, avec laquelle le campus de Nancy entretient des liens étroits, et qui représente une validation de notre politique partenariale en régions; ou encore la création d'une antenne d'AgroParisTech à Orléans, qui accueille notre nouvelle Chaire de cosmétologie ainsi que la dominante d'approfondissement de 3^e année du cursus ingénieur «Cosm'éthique». Notre volonté est et restera que l'institut noue des partenariats étroits avec les universités, au sein des territoires sur lesquels il est implanté.

En termes de faits marquants, signalons enfin le dynamisme des start-up d'AgroParisTech et les levées de fond, de plus de 11 millions d'euros en 2021, qui ont profité, par exemple, à Néolithe dans la GreenTech, Umiami dans la FoodTech, ou encore à Seed In Tech pour l'AgriTech.

Notre **excellence académique** a obtenu, en 2021, une nouvelle reconnaissance avec la labellisation Qualiopi de notre CFA (Centre de formation des apprentis). Par ailleurs l'obtention du label Bienvenue en France salue le **haut niveau de notre accueil des étudiants internationaux**, un label obtenu malgré la pandémie grâce aux efforts de tous.

L'année 2021 a vu AgroParisTech connaître et entreprendre de nombreuses transitions. Ce rapport d'activité illustre tout le dynamisme et la détermination de l'institut à participer, par sa contribution aux savoirs et à leur transmission, à l'ensemble des évolutions en cours dans ses secteurs d'intervention.



© Christian Dao – AgroParisTech



Laurent Buisson, directeur général d'AgroParisTech



Gilles Trystram, directeur général d'AgroParisTech de 2011 à 2021



SOMMAIRE

2 ÉDITO

4 PRODUCTION AGRICOLE ET FORESTIÈRE

14 TRANSFORMATION ALIMENTAIRE ET NON-ALIMENTAIRE

24 GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

32 SANTÉ HUMAINE

38 LES FAITS MARQUANTS

PRODUCTION AGRICOLE ET FORESTIÈRE



© Célia Larcher – AgroParisTech

RÉINVENTER LES MODÈLES DE PRODUCTION: LES APPORTS D'AGROPARISTECH

Souveraineté alimentaire, pression sur les ressources en eau, dégradation des sols, prise de conscience des impacts des pratiques humaines sur la biodiversité et le changement climatique... Pour répondre à cet enjeu et à ces contraintes, tout en assurant la sécurité alimentaire de tous, l'heure est à la conception de nouveaux modèles agricoles et forestiers.

Si les enjeux de compétitivité ne doivent évidemment pas être perdus de vue, de nouvelles manières de produire doivent être développées et enseignées. Ce contexte fait peser une grande responsabilité sur un établissement comme AgroParisTech, notamment pour son rôle dans la formation des cadres qui accompagneront cette transition agro-écologique.

La transition agro-écologique, une notion clé

Le développement d'une agriculture et d'une gestion forestière tout à la fois productrices, prenant davantage en compte les enjeux de souveraineté, respectueuses de l'environnement et adaptées au changement climatique, est

au cœur des missions d'AgroParisTech. L'institut s'attache à accompagner les secteurs agricole et forestier dans cette transition. En agriculture, cela passe par la mise en place de nouveaux circuits de distribution (circuits courts par exemple) mais aussi par la réorganisation des systèmes de production, pour un niveau de production suffisant, une plus grande sobriété en ressources, une réduction de certains intrants, voire l'arrêt total de leur usage.

La forêt fait quant à elle face à des enjeux de transition écologique et énergétique comme d'adaptation au changement climatique. Il s'agit, pour Myriam Legay, directrice du campus d'AgroParisTech-Nancy dédié à la forêt, de « penser l'utilisation en cascade de la ressource bois qui,

selon sa qualité, pourra être bois d'œuvre, puis bois d'industrie avant de finir valorisé en bois énergie». Ce recyclage, pour lequel beaucoup de travail reste encore à mettre en œuvre, permettrait d'optimiser l'impact carbone de chaque m3 de bois extrait. Enfin, agriculture et forêt sont concernées par l'adaptation au changement climatique et la contribution à son atténuation via, notamment, le stockage de carbone dans les sols ou dans le bois.



© Célia Larcher – AgroParisTech

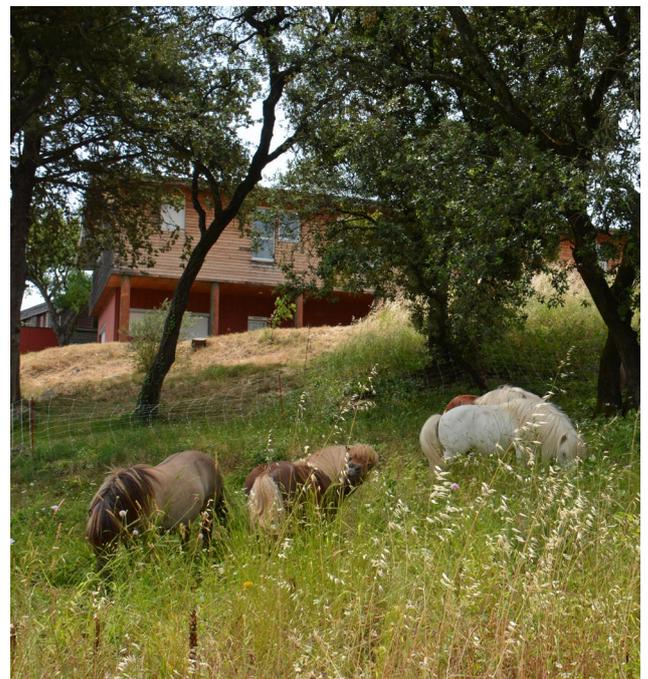
Une offre pédagogique entre continuité et mutation

Sur le fond, la stratégie pédagogique d'AgroParisTech pour répondre à ces enjeux reste la même: donner aux étudiants une base de connaissances et de méthodes construite sur un socle scientifique très solide. Un point sur lequel insiste Jean Roger-Estrade, professeur d'agronomie à AgroParisTech et vice-président du département d'enseignement SIAFEE (Sciences et ingénierie agronomiques, forestières, de l'eau et de l'environnement): «*L'attente des étudiants est allée plus vite que ce que nous avons anticipé mais notre souhait n'est pas de prendre position pour tel ou tel type d'agriculture. Plusieurs chemins sont possibles vers la transition agro-écologique. À nous de leur donner les méthodes pour mettre en évidence les leviers qui permettront de changer de manière de produire.*»

Côté forêt, émerge la nécessité de prendre en compte la volonté croissante des usagers de participer à la gouvernance des forêts, pensées comme des biens communs. Les compromis indispensables à effectuer, pour fournir une production tout en préservant les autres services agro-sylvo-écosystémiques attendus, s'étagent sur des échelles qui vont de la parcelle à des territoires beaucoup plus vastes, nécessitant des approches transversales. Quatre grands types d'ingénierie auxquels le département SIAFEE contribue ont ainsi été identifiés: l'ingénierie territoriale, agro-écologique, forestière et environnementale.

Agro-écologie et changement climatique, au cœur de la recherche

Au sein d'AgroParisTech, l'enseignement s'adosse à la recherche à laquelle participent les enseignants-chercheurs, au sein d'unités mixtes de recherche (UMR). La prise en compte des impacts liés à la pollution des eaux, à l'érosion des sols ou à celle de la biodiversité a réorienté la recherche de l'institut, faisant du concept de services écosystémiques l'une des notions qui guident les choix en recherche comme en enseignement. Ces 10 à 15 dernières années, l'importance du changement climatique a conduit au recrutement d'agronomes possédant souvent des connaissances en climatologie et en écologie. Pour la forêt, le changement climatique est devenu une question traversant l'ensemble des enseignements. Les collaborations avec les sciences sociales se font également plus nombreuses, tant elles sont nécessaires pour l'accompagnement à la transition écologique. Enfin, AgroParisTech entend mettre la révolution numérique, à l'œuvre dans tous les secteurs d'activité aujourd'hui, au service du secteurs agricole et sylvicole et de la formation de ses futurs acteurs.



© Rodolphe Savalli – AgroParisTech



« LES NOUVELLES TECHNIQUES GÉNOMIQUES DOIVENT SERVIR À TRANSFORMER NOTRE SYSTÈME AGRO-ALIMENTAIRE »

Trois questions à Guy Richard, président du conseil scientifique d'AgroParisTech, directeur de recherche et directeur de l'expertise scientifique collective, de la prospective et des études d'INRAE.

// Pouvez-vous nous expliquer ce que sont les nouvelles techniques génomiques (NGT) ?

Les mutations sont un phénomène spontané dans le cycle de vie des plantes. Pour la sélection variétale un certain nombre de techniques ont été développées, dans le but de provoquer ces mutations par des stress chimiques ou physiques, mais sans maîtrise sur leur cible. Avec l'édition du génome, nous gagnons en efficacité et en précision : il est possible de muter uniquement le gène (ou les gènes) qui nous intéresse. Cela demande une bonne connaissance de la composition du génome de la plante sur laquelle on travaille et de la fonction du gène ciblé. Et bien sûr cela fonctionne d'autant mieux que le caractère que l'on cherche à modifier est simple, c'est-à-dire qu'il ne dépend que d'un seul gène.

// Quel est le dynamisme de ce secteur de recherche ?

Ces technologies ont une vingtaine d'années, une dizaine pour CRISPR-Cas9 qui a vraiment révolutionné le domaine par sa précision de mutation. Si certaines plantes, comme le pois ou le tournesol, sont récalcitrantes à l'édition du génome, près de 150 espèces ont déjà été travaillées. C'est en particulier le cas du riz, de la tomate, du maïs et du soja, des cultures essentielles pour la Chine et les États-

Unis, qui sont les deux pays ayant le plus contribué aux près de 2500 publications sur l'édition du génome chez les végétaux. Les caractères majoritairement concernés relèvent du fonctionnement général de la plante (architecture, phénologie...) et de la qualité des produits (pour les fruits et légumes notamment). Pour notre priorité actuelle – l'écologisation de l'agriculture et l'adaptation au changement climatique –, la question de la pertinence de ces techniques se pose : les caractères qu'il nous faut améliorer sont multiples et complexes, ils couvrent notamment les interactions entre les organismes vivants. Dans cette optique INRAE coordonne le PEPR (Programme et Équipement Prioritaire de Recherche) « Sélection variétale avancée face aux changements climatiques », doté de 30 millions d'euros. L'un des projets cibles de ce programme, dédié à l'édition génomiques des grandes cultures, est porté par un professeur d'AgroParisTech.

// Comment AgroParisTech peut-il se mettre en ordre de marche pour construire sa stratégie scientifique sur les NGT ?

Il existe déjà des compétences en interne à AgroParisTech, notamment chez les biologistes du département Sciences de la vie et Santé. Pour aller de cet existant vers une stratégie cohérente, il faut avant toute chose prendre du recul. Il ne s'agit pas de développer l'édition génomique pour elle-même mais au service de la transition agro-écologique et de la transformation du système agro-alimentaire. Cela nécessite d'établir un état des lieux de qui produit la connaissance, où et avec quelles modalités. Ensuite, de déterminer quelle place AgroParisTech veut donner à ces questions dans son enseignement. Enfin, côté recherche, de définir les compétences que l'institut a intérêt à développer, quels équipements financer et quels partenariats mettre en place ou renforcer, par exemple à l'international.



« LA PANDÉMIE A PERMIS DE DÉVELOPPER LES RELATIONS ENTRE PROFESSEURS DE NOTRE PROGRAMME INTERNATIONAL »

//
3 QUESTIONS
//

Christophe Sodore, directeur des relations internationales et européennes à AgroParisTech, dresse le bilan de PUMA et revient sur la façon dont ce programme franco-argentin de coopération entre institutions d'enseignement supérieur et de recherche a su s'adapter à la pandémie de Covid-19.

// Dans quel cadre ce programme s'inscrit-il ?

Les programmes de mobilité académique ARFAGRI (ARgentine France AGRiculture) sont des éléments de la politique bilatérale de coopération entre nos deux pays. PUMA (Programme Universitaire Mobilité et Agro-écologie) fait partie des trois programmes dans lesquels nous sommes impliqués. Lancés en 2015, pour trois ans, ils ont été renouvelés en 2018. Nous en sommes partie prenante car la mobilité étudiante représente pour nous un vecteur important d'internationalisation. Notre école a d'ailleurs un historique de relations avec la faculté d'agronomie de l'université de Buenos Aires. Depuis le début de PUMA, 39 étudiants français et 17 étudiants argentins ont profité de ces bourses de mobilité.

// Comment la pandémie a-t-elle impacté ce programme ?

Les trois élèves français partis dans le cadre de PUMA en 2020 ont dû être rapatriés à l'instant où l'Argentine fermait ses frontières. Sur l'année 2021, les différences de politique sanitaire et l'enseignement à distance, majoritaire dans les universités argentines, n'ont pas permis de poursuivre les échanges. Mais nous souhaitons conserver le lien avec nos partenaires. Nous avons donc mis en place un cycle de 10 webinaires, chacun donné par l'une des six écoles françaises et des quatre universités argentines impliquées dans PUMA. Adressé aux professeurs mais ouvert aux élèves, il a rencontré un succès certain et permis d'améliorer la connaissance que chacun avait de ses partenaires.

// Quel avenir pour cette collaboration ?

Même s'il a été prorogé à cause de la pandémie, PUMA s'arrêtera fin 2022. Mais en novembre de cette année auront lieu deux événements déterminants: le forum ARFAGRI 2022, où seront lancés les appels à projet des futurs programmes, et le salon de l'enseignement supérieur argentin, dont la France est invitée d'honneur. Avec l'ensemble des partenaires du programme, nous avons saisi cette opportunité pour organiser un séminaire à l'université nationale de Rosario. Ce sera l'occasion de discuter de la forme que prendra notre partenariat à l'avenir et de se revoir enfin !



DOUBLE DIPLÔME D'EXPERTISE FORESTIÈRE INTERNATIONALE: RETOUR D'EXPÉRIENCE D'UN ÉTUDIANT

FOCUS

L'Université de Valladolid (Espagne) et le campus d'AgroParisTech à Nancy se sont associés pour proposer un double Master 2 d'expertise en gestion forestière, entièrement dispensé en anglais. 17 étudiants ont composé la première promotion de ce double diplôme Master : parcours Forest and their Environment (FEN) et Master DATAFOREST. José Carlos Porto, l'un de ces étudiants, nous a raconté son parcours.

«Je suis originaire d'une région rurale du nord-ouest de l'Espagne. J'ai fait ma licence en ingénierie forestière à l'université de Vigo parce que je voulais contribuer à résoudre les futurs défis environnementaux. Voulant approfondir le domaine des nouvelles technologies appliquées à la foresterie, j'ai rejoint le master en gestion forestière basé sur la science des données (DATAFOREST) de l'Université de Valladolid. Python, bases de données SQL, télédétection et statistiques avancées sont quelques-uns des outils que j'ai appris à maîtriser là-bas.

J'ai ensuite eu l'opportunité de rejoindre le tout nouveau double diplôme DATAFOREST – Forest and their Environment (FEN) avec AgroParisTech. J'y ai appris davantage sur la dynamique forestière et ai amélioré mes compétences en modélisation et en statistiques. Mon stage de six mois à l'UMR-Silva (AgroParisTech-INRAE-Université de Lorraine), m'a permis de travailler sur l'analyse de modèles forestiers prédictifs tout en côtoyant des chercheurs de haut niveau. De plus, l'ambiance sur le campus avec des étudiants internationaux et français est formidable! »

FOCUS

CHANGEMENT CLIMATIQUE: COMMENT ADAPTER LA SYLVICULTURE DANS LA GRANDE RÉGION

Multiplication des attaques de ravageurs, des maladies, des événements météorologiques extrêmes... Le changement climatique provoque de nombreuses crises dans le monde de la forêt. Pour s'y adapter, la sylviculture s'oriente vers des pratiques rendant la forêt plus résiliente. Et pour cela, quoi de mieux que de s'inspirer des processus naturels qui régissent les écosystèmes forestiers? C'est le pari d'ASKAFOR, un projet de recherche interrégional réalisé dans la Grande Région (Lorraine, Grand-Duché du Luxembourg, Wallonie et Landers allemands de Sarre et Rhénanie-Palatinat).

La SMCC, clé de l'adaptation?

L'approche dite de «sylviculture mélangée à couvert continu» (SMCC) s'appuie notamment sur le mélange des essences, une préférence pour la régénération naturelle par rapport à la plantation et le maintien d'un couvert forestier continu. Celui-ci évite donc au maximum les coupes rases. La gestion forestière se faisant à l'échelle de l'arbre, elle permet à la fois de garantir l'approvisionnement de la filière en bois de qualités différentes pour divers usages,

et de conserver des arbres pour leur valeur d'habitat écologique. Le maintien de sous-étages forestiers améliore également la capacité d'accueil de la biodiversité.

Quatre pays, et un objectif commun

ASKAFOR (*Adapted Skills and Knowledge for Adaptive Forests*) est un projet européen de deux ans qui a débuté le 1^{er} janvier 2021. Ce projet de près d'1,5 million d'euros, financé à hauteur de 60 % par le Fonds européen de développement régional, regroupe une quinzaine de partenaires français, belges, luxembourgeois et allemands. Son but ? Mettre en place un référentiel commun pour la SMCC, installer un réseau international de forêts de référence et créer des sites de formations dédiés. Un volet de recherche scientifique vise également à adapter un simulateur forestier à la modélisation de l'évolution des forêts gérées en SMCC, à développer des guides techniques et à effectuer une étude sociologique pour identifier les freins au développement de cette sylviculture innovante. Enfin, un volet de communication entend sensibiliser aux enjeux de cette méthode de gestion forestière « plus proche de la nature », s'appuyant sur les outils de diffusion multimédia ainsi que des conférences et workshops.

/// Pour en savoir plus : <https://askafor.eu>



Forêt d'Auberive © PN Forêts



Forêt d'Auberive © PN Forêts

FOCUS

TRANSITION ÉCOLOGIQUE : AGROPARISTECH « S'EnTET »

Les effets du changement climatique sur la forêt se font déjà ressentir. Face à cette réalité, les acteurs forestiers s'interrogent sur leurs pratiques de gestion et pensent l'adaptation des peuplements. De fait, des processus de transition écologique sont déjà à l'œuvre un peu partout dans le pays. Le projet de recherche S'EnTET (S'Engager dans la Transition Écologique dans les Territoires), financé par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) sur la période 2019-2022, s'est attaché à mieux les comprendre, pour mieux les accompagner.

Les SHS à la manœuvre

Coordonné par Marieke Blondet, une anthropologue de l'UMR Silva*, ce projet a permis d'analyser les processus de transition écologique sur trois territoires forestiers :

le Pays d'Épinal, dans les Vosges, le parc national de forêts, à cheval sur les départements de Côte-d'Or et de Haute-Marne, et le parc naturel régional du Haut-Languedoc. Des enquêtes de terrain ont été menées sur l'engagement des individus et des organismes dans les dynamiques de transition territoriale : qui se mobilise ? Pourquoi ? Comment ? Avec quels freins ou leviers ? Les chercheurs ont ensuite interrogé l'effet du territoire et de ses dynamiques sur ces processus, la façon dont initiatives privées et publiques s'articulent, les modes de gouvernance.

Outils de la transition

En s'appuyant sur ce constat de l'existant, S'EnTET a donné lieu à l'élaboration d'un outil visant la co-construction, par l'ensemble des parties prenantes, d'actions de transition écologique. Déployé dans les territoires partenaires lors d'ateliers participatifs, il est complété d'un kit méthodologique d'accompagnement et de fiches descriptives de projets types, à destination des territoires.

* AgroParisTech-INRAE-Université de Lorraine

L'AGRICULTURE URBAINE, UN BOOSTER DE BIODIVERSITÉ ?

L'essor de l'agriculture urbaine répond au besoin de nature exprimé par les citoyens. Si plusieurs études ont montré l'impact réel de cette végétalisation sur divers services écosystémiques (gestion des eaux de pluie, réduction des îlots de chaleur...), la préservation de la biodiversité, enjeu majeur du 21^e siècle, restait cependant peu étudiée. Depuis septembre 2021, la démarche est en cours, dans le cadre de la Chaire partenariale «Agricultures urbaines, services écosystémiques et alimentation des villes». L'objectif est de déterminer comment les principes de l'agro-écologie peuvent être transférés en toitures, productives ou non, et ce qu'apporte leur végétalisation pour la biodiversité urbaine et sa dynamique.



© Gilles Arbwick



© AgroParisTech

De l'état de l'art à la mise en place d'outils d'évaluation

Ce projet de recherche sur cinq ans a débuté par le travail d'un post-doctorant en écologie végétale, engagé dans une synthèse exhaustive des connaissances bibliographiques et de terrain sur la biodiversité des infrastructures urbaines vertes, type toiture végétalisée. En parallèle, un travail d'enquête auprès des donneurs d'ordre permettra d'identifier les indicateurs utilisés ou manquants pour les prises de décision. À partir de mars 2023, une thèse fera le suivi des pratiques des exploitants de toitures et de leurs impacts, dans l'idée de proposer un outil d'évaluation de la biodiversité d'une toiture ou d'un quartier. Après réalisation, au cours de l'année 2026, cet outil devra être présenté aux pouvoirs publics pour être intégré dans des systèmes d'aide à la décision.

/// Pour en savoir plus: <https://www.chaire-agricultures-urbaines.org/presentation>

SECURAGRI: UNE PLATEFORME POUR FAIRE FACE À LA POLLUTION DES SOLS

SecurAgri est une plateforme dédiée à l'évaluation et à la gestion des risques liés à la présence de polluants dans les sols cultivés ou en projets agricoles. Lancée début 2021 par AgroParisTech Innovation, elle a pour triple mission l'accompagnement et la formation des parties prenantes faisant face à un enjeu de pollution, ainsi que la recherche sur l'impact de ces dernières. En juin 2022 a été lancé le site web présentant la plateforme et ses missions, ainsi que des ressources sur le sujet.

/// Pour en savoir plus: <https://www.securagri.fr/>

/

FONDATION
/

© Marios Gkortsilas – Unsplash

/

FONDATION
/

ALLIANCE H@RVEST : METTRE LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'AGRITECH

Le 11 octobre 2021 a eu lieu le premier conseil d'orientation et d'évaluation de l'Alliance H@rvest, une chaire partenariale inédite. À la fois chaire de mécénat – financée par ses partenaires industriels et le programme des Investissements d'avenir – et de recherche appliquée, elle associe AgroParisTech et sa fondation, Telecom Paris, AgreenTech Valley, UniLaSalle, Sofiproteol, la Société du Canal de Provence, le groupe Exxel et Terres Inovia.

Son objectif ? Faire émerger des solutions numériques innovantes, permettant notamment d'augmenter les rendements par l'exploitation de données massives à l'aide de satellites ou drones, et d'aider à la supervision agricole pour optimiser l'irrigation et l'utilisation des produits phytosanitaires. L'aval de la filière n'est pas en reste, avec l'ambition de développer des outils destinés à la traçabilité sécurisée des biens alimentaires tout au long de la chaîne logistique, jusqu'au consommateur. Enfin, accompagner cette transition numérique passera par une offre de formation aux métiers de l'agriculture connectée.

UN SOUTIEN À LA DÉCOUVERTE DE L'AGRO-FORESTERIE INTERNATIONALE

« Sous l'ombre de l'arbre » (SOA) est une association étudiante loi 1901, créée en 2019 par des étudiants d'AgroParisTech pour témoigner de la diversité de l'agroforesterie dans les différentes régions du monde. Après la France en 2020, pandémie oblige, en 2021, cinq élèves sont partis à la rencontre des acteurs de l'agroforesterie dans les Balkans. Dans le cadre de son initiative S'engager!, la Fondation AgroParisTech leur a apporté un soutien financier ainsi que l'accès à un catalogue d'appels à projets, du mécénat de compétences et de la visibilité. *« L'aide de la Fondation nous a permis de monter le projet "Les Yeux vers l'Orient" et de réaliser sereinement un documentaire de qualité dont nous sommes fiers. Nous espérons qu'il insufflera l'envie à d'autres d'analyser en quoi l'arbre est essentiel pour l'agriculture de demain »,* témoignent Mohamed Ali Hatimy, Lucas Veysman, Antoine Perdereau et Louise Mariani. Leur appel a été entendu : la promotion 2022 est partie en Asie Centrale, de l'Ouzbékistan à la Chine en passant par la Russie, traçant ainsi des *« nouvelles routes de la SOA »*.

/// Pour en savoir plus :

<https://souslombredelarbre.wixsite.com/website-1>

UNE BASE DE DONNÉES DES SÉQUENCES CULTURALES EN FRANCE

EN BREF

Faire se succéder les cultures d'une saison sur l'autre présente de nombreux bénéfices et constitue un levier majeur de l'écologisation des pratiques agricoles. Si le recensement des séquences (ou successions) culturales peut se faire par enquête, l'outil informatique rend le processus plus rapide et précis. RPG Explorer, créé en 2016 par l'UMR SADAPT (AgroParisTech-INRAE), exploite ainsi les données des registres parcellaires graphiques (RPG) déclarés annuellement par les agriculteurs dans leur demande d'aides à la politique agricole commune.

Dans une publication parue en 2021, Philippe Martin, professeur à AgroParisTech, et ses collègues ont ainsi établi les successions de cultures pour l'ensemble de la France, à l'échelle de la parcelle, de 2007 à 2019. Disponibles sous format *shape file* ou fichier *csv*, les résultats par département sont accessibles sur l'entrepôt de données Data INRAE. Déjà téléchargés plus de 56 000 fois, ils seront actualisés annuellement.

P. Martin et al., Recherche Data Gouv, 2021



© Matt Seymour – Unsplash

EN BREF

BIOCONTRÔLE : TOUTES LES BANDES FLEURIES NE SE VALENT PAS

La gestion des insectes ravageurs fait face à l'accroissement des résistances aux produits phytosanitaires. En parallèle, les attentes sociétales poussent vers des modes de régulation plus naturels. L'installation de bandes fleuries pour accueillir les espèces auxiliaires, prédatrices des ravageurs, est un élément phare de ces nouvelles approches. Cependant, une expérimentation au champ sur des cultures mixtes de colza et féverole a mis en évidence l'importance de la composition de ces mélanges floraux pour leur efficacité. Elle conclut que les mélanges soutenant les auxiliaires de grandes cultures doivent être composés de plantes pérennes, sélectionnées pour leur capacité à fournir du nectar aux auxiliaires.

A. Gardarin, J. Pigot et M. Valantin-Morison, Scientific Reports, 2021

/ EN BREF /

UN LABEL DE QUALITÉ POUR L'OLEF



© AgroParisTech

L'Observatoire pour l'économie de la forêt (OLEF) est une plateforme rassemblant un grand volume de données, notamment économiques, relatives à la forêt, au bois et aux principaux produits dérivés. Son but: les pérenniser et les valoriser en facilitant la recherche, l'expertise et l'enseignement dans le domaine de l'économie forestière. En 2019, OLEF a intégré le programme INFRA+ de Lorraine Université d'Excellence (LUE), qui met en réseau et accompagne les infrastructures de recherche dans une démarche qualité. Moins d'un an plus tard, la plateforme s'est vu attribuer le plus haut niveau du label Structures d'appui à la recherche LUE (StAR LUE) pour une durée de six ans. Reportée à cause de la Covid-19, la cérémonie de labellisation a eu lieu le 15 octobre 2021.

Pour en savoir plus : <https://beta-economics.fr/plateformes/olef/>

UN CAP POUR FAIRE ÉVOLUER L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AGRICOLE

/ EN BREF /

Constitué en 2021, le Comité d'analyse prospective (CAP) «Agricultures» a commencé ses travaux en mars 2022. Il a pour but d'établir des préconisations pour l'évolution de l'enseignement dans le domaine de l'agriculture à AgroParisTech. Deux réunions plénières et des entretiens individuels permettront à des experts du domaine de prendre connaissance de l'existant en termes de formation et d'exprimer leur perception de l'évolution du secteur. Ils jugeront ensuite de l'adéquation entre ces tendances et l'offre actuelle d'enseignement. Ces avis viendront nourrir les propositions d'évolution de l'offre pédagogique formulées par les personnels d'AgroParisTech. Le rapport de synthèse finale des travaux du CAP devrait être présenté aux instances de l'école à l'automne 2023.

TRANSFORMATION ALIMENTAIRE ET NON-ALIMENTAIRE



© Christophe Peus – AgroParisTech

LE SECTEUR DE LA TRANSFORMATION EN PLEINE... TRANSFORMATION

Évolutions des pratiques agricoles, économies d'énergie et d'eau, réduction des déchets, goût et opinion des consommateurs, etc. Autant de défis auxquels les secteurs de la transformation alimentaire et non-alimentaire doivent faire face, et auxquels les chercheurs d'AgroParisTech apportent leur contribution.

La filière de la transformation alimentaire est le premier secteur industriel en France, avec plus de 430 000 personnes employées et un chiffre d'affaires de 198 milliards d'euros. Mais il doit faire face à plusieurs enjeux, à commencer par la modification des modes de culture. «*Les pratiques agricoles évoluent, notamment pour répondre aux problématiques environnementales et à la pression des consommateurs*», détaille Pierre Giampaoli, professeur à AgroParisTech, au sein du département Sciences et procédés des aliments et bioproduits (SPAB). *Or cela impacte fortement la transformation alimentaire, qui doit travailler avec des ingrédients moins transformés, voire différents.*»

Les chercheurs d'AgroParisTech se penchent par exemple sur la substitution des protéines animales par des protéines végétales: certains composés présents dans les végétaux donnent une amertume à l'aliment, ce qui peut conduire au rejet par le consommateur. Il faut donc trouver des formulations et des procédés de fabrication qui permettent de conserver les propriétés nutritionnelles des végétaux, tout en satisfaisant le goût.



© AgroParisTech

Des recherches menées sur l'ensemble de la chaîne de valeur

À cet enjeu s'ajoutent les nécessaires économies de ressources pour les procédés de la transformation alimentaire eux-mêmes. Trop gourmands en énergie ou en eau, ils doivent être modifiés... mais cela peut impacter, là encore, le produit obtenu. Pour étudier ces modifications et trouver des solutions, les scientifiques d'AgroParisTech s'appuient notamment sur la modélisation. « Celle-ci permet de simuler les transformations chimique et physique en fonction des différents paramètres du procédé appliqué, ce qui permet de connaître pour finir les propriétés de l'aliment, explique le chercheur. Ces outils sont très importants pour gagner en temps et en expérimentation. » Le département SPAB étudie ainsi toute la chaîne de la transformation alimentaire, depuis la ressource en matières premières et les procédés à développer, jusqu'aux analyses sensorielles auprès des consommateurs, en passant par les solutions de valorisation des sous-produits. Car seul un travail global permettra de répondre aux défis que pose la prise en compte d'exigences à la fois environnementales, éthiques, nutritionnelles et organoleptiques.

Identifier et valoriser des co-produits

C'est également en combinant les expertises que le secteur de la transformation non-alimentaire compte répondre à son objectif principal actuel: la valorisation des co-produits. « Le but est de les transformer, par des procédés éco-compatibles, en des molécules ou des matériaux présentant une valeur ajoutée, résume Florent Allais, directeur de l'URD ABI (Agro-biotechnologies industrielles) d'AgroParisTech. D'un côté cela diversifie les revenus des agriculteurs tout en proposant de nouveaux produits durables et de l'autre, c'est une solution contre le dérèglement climatique, via la substitution des ressources pétrolières par la biomasse. »

Pour apporter leur contribution à cette ambition mondiale, les chercheurs d'AgroParisTech travaillent à l'identification des co-produits disponibles sur le territoire national et peu valorisés: son de blé, pulpe de betterave, son de moutarde, tourteau de colza, racine d'endive, sciure de bois... et cherchent les molécules qui peuvent en être extraites pour ensuite les transformer en produits à haute valeur ajoutée. Plusieurs gammes de molécules anti-UV pour la cosmétique ont par exemple été développées: biosourcées, produites selon des procédés verts et durables, elles sont biodégradables et non toxiques. « Pour de telles recherches, il faut de l'interdisciplinarité: de la chimie verte, de la biotechnologie, du génie des procédés, de la toxicologie. La grande force d'AgroParisTech est que toutes ces expertises ou presque se trouvent entre nos murs. »



© AgroParisTech



« NOUS AVONS PUBLIÉ LA RÉFÉRENCE DE LA GASTRONOMIE MOLÉCULAIRE »

Un ouvrage majeur a vu le jour en 2021: le *Handbook of Molecular Gastronomy* (CRC Press). Hervé This, directeur du Centre international de gastronomie moléculaire et physique AgroParisTech-INRAE, en a coordonné la publication.



3 QUESTIONS



En quoi la publication de ce manuel est-elle importante ?

Le *Handbook of Molecular Gastronomy* est un poids lourd, dans tous les sens du terme: 894 pages réparties en 150 chapitres, écrits par autant d'auteurs issus de 23 pays. C'est la nouvelle référence en gastronomie moléculaire. Cette discipline scientifique, qui a toute sa place dans les universités et les centres de recherche, est à ne pas confondre avec la cuisine moléculaire, qui, comme son nom l'indique, se pratique en cuisine.

Comment l'ouvrage est-il structuré ?

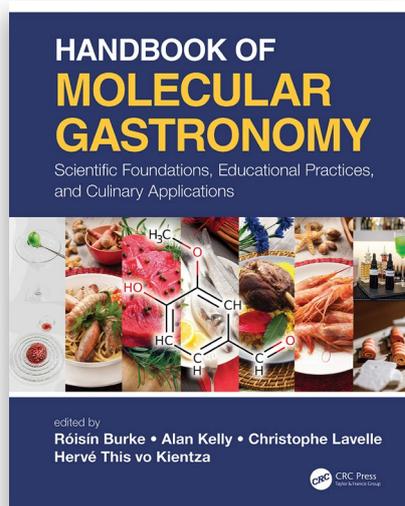
La première partie, de 650 pages, présente l'état de l'art des travaux de gastronomie moléculaire et physique: il s'agit, comme dans un cours de chimie ou de physique, d'expliquer clairement et simplement des phénomènes tels que l'osmose, la capillarité, l'émulsification, etc., en y incluant les connaissances les plus actuelles. Par exemple, quand j'ai commencé mes études de gastronomie moléculaire, il était admis que les mayonnaises étaient des émulsions se faisant grâce aux phospholipides du jaune d'œuf; aujourd'hui, nous savons que ce sont les protéines du jaune d'œuf qui entrent principalement en jeu.

La deuxième partie, quant à elle, expose des applications de la gastronomie moléculaire et physique à l'enseignement. Elle décrit, par exemple, les « Ateliers expérimentaux du goût », qui avaient été introduits dans les écoles pri-

maires, ou encore des travaux destinés aux études supérieures, comme dans le cadre du Master européen *Food Innovation and Product Design* (FIPDES), auquel participe AgroParisTech. Enfin, la troisième partie détaille les applications de la gastronomie moléculaire à la cuisine et les chapitres incluent des recettes par des chefs réputés de divers pays.

Quelle suite va lui être donnée ?

L'ouvrage publié, l'aventure se poursuit: trois mini-colloques consacrés à celui-ci ont été organisés. Le Centre de gastronomie moléculaire et physique a également organisé le 11^e International Workshop on Molecular and Physical Gastronomy. Enfin, j'ai profité de ce nouveau souffle pour relancer la publication scientifique *International Journal of Molecular and Physical Gastronomy*. Nous avons renouvelé le comité éditorial et restructuré les rubriques du journal. Celui-ci suivra le modèle « diamant » et sera donc gratuit pour les lecteurs comme pour les auteurs. Il permettra notamment aux collègues enseignants de publier leurs cours pour les soumettre à la revue de leurs pairs. Ce genre de collaboration fait progresser l'ensemble de la communauté... tout comme le *Handbook of Molecular Gastronomy*.

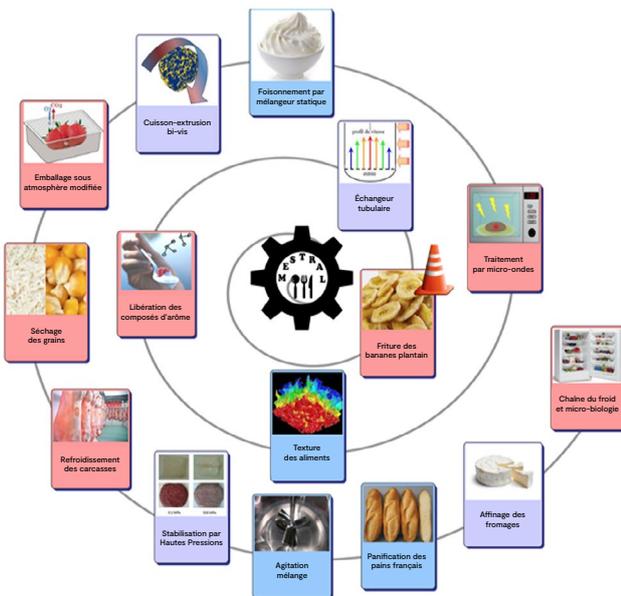


3 QUESTIONS



« MESTRAL : UNE AUTRE FAÇON DE DÉCOUVRIR LES PROCÉDÉS ALIMENTAIRES »

Tests, apport de connaissances et simulateurs : le nouvel outil numérique Mestral pour l'apprentissage des procédés agro-alimentaires offre de nouvelles opportunités d'enseignement. Cristian Trelea, professeur à AgroParisTech, a contribué à sa création.



// Pourquoi avoir conçu un nouvel outil pour l'apprentissage des systèmes agro-alimentaires ?

Sous l'impulsion de Guy Della Valle (INRAE Nantes), 26 chercheurs et enseignants-chercheurs se sont associés pour construire un outil qui réponde à plusieurs ambitions. D'abord, celle d'explorer de nouvelles options pédagogiques, en dehors du cours magistral. Ensuite, celle de trouver une solution pour une remise à niveau des étudiants en toute autonomie, utile notamment pour les masters internationaux dans lesquels les parcours des élèves peuvent être hétérogènes. Enfin, celle de disposer de contenus à proposer aux étudiants curieux d'en savoir plus sur certaines notions. C'est ainsi qu'est né Mestral (Modélisation et simulation des transformations alimentaires), que nous avons présenté l'année dernière dans un article publié dans le *Journal of Food Engineering*.

// Comment fonctionne cet outil ?

Mestral est disponible en ligne, sur la plateforme Agreen U, gratuitement pour tous les établissements ayant contribué au projet. AgroParisTech en fait bien sûr partie puisque nous sommes cinq enseignants-chercheurs à avoir participé à sa création. L'outil comporte 15 modules, des livres de connaissances, soit environ 150 heures de cours qui couvrent les procédés représentatifs de l'industrie agro-alimentaire, comme les traitements thermiques. Chaque livre repose sur des cartes conceptuelles qui donnent accès à des fiches de connaissances sur les différents concepts abordés. Les étudiants peuvent également se prêter à des tests pour évaluer leur progression. Enfin, chaque module comprend un simulateur du procédé décrit, qui permet des travaux pratiques virtuels.

// Quels sont les premiers retours d'expérience ?

Mestral est fonctionnel depuis 2018 et j'ai eu l'occasion de le proposer à des étudiants de 3^e année du cycle ingénieur d'AgroParisTech et de masters internationaux. Leur retour, très positif, a prouvé qu'ils peuvent construire leur propre parcours d'apprentissage. Mais celui-ci dépend tout de même de leurs connaissances préalables et de leur motivation. Pour gagner en efficacité, nous leur proposons dorénavant un parcours guidé dans Mestral afin qu'ils ne passent pas à côté de notions importantes. C'est un outil très complémentaire de l'enseignement classique.

PROJET ID3AL : QUATRE PAS DE PLUS VERS L'IMPRESSION 3D ALIMENTAIRE

Le projet ID3AL ne manque pas d'ambition : il vise à développer en France la première offre complète « aliments et équipements » permettant de fabriquer des plats équilibrés par impression 3D. Lancé en 2017 et financé par le Fonds unique interministériel (FUI), il réunit cinq partenaires du secteur privé et deux unités mixtes de recherche d'AgroParisTech et d'INRAE – SayFood et Micalis. Les résultats de leurs premières années d'étude sur le sujet sont dorénavant visibles : en 2021, quatre publications scientifiques sont parues.

Deux d'entre elles* traitent de la problématique des matériaux imprimables en 3D. Les articles détaillent notamment l'identification et la compréhension des mécanismes thermodynamiques impactant la texture de pâtes à base de farine et d'eau. La troisième publication** établit quant à elle un modèle prédictif : à partir de la texture attendue pour un matériau alimentaire, il détermine les paramètres d'impression à utiliser pour l'obtenir.

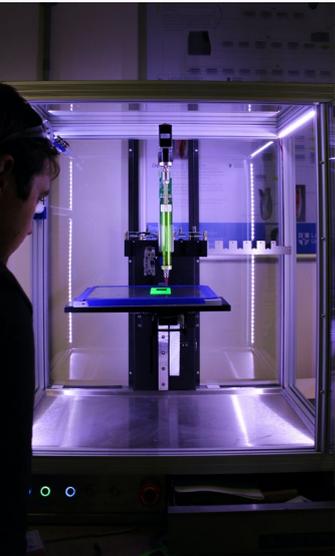
Enfin, le dernier article*** est une revue bibliographique des descripteurs sensoriels de la texture des aliments : comprendre et maîtriser les différentes propriétés texturales perçues sensoriellement est indispensable pour l'impression des aliments, en particulier pour les patients dysphagiques – qui éprouvent une sensation de gêne ou d'obstacle à la progression des aliments au cours de la déglutition.

L'équipe du projet poursuit bien sûr ses recherches, notamment sur les matériaux imprimables, et de nouveaux travaux sont ainsi en cours de publication.

*L. Masbernat et al., *Journal of Cereal Science*, 2021; L. Masbernat et al., *Journal of Food Engineering*, 2021

** V. Guénard-Lampron et al, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2021

*** V. Guénard-Lampron, M. Masson et D. Blumenthal, *Journal of Texture Studies*, 2021



© Rob Wingate – Unsplash

VALORISER DES CO-PRODUITS VÉGÉTAUX... SANS LES PURIFIER



Projet CLEVER

Quatre enseignants-chercheurs d'AgroParisTech* de l'UMR SayFood**, se sont rassemblés autour d'un objectif commun : proposer des solutions de valorisation de co-produits végétaux alimentaires... dans leur intégralité. Ceux-ci ne sont donc ni purifiés ni chimiquement modifiés mais seulement séchés et micronisés. Et offrent une multitude d'applications potentielles comme stabilisant d'émulsion, dans les secteurs de l'agro-alimentaire, de la cosmétique, ou encore du BTP.

Le projet, baptisé CLEVER (*Clean-Label Emulsions: Valorizing food by-products & mastering the products quality*) et coordonné par AgroParisTech, a débuté en 2021 avec le recrutement d'une doctorante, Charlotte Hollestelle, qui sera bientôt rejointe par un(e) post-doctorant(e). Ce projet intègre également JRS Rettenmaier, une entreprise spécialisée dans la transformation de fibres végétales.

Une première réussite avec du marc d'orange

Les expertises que combine CLEVER, ainsi que son aspect innovant, à rebours de la valorisation par extraction généralement pratiquée, lui ont valu de nombreux soutiens. Labellisé par les pôles de compétitivité Vitagora et Valorial, il fédère également un réseau de huit industriels des secteurs agroalimentaire et cosmétique. Le projet a en outre été présenté lors de cinq conférences ; Charlotte Hollestelle a obtenu le prix « Étonnant Découvreur » lors du congrès Cosm'Ing, et un article scientifique vient d'être publié dans *Innovative Food Science and Emerging Technologies*.

Celui-ci retrace l'obtention d'une émulsion dite à haute phase interne (HIPE), c'est-à-dire très riche en matière grasse, avec comme seul stabilisant une poudre de marc d'orange issue du pressage des jus. Des applications peuvent être envisagées dans la cosmétique, les sauces alimentaires ou encore comme alternative aux graisses animales. La valorisation innovante est en marche.

* Delphine Huc-Mathis, David Blumenthal, Marine Masson, Camille Michon.

** AgroParisTech-INRAE

/ FOCUS /

AVENIR DU MONDE AGRICOLE ET FORESTIER: LES ÉTUDIANTS ONT DES IDÉES

«L'engouement avec lequel les délégués étudiants se sont emparés de l'organisation de la consultation a été impressionnant!», se réjouit Théodul Sankara, responsable pédagogique à AgroParisTech-Massy. La consultation en question s'est tenue le 5 octobre 2021, à la demande du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, dans le cadre de l'élaboration du plan de relance France 2030.

Neuf établissements d'enseignement supérieur et lycées agricoles ont été sollicités pour porter des débats sur les enjeux agricoles, agro-alimentaires et forestiers auxquels la France fera face ainsi que sur les solutions à mettre en place. AgroParisTech a répondu à l'invitation et chacun de ses centres a hérité d'une thématique à traiter. À Massy, deux questions ont été mises au cœur des débats: « Que mangerons-nous en 2030 ? » et « À quoi ressemblera l'industrie agro-alimentaire en 2030 ? ».



© Gilles Arbwick

À renouveler... en mieux

Les délais étaient très courts: trois jours seulement pour organiser la consultation. «*Nous n'avons donc eu que six ou sept participants, précise Romance Ferey, représentante étudiante à AgroParisTech. Mais des idées très intéressantes en sont ressorties!*» Inscriptions à l'avance pour éviter le gâchis dans la restauration collective ou encore dispositifs de soutien aux entreprises engagées dans des démarches écologiques et sociales en sont deux exemples. Les étudiants ont suivi le devenir de leurs propositions dans le plan de relance présenté plus tard et certains se sont exprimés dans une tribune. «*On sent une véritable envie de s'investir dans ces sujets de la part de la communauté étudiante, note Théodul Sankara. Si l'occasion se représente d'organiser des débats autour de l'agriculture du futur, avec plus de temps, je suis sûr que l'initiative rencontrera un grand succès.*»

MASTERNOVA 2021: L'INNOVATION AU CŒUR DES SIX PROJETS ÉTUDIANTS

FOCUS

Le mastère spécialisé Masternova, co-dirigé et co-acrédité par AgroParisTech et Neoma Business School, a pour objectif de préparer ses auditeurs « à travailler au carrefour des sciences du vivant et des disciplines managériales, au service de projets innovants et durables ». Et pour cela, les étudiants doivent notamment porter un projet de gestion de l'innovation durable et/ou de lancement d'une nouvelle activité dans le domaine des sciences du vivant. L'année dernière, six idées ont ainsi été développées.



Projet Noyo

Le projet **Poteille** s'est penché sur la fabrication de bouteilles à partir de peaux d'agrumes, récupérées auprès des industries agro-alimentaires ainsi que des restaurateurs et *coffee shops*. L'orange étant le fruit le plus consommé en France, l'idée est d'en valoriser les pelures, tout en limitant l'usage du plastique!

Liquivrac s'est lui aussi attaqué à la question des bouteilles en plastique, mais avec l'objectif de s'en passer complètement. La solution imaginée repose sur des contenants en inox consignés, pour une distribution de liquide en vrac « zéro déchet ».

Sur le vrac toujours, côté solide cette fois, le **Vrac'cile** est un meuble éco-conçu, personnalisable, avec un système de dosage intégré, hygiénique et refermable, imaginé par les auditeurs. Son but? Fluidifier l'expérience d'achat en vrac et ainsi attirer de nouveaux consommateurs.



© Jasmin Sessler - Unsplash

Compouss est un composteur d'appartement qui permet de transformer les déchets organiques en compost liquide, utilisable pour la culture d'aromates... directement en appartement également.

Le projet **Fruit Community** repose quant à lui sur un camion itinérant destiné à vendre des jus de fruits. Son originalité: il ne récolte que les surplus de fruits des particuliers ou les invendus des agriculteurs pour les valoriser localement au lieu de les laisser devenir des déchets.

Enfin, **Noyo** s'est fixé comme ambition de créer une alternative à la vaisselle jetable (en carton et en plastique) en récupérant les coques de fruits à coque auprès des industriels pour les transformer en contenant à usage unique compostable.



Projet Compouss

FOCUS

LA FONDATION AGROPARISTECH, EN CHAIRE ET EN PROJETS

Copack. Voici le nom de la nouvelle Chaire partenariale, mise en place pour cinq ans par la Fondation AgroParisTech en 2021. Son ambition? Coordonner tous les maillons de la filière de l'emballage alimentaire, depuis les producteurs de matières premières jusqu'aux acteurs du recyclage pour coconstruire une filière responsable. Celle-ci devra favoriser la co-conception de solutions d'emballages alimentaires à juste impact, ainsi que la communication et l'information à destination des consommateurs et des pouvoirs publics. La Chaire rassemble ainsi chercheurs, services publics, ministères, collectivités, fondations, industriels et ONG.

Entreprendre!... avec l'aide de la Fondation

La Fondation a par ailleurs soutenu, l'année dernière également, divers projets dans le cadre de l'initiative

Entreprendre!. L'un d'eux, Les Crémeries-Unies, est porté par Éléonore Beau et Édouard Fouquet, diplômés à AgroParisTech. Ils ont eu l'idée de produire des crèmes glacées à partir d'ingrédients 100% bio et aussi locaux que possible. «*La Fondation nous a insufflé l'envie de nous lancer dans l'aventure entrepreneuriale, témoignent les fondateurs des Crémeries-Unies. Elle nous a permis de développer notre gamme de crèmes glacées grâce à son soutien (prix et campagne de dons) et à la mise à disposition des ressources du Food'InnLab. Elle nous aide à élargir notre réseau et apporte de la crédibilité à notre projet.*»

Marco, un projet qui vise à valoriser le marc de café au bénéfice des industries cosmétiques et agroalimentaires, a également bénéficié du soutien de la Fondation, ce qu'ont apprécié Lucas Fructus, étudiant à AgroParisTech et Louis-Victor Fourquemin, étudiant aux Arts et Métiers, à l'origine du projet: «*La Fondation nous a soutenus à deux reprises. Nous avons bénéficié d'un accompagnement de l'unité de recherche et développement ABI d'AgroParisTech, où nous pouvons réaliser nos extractions sur marc de café. Entrepreneurs novices, l'accompagnement nous a été réellement bénéfique.*»



@Tom Grimbert



© AgroParisTech



© AgroParisTech



© Shelley Pauls – Unsplash

EN BREF

LA CONGÉLATION DES ALIMENTS POREUX EN DÉTAIL

Que se passe-t-il à l'échelle microscopique lors de la congélation de produits poreux, comme les mousses, les pains ou les pâtisseries? C'est la question à laquelle a répondu une thèse associant AgroParisTech, INRAE, l'Université Paris-Saclay, l'Université Grenoble Alpes, le CNRS et Météo France. Les chercheurs ont réalisé des séries de mesures par microtomographie à rayons X (imagerie 3D à très haute résolution) sur des échantillons de génoise, avant et après congélation. Leurs premières analyses révèlent que les éventuels changements dans la microstructure du produit, ainsi que la présence de glace à l'interface matrice/pore, semblent dépendre de la rapidité de la congélation et de la durée de stockage. Un article détaillant ces résultats est paru fin 2021 dans la revue *Foods* et une seconde publication est en cours de soumission dans *International Journal of Refrigeration*. Le protocole d'analyse et la méthode de traitement mis au point pourront ensuite être étendus à l'étude de la microstructure d'autres produits congelés.

EN BREF

DEUX NOUVELLES DÉCLARATIONS D'INVENTION

Deux déclarations d'invention ont été déposées l'année dernière par des chercheurs d'AgroParisTech et d'INRAE. L'une est dédiée à un équipement permettant de caractériser des levures et leurs substrats afin de connaître, grâce à la mesure de la production de CO₂, la vitesse de fermentation et, ainsi, déterminer les couples substrats/levures optimaux. L'autre concerne l'utilisation d'un spectrophotomètre et de la fibre optique pour étudier en temps réel, au sein d'un réacteur, les évolutions physico-chimiques des végétaux lors de la cuisson. Et pouvoir ainsi adapter les paramètres de cuisson pour obtenir les caractéristiques désirées. Une demande de contrat de prématuration est en cours de dépôt.

/
EN BREF
/

LE NEZ ÉLECTRONIQUE À L'ÉPREUVE DES PRODUITS ALIMENTAIRES

Une équipe AgroParisTech-INRAE œuvre en partenariat avec l'entreprise Aryballe, qui a développé un nez électronique, afin d'évaluer le potentiel d'utilisation de cette innovation dans le domaine alimentaire. En 2021, une publication révélant sa capacité à discriminer des produits alimentaires contaminés par des flores d'altération et conservés sous différentes atmosphères est parue dans *Future Foods*. Un autre article est en cours de publication, détaillant cette fois une version de l'appareil adaptée à l'analyse de la fraction volatile lors de la fermentation alcoolique en œnologie.

E-MUSE: CAP SUR LA MODÉLISATION DES SYSTÈMES BIOLOGIQUES COMPLEXES

Un projet d'envergure a été lancé au 1^{er} janvier 2021: E-MUSE (Modélisation multi-échelles des écosystèmes microbiens complexes: intégration d'approches mécanistiques et basées sur les données), un consortium réunissant neuf universités, quatre centres de recherche, le centre national interprofessionnel de l'économie laitière et quatre partenaires non-académiques (dont trois PME), à travers neuf pays européens. Son but? Contrôler et/ou prédire l'évolution de systèmes biologiques complexes grâce à des méthodologies de modélisation innovantes, combinant intelligence artificielle et biologie des systèmes. Trois thèses seront notamment menées dans l'UMR SayFood d'AgroParisTech-INRAE pour comprendre et modéliser les processus à l'œuvre au sein des communautés microbiennes, lors de l'affinage de fromages type pâte molle à croûte lavée.

DES FARINES DE LÉGUMINEUSES À LA PLACE DE CELLE DE BLÉ?

Si les légumineuses sont bien connues pour leurs propriétés nutritives, leur incorporation dans la préparation d'aliments, en remplacement par exemple de la farine de blé, se heurte à une connaissance limitée des conséquences de cette alternative sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit final. Une thèse conduite au sein de l'UMR SayFood AgroParisTech-INRAE s'est donc penchée sur la question. Il en ressort que l'utilisation d'ingrédients à base de légumineuses dans des gâteaux de type génoise conduit à des produits aux arômes et à la texture attrayants. De plus, lors de digestion *in vitro*, les protéines sont plus facilement libérées des gâteaux à base de pois que de ceux à base de blé. De quoi confirmer le potentiel de ces ingrédients dans de nouvelles formulations.



GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT



DES ENJEUX MAJEURS, AU CŒUR DES ACTIVITÉS D'AGROPARISTECH

Le réchauffement climatique a mis en lumière les défis à relever quant aux ressources naturelles et à l'environnement. Des défis accentués par la croissance démographique et les risques relatifs à la sécurité alimentaire et la santé.

L'accélération des changements environnementaux appelle une profonde rupture avec le modèle de développement actuel. AgroParisTech occupe une place centrale dans cette dynamique, tant par ses travaux de recherche – qui contribuent à l'innovation dans les technologies et dans leur mise en œuvre – que par son activité de formation – l'institut formant des professionnels qui agiront pour cette transformation devenue aussi impérative qu'urgente.

Un contexte impérieux appelant des solutions concrètes

« Pour limiter les impacts du changement climatique et rester sous la barre des +2°C, l'adaptation à de nouvelles

conditions climatiques ne suffit pas car les effets du réchauffement global ne sont pas linéaires. L'adaptation étant à la fois difficile et limitée dans ses possibilités, il faut réduire les émissions. En pratique, cela signifie réduire les gaz à effet de serre (GES) dans tous les secteurs, partout sur la planète, et très vite », résume Franck Lecocq, qui dirige le CIRED (Centre international de recherche sur l'environnement et le développement)*, et qui est aussi l'un des auteurs du 6^e rapport d'évaluation du GIEC.

Des solutions d'atténuation réalistes existent et permettraient une réduction de moitié des émissions. Le défi majeur est de les mettre en œuvre car elles impliquent des



© Gilles Arbwick

changements non seulement au niveau des citoyens et des entreprises mais aussi dans les politiques publiques. L'enjeu est de créer une réelle convergence des objectifs des institutions nationales et territoriales comme dans les financements, qui doivent être à la fois réorientés vers des choix plus vertueux et vers des actions qui bénéficient à ceux ayant le plus besoin d'aide pour modifier leurs pratiques. *« Mettre en œuvre les options permettant de réduire les GES a en général un coût assez modeste par rapport au bénéfice économique global, souligne Franck Lecocq. AgroParisTech participe à leur concrétisation par ses innovations scientifiques et leur diffusion via l'enseignement et les échanges les acteurs de terrain. »*

Des champs d'expertise variés, en recherche et en formation

Les domaines d'action liés à l'impact de l'être humain concernent aussi bien la gestion de l'eau et des forêts que la pollution des sols, l'agriculture urbaine, la bioéconomie, l'attention à la biodiversité... Ils se retrouvent donc au cœur des champs d'expertises d'AgroParisTech.

*« Les compétences de l'institut sont très larges et complémentaires. Elles se déclinent dans une recherche multidisciplinaire et transverse, concrète, qui s'inscrit en outre au sein de nombreux réseaux, indique Nathalie Frascaria-Lacoste, qui dirige le laboratoire ESE (Écologie, Systématique, Évolution)**. Ces points forts font d'AgroParisTech une ressource riche, complète et légitime pour disposer de connaissances et d'analyses en réponse aux enjeux majeurs dans leur ensemble. »*

AgroParisTech est aussi un lieu de transmission des savoirs à des étudiants très demandeurs de méthodes respectueuses des ressources naturelles et de l'environnement. À travers son activité de formation, l'école transmet des connaissances dans de nombreux domaines techniques ainsi que sur les aspects éthiques, économiques et sociaux à envisager pour faire évoluer les pratiques. *« À la formation initiale d'ingénieurs, AgroParisTech ajoute une activité importante de formation continue qui contribue à la mise à jour des connaissances et des impératifs sur les questions actuelles, pour des personnels du secteur public ou du secteur privé »,* complète Nathalie Frascaria-Lacoste.

Participer à des évolutions globales et acceptables

« L'articulation entre les enjeux pressants de l'environnement et du climat avec les autres enjeux sociétaux est primordiale, constate Franck Lecocq. Il faut les intégrer les uns aux autres pour lever les blocages. Nos ingénieurs savent travailler sur les systèmes agricoles et agro-alimentaires en ayant à l'esprit un contexte large. Ils peuvent ainsi sortir des réflexions en silos de pensées et concevoir des solutions concrètes, efficaces et réalistes. »

Si certains secteurs d'activité et une proportion croissante de consommateurs ont pris conscience des enjeux liés au réchauffement climatique, les transitions vers des économies bas carbone représentent des défis considérables pour les métiers, les filières, les populations et l'emploi. Pour Franck Lecocq, *« une transition juste est nécessaire. Il faut garder à l'esprit que les options bas carbone ont d'autres bénéfices corollaires, sur la santé par exemple. »*



© AgroParisTech

* AgroParisTech-CNRS- École des Ponts ParisTech-CIRAD-EHESS

** AgroParisTech-Université Paris-Saclay-CNRS

« DES LEVIERS POUR CONTRIBUER À MAÎTRISER LA CONSOMMATION D'EAU DANS L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE »



Le projet ANR Minimeau, mené de 2018 à 2021 par une équipe d'AgroParisTech, a permis de fournir à l'industrie agroalimentaire un outil de diagnostic et d'optimisation des réseaux d'eau, WaterOptim. Rencontre avec Hedi Romdhana, ingénieur en génie des procédés et maître de conférences, qui a transposé à l'eau des méthodes utilisées pour les économies d'énergie.

En quoi consiste l'outil WaterOptim et dans quels contextes peut-il servir ?

Il s'agit d'un outil informatique qui analyse les flux d'eau liés à un procédé industriel agro-alimentaire et propose des solutions pour l'optimiser. Il a été testé dans des installations de transformation laitière, légumière ou viticole pour lesquelles il a permis une économie d'eau de 10 à 35 %, avec un retour sur investissement de quelques mois. Ce délai peut être un peu plus long dans certains cas mais les modifications du réseau existant restent toujours peu onéreuses par rapport aux gains sur la consommation d'eau et la pollution globale générée.

Comment arrive-t-on à diminuer autant la consommation d'eau aussi facilement ?

WaterOptim applique à l'eau la « méthode des pincements », ou *pinch analysis*, bien connue des énergéticiens. J'ai utilisé cette méthode d'analyse à mon arrivée à AgroParisTech pour réduire la consommation d'énergie dans l'industrie agro-alimentaire, avant de réaliser que l'on pouvait l'appliquer à la consommation d'eau. C'est ainsi qu'est né ce projet.

Dans la pratique, à partir du schéma des flux d'eau et des besoins chiffrés en eau de chaque transformation, WaterOptim classe chaque point du réseau d'eau selon le seuil de pureté d'eau acceptable pour la transformation alimentaire qui s'y déroule, un lavage ou une cuisson par exemple. Ces données servent ensuite à reconfigurer le réseau pour favoriser des réemplois d'eau, en ajoutant si nécessaire des dispositifs de traitement locaux.

Où peut-on se procurer l'outil WaterOptim ?

C'est un module logiciel Open Source, accessible gratuitement via la librairie officielle Python. Pour analyser son réseau d'eau, un industriel peut l'utiliser à travers une interface logicielle simple et conviviale. Une présentation plus exploratoire du module permet aussi de tester diverses configurations d'un réseau, ce qui peut servir, par exemple, à des étudiants ou des chercheurs. Nous organiserons prochainement des webinaires de formation pour les industriels et espérons que WaterOptim sera rapidement et largement utilisé, en France et ailleurs !

Pour en savoir plus :

<https://wateroptim.readthedocs.io/en/latest/>





3 QUESTIONS



« UN PARTENARIAT AVEC LES PARCS NATURELS RÉGIONAUX POUR INTENSIFIER LES ÉCHANGES »

Un accord cadre a été signé en avril 2021, pour cinq ans, entre la Fédération des Parcs naturels régionaux (PNR) français, AgroParisTech, INRAE et l'Institut Agro. Maryvonne Lassalle-de Salins, directrice des partenariats d'AgroParisTech, revient sur les motivations de cet accord et ses implications concrètes.

// Pourquoi cet accord cadre ?

AgroParisTech collaborait déjà avec certains PNR, via des stages étudiants, des projets de terrain, l'implication dans des conseils scientifiques de PNR ainsi que pour des projets de recherche ponctuels. Néanmoins, la France compte 56 PNR qui recouvrent des territoires et des activités très variés. Ils rencontrent donc des problématiques diverses et il manquait un cadre plus général. Nous sommes très heureux de cet accord car il ouvre la voie à des projets communs inédits, qui profiteront à l'ensemble des parcs et des signataires de l'accord cadre.

// Quelles sont les actions communes envisagées dans le cadre de cet accord ?

L'accord cadre donne un nouvel élan et plus d'ampleur aux actions communes, en rassemblant les PNR qui ont une expertise de terrain et des instituts qui ont une expertise scientifique. Nous travaillerons sur des thèmes très concrets pour les PNR comme les transitions écologique et énergétique, l'adaptation au changement climatique pour la gestion de l'eau, des milieux forestiers, de l'élevage ou de l'agriculture, ainsi que les relations avec les différents acteurs. Des chercheurs participeront aussi aux commissions thématiques de la Fédération des PNR, ce qui permettra de mieux relier préoccupations des parcs, recherche et dimension pédagogique, notamment via des projets avec les étudiants.



Parc naturel régional de Chevreuse © Célia Larcher

// AgroParisTech y apporte-t-il une touche spécifique ?

AgroParisTech, INRAE et l'Institut Agro interviennent dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation. Nous nous appuyons sur cette synergie pour apporter des réponses aux PNR. Parmi ses compétences, AgroParisTech a, par exemple, une expertise notoire en ce qui concerne les forêts, notamment grâce aux activités de son centre de Nancy et à sa filière unique en France d'enseignement forestier. Partager résultats de nos travaux de recherche et questionnements effectivement rencontrés par les parcs dans leur gestion alimentera en retour nos propres sujets de recherche.

Nous voyons aussi les relations sous l'angle de l'enseignement et de l'innovation, ce qui implique une réflexion sur de nouveaux métiers et de nouvelles postures professionnelles à développer, en lien avec les enjeux du changement climatique et ses conséquences sur la gestion des ressources territoriales.

LA REVALORISATION DES LIGNES FERROVIAIRES RURALES DE L'AUBRAC ET DU CÉVENOL EN QUESTION

Les mobilités en territoire rural représentent une thématique émergente du campus AgroParisTech de Clermont-Ferrand. Dans le cadre de ses travaux de recherche sur les transitions territoriales, l'UMR clermontoise Territoires analyse les lignes ferroviaires rurales de l'Aubrac et du Cévenol pour définir des scénarios d'évolution*.

Le campus AgroParisTech de Clermont-Ferrand dispose d'expertises en méthodologies d'analyse des dynamiques territoriales aux échelles locale et régionale. Regroupés au sein de l'UMR Territoires**, quatre collègues géographes, économiste et géomaticien s'attachent à confronter les dynamiques territoriales le long du tracé de ces lignes ferroviaires aux orientations des politiques publiques d'envergure nationale misant sur la revalorisation des petites lignes ferroviaires, voulue notamment par le rapport Spinetta sur « L'avenir du transport ferroviaire » en 2018.



© Christian Guy

Les chercheurs, sous la houlette de Laurent Lelli, géographe et directeur du campus clermontois***, ont étudié la cartographie des lignes ferroviaires rurales de l'Aubrac et du Cévenol pour comprendre les dynamiques territoriales des territoires traversés par celles-ci. Puis ils ont recueilli, via une cinquantaine d'entretiens et trois groupes de travail, la perception de ces lignes ferroviaires par les acteurs locaux concernés par leur revalorisation à venir.

L'objectif est d'évaluer le potentiel de coopération entre acteurs pour développer des projets locaux appuyés par le ferroviaire. Ce travail permettra de mettre en lumière des scénarios d'évolution, en partenariat avec le CEREMA (analyse technico-économique des scénarios: aménagements de l'infrastructure, organisation des circulations), pour un meilleur maillage territorial du transport de voyageurs et du fret, moins focalisé sur les métropoles. Autant de visions dans lesquelles les lignes ferroviaires rurales trouveraient un rôle social et environnemental, au bénéfice du développement territorial du Massif central.

** L'étude coordonnée par le commissariat du Massif central a été confiée à AgroParisTech et au CEREMA, et a été financée par les ministères de la Transition écologique et de la Transition des territoires et les régions Auvergne-Rhône-Alpes et Occitanie.*

*** AgroParisTech-INRAE-Université Clermont-Auvergne-VetAgro Sup*

**** Cécile Cot (AgroParisTech Executive), Cédric Fandio (post-doctorant AgroParisTech) et François Johany (INRAE)*

FOCUS

UN NOUVEAU CAP POUR DÉVELOPPER L'IDENTITÉ « EAU » D'AGROPARISTECH

Un Comité d'analyse prospective (CAP) consacré à l'eau a permis d'identifier les évolutions des métiers et des besoins en compétences. Objectif : anticiper les adaptations nécessaires pour que les recherches et les formations restent au plus près des besoins de demain.

Depuis 2015, AgroParisTech mène des analyses prospectives à un horizon de 10 ans dans ses différents domaines stratégiques pour anticiper l'évolution des métiers et des compétences requises. Après la forêt, la santé et la chimie verte, 2021 a été l'année des conclusions du CAP Eau. Une thématique omniprésente, avec une grande richesse de ressources et de compétences sur l'eau et pourtant peu visible dans l'identité d'AgroParisTech, ainsi que l'avait révélé un premier inventaire des activités de formation et de recherche sur l'eau en 2017. Comme pour les autres CAP, un premier comité composé d'experts externes a tout d'abord été consulté. Ses conclusions ont ensuite nourri la réflexion d'un comité interne composé d'enseignants-chercheurs de chacun des départements de l'école pour adapter les formations portées par AgroParisTech dans ce domaine.

Outre une liste des métiers autour de l'eau, les travaux menés ont été rassemblés dans un rapport qui met aussi en lumière les spécificités et atouts d'AgroParisTech en la matière et recense les besoins en compétences pour faire face aux défis contemporains et futurs de la gestion de l'eau. Le rapport identifie aussi des actions à développer dans les prochaines années, comme le déploiement d'une action internationale et la mise en place de partenariats pour compléter ses propres compétences.



S'ENGAGER... À L'OMBRE DES GLACIERS ALPINS

« À l'ombre des glaciers alpins » retrace la fonte des glaciers et ses conséquences. Ce film documentaire a été réalisé par trois étudiants ingénieurs d'AgroParisTech, spécialisés en gestion de l'environnement et passionnés de montagne pour sensibiliser le grand public à la protection des écosystèmes de montagne.

« Nous voulions montrer l'état de santé des glaciers et la diversité des conséquences de leur fonte, qu'elles soient sociales, économiques ou environnementales », expliquent Guillem Carcanade, Mathieu Cretet et Clément Valla dans la présentation de leur projet sur la plateforme Ulule. Ils en ont donc fait un film documentaire, avec le soutien de la Fondation AgroParisTech et de son initiative S'engager!, en complément de cette campagne de financement participatif.

« Le soutien de la Fondation nous a permis d'acquérir du matériel audiovisuel mais il nous a aussi donné la visibilité et la crédibilité indispensables au lancement de notre projet. » Les étudiants ont ainsi pu consacrer plusieurs mois à des reportage dans les Alpes, de la France à l'Autriche, tantôt à la rencontre des acteurs locaux dont les activités dépendent des glaciers et des expéditions en montagne, tantôt en laboratoire avec des chercheurs glaciologues.



L'INFO EN PLUS

Une nouvelle dominante d'approfondissement sur l'eau intègre, à la rentrée 2022, le cursus ingénieur.

FONDATION

UNE DÉLÉGATION D'ÉTUDIANTS À LA COP26!

En 2021, AgroParisTech a été observateur de la COP26 – une première – en permettant à une délégation de huit étudiantes et étudiants de se rendre à Glasgow début novembre. « Grâce au soutien de l'école et de sa Fondation ainsi que de l'Université Paris-Saclay, nous avons pu prendre la mesure des enjeux d'une COP, et assister à des débats et des négociations, souligne Anna Antraygues, l'une des participantes. Les apprentissages ont été riches. Nous avons pu échanger avec de nombreux spécialistes du climat et cela nous a aussi permis de réaliser toute l'importance des aspects internationaux dans les enjeux climatiques. »

Sur place, les étudiantes et étudiants d'AgroParisTech ont tenu à partager leurs expériences et réflexions en participant à la rédaction d'une lettre d'information quotidienne francophone – qui a touché plus de 1000 personnes – et en partageant leur quotidien sur leurs réseaux sociaux: « Les Agros à la COP ».



© Fondation AgroParisTech



© Christophe Peus – AgroParisTech



Méthaneur Nénufar © Christophe Peus – AgroParisTech

FOCUS

FERME DE GRIGNON: DES PROJETS PLEIN LES CHAMPS

2021 a été une année riche en avancées pour la ferme de Grignon, l'établissement expérimental à énergie positive d'AgroParisTech. Projets sur le terrain et soutien aux innovations ont battu leur plein.

30 salariés, 400 hectares de culture, 200 vaches laitières, 600 brebis, une laiterie, une boutique... Située près de Versailles, entre Plaisir et Poissy, la ferme de Grignon innove et explore les impacts sur la production et l'environnement de différentes pratiques agricoles, tout en respectant une contrainte d'équilibre financier.

Comparaison de nouvelles orientations agricoles : saison 4

En 2021, la plateforme TrajectOire a poursuivi ses expérimentations pour la quatrième année consécutive. Son principe ? Cultiver en parallèle neuf bandes de 500 mètres, truffées de capteurs de mesure des émissions de GES (gaz à effet de serre), de vie du sol, de rendement, etc. Deux parcelles servent de référence, l'une avec et l'autre sans apports issus de l'élevage de la ferme, tandis que les sept autres sont cultivées avec chacune un objectif différent comme « avoir un rendement maximal », « réduire au maximum les intrants », « respecter la charte bio », « tester des techniques de biostimulation innovantes », etc. « *Nous testons des changements vertueux mais réalistes sur les cultures que font effectivement les agriculteurs, pour leur apporter des voies de changement, des trajectoires d'évolution, qui leur garantissent de conserver leur niveau de production tout en réduisant leur impact environnemental* », explique Dominique Tristant, le directeur de la ferme de Grignon.

2021 a été une année plutôt fraîche et bien arrosée. Les parcelles ont été semées en blé et la comparaison des mesures a permis des conclusions intéressantes – et parfois surprenantes – quant aux leviers disponibles pour concrétiser à la fois des objectifs de production et des changements vertueux pour l'environnement.

Méthanisation : un guide de bonnes pratiques et bientôt un nouveau méthaniseur sur le site

La préparation des travaux pour que la ferme dispose de son propre méthaniseur est désormais terminée. « *Il produira 50 m³ de méthane par heure à partir de mai 2023 et contribuera à nos réductions d'émission de gaz à effet de serre et de consommation d'énergie fossile* », précise Dominique Tristant. Cette production sera injectée dans le réseau GRDF, qui participe à l'expérimentation.

Les équipes de la ferme ont aussi finalisé un guide de bonnes pratiques d'épandage de digestat de méthanisation, avec plusieurs acteurs de la filière, et piloté la réalisation de quatre vidéos illustrant différentes modalités et périodes d'épandage.

Des tests pour réduire les émissions d'ammoniac

2021 a également vu l'achèvement du projet DINAMO, une démonstration de l'intérêt de solutions réductrices d'émissions d'ammoniac en élevage bovin laitier. Ce projet multi-partenarial, financé par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) dans le cadre de l'appel à projets Agr'Air 2017, a été l'occasion pour la ferme de Grignon de tester différentes situations où une réduction des émissions d'ammoniac est possible : lors du raclage du sol en bâtiment, lors de l'épandage de lisier ou lors de son stockage en fosse couverte. Après mesures et calcul des effets de différentes pratiques, un rapport technique a été publié en novembre 2021.



© Christophe Peus – AgroParisTech

FARM'INNLAB : DES INNOVATIONS AU « CHAMP D'ESSAI »

Le Farm'InnLab a poursuivi son activité de soutien à l'innovation en permettant à trois start-up, hébergées sur place, et à des équipes de R&D d'une dizaine d'entreprises de réaliser une douzaine d'essais différents sur ses sols. Un exemple ? Des prototypes de robots très simples et dédiés chacun à une tâche spécifique, destinés *in fine* à la plantation d'arbres dans les régions sub-sahariennes, ont initié leur travail d'équipe dans la terre de Grignon !

DE LA BIOLOGIE DES MICROORGANISMES AUX COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES COLLECTIFS

Les recherches en santé humaine d'AgroParisTech couvrent un vaste spectre, qui va de la compréhension des processus biologiques élémentaires à l'étude des comportements et des choix alimentaires. Une diversité d'approches illustrée par Matthieu Jules, responsable de l'équipe SyBER* et François Mariotti, chef de l'équipe Prospect**.

AgroParisTech est un acteur de la recherche en santé humaine, définie par l'OMS (Organisation mondiale de la santé) comme «*un état de complet bien-être physique, mental et social*». À ce titre, elle s'attache à comprendre les déterminants de la santé, les facteurs qui la fragilisent ainsi que les leviers qui permettent de la préserver.

Répondre aux grands enjeux sociétaux

«*Nous ne faisons pas de recherche en médecine, précise François Mariotti, si on la considère comme la science du diagnostic et du traitement. Nous étudions plutôt les moyens d'agir sur l'environnement des humains pour prévenir la dégradation de leur santé.*» Cette démarche préventive répond par ailleurs à de grands enjeux sociétaux.

En nutrition, par exemple, l'objectif est de diminuer la part des protéines animales au profit des protéines d'origine végétale; ceci à la fois pour préserver la planète et réduire le risque de maladie.

En biologie des systèmes et de synthèse, il s'agit de comprendre les processus cellulaires qui gouvernent le vivant, afin de concevoir à terme des microorganismes aux propriétés déterminées sans passer par la chimie classique.



© Michel Jolyot – AgroParisTech



© Corinne Hameau – AgroParisTech

Vers des bactéries transformées en usines cellulaires ?

« Ces microorganismes pourraient par exemple produire des principes actifs, plus facilement qu'avec les procédés actuels, illustre Matthieu Jules. Par exemple, des bactéries comme *B. subtilis* ou *E. coli*, une fois modifiées, deviendraient des usines cellulaires performantes pour obtenir des protéines et des métabolites d'intérêt. » Autre possibilité, créer des molécules qui n'existent pas dans la nature mais qui pourraient combattre des pathogènes ou rééquilibrer des écosystèmes humains. Une direction déjà prise par les États-Unis qui développent ainsi des probiotiques génétiquement modifiés pour enrichir la flore intestinale.

Le cap de ces travaux est donné à la fois par les compé-

tences historiques des laboratoires d'AgroParisTech et par l'orientation des grands programmes de recherche lancés par l'ANR, l'Union européenne ou diverses fondations. Le virage vers des modèles alimentaires plus durables, la décarbonation de l'économie, l'avènement de procédés chimiques plus verts y figurent en bonne place.

La délicate transition vers davantage de protéines végétales

Autre caractéristique de ces travaux en santé humaine: ils sont multi-échelles et multidisciplinaires, pour répondre à la complexité des enjeux de demain. Illustration avec les recherches de l'équipe Prospect sur la transition vers davantage de protéines végétales. « Nous menons des études métaboliques très détaillées dédiées aux effets de cette transition protéique sur des phénomènes comme la résistance à l'insuline ou l'inflammation à bas bruit, explique François Mariotti. Mais nous réalisons aussi des analyses de consommation de populations selon des approches épidémiologiques, pour guider de futures recommandations nutritionnelles. Nous travaillons également sur la perturbation des habitudes de consommation et nous collaborons avec d'autres équipes sur les risques liés aux expositions aux contaminants, sur les impacts environnementaux, etc. »

La même volonté d'associer des compétences fondamentales et des travaux plus orientés vers les débouchés inspire également les travaux en biologie des systèmes et de synthèse. Ils s'attachent à la fois à des processus cellulaires élémentaires – réplication, transcription, traduction –, à la compréhension du microbiote humain et à ses interactions avec les pathogènes ainsi qu'à l'ingénierie de procédés pour la production de nouvelles molécules.

On retrouve aussi cette approche globale avec la chaire de cosmétologie ouverte en 2021 à Orléans: elle innove et fait progresser les connaissances à travers la recherche sur de nouvelles molécules et leur sourcing, tout en préparant leur industrialisation et leur évaluation biologique. De quoi séduire les entreprises du secteur, qui sont nombreuses à la soutenir.

* *Systems biology for bacterial engineering and redesign*

** *Apport en protéines, sécurité nutritionnelle et risque cardio-métabolique*

3 QUESTIONS



« DANS LES SECRETS DES TUBERCULES D'YACON ET DE LEUR RÔLE DANS LA SANTÉ HUMAINE »

Comment améliorer le séchage en four industriel des tubercules du yacon (*Smallanthus sonchifolius*), une plante aux multiples vertus diététiques ? C'est le sujet de thèse de Bianca Marques, étudiante brésilienne de l'université de Sao Paulo qui a passé un an à AgroParisTech pour élaborer un modèle mécanistique fidèle à la réalité, sous la houlette d'Artemio Plana-Fattori, ingénieur de recherche à AgroParisTech.

// Pourquoi l'industrie agro-alimentaire s'intéresse-t-elle au yacon ?

Artemio Plana-Fattori : C'est une plante vivace dont les tubercules présentent des caractéristiques importantes pour la santé humaine. Ils ont un goût légèrement sucré mais contiennent très peu de sucres, ce qui convient aux personnes diabétiques. Ils présentent une teneur élevée en fibres, favorisent le renouvellement de la flore intestinale, etc. Mais ces tubercules sont trop riches en eau pour être utilisés tels quels. L'industrie agro-alimentaire doit les sécher pour les transformer en produits commercialisables. Il faut donc optimiser les paramètres de séchage tout en préservant l'intérêt nutritionnel du yacon. C'est l'objet de la thèse de Bianca Marques.

// Pourquoi cette thèse se déroule-t-elle pour partie en France, et non uniquement au Brésil ?

Bianca Marques : Parce qu'il existe une forte complémentarité entre les compétences et équipements des deux pays. À Sao Paulo, j'ai pu effectuer des processus de séchage

en conditions réelles et collecter beaucoup de données expérimentales. En France, où j'ai été accueillie à AgroParisTech et à CentraleSupélec, j'ai bénéficié d'expertises poussées en modèles mécanistiques. J'ai pu élaborer ainsi un modèle qui établit des liens de causalité robustes entre paramètres de séchage et propriétés du produit final.

// Les industriels pourront-ils exploiter vos résultats ?

Bianca Marques : Tout a été fait dans ce sens. J'ai axé ma thèse sur le séchage convectif, le procédé le plus utilisé dans l'agro-alimentaire : les industriels disposent déjà de fours adaptés à ce type de séchage. Toutes les entreprises qui transforment le yacon, par exemple en chips, en farines, en sirops, y trouveront des leviers pour optimiser leur process. Ils seront aussi en mesure de fournir au consommateur des informations nutritionnelles fiables, par exemple la teneur finale en sucres. De plus, le modèle fournit des informations utilisables pour déterminer les meilleures conditions de stockage ou comparer plusieurs modes d'emballage.

3 QUESTIONS



«NOTRE CHAIRE DE COSMÉTOLOGIE EST UNIQUE EN FRANCE»

AgroParisTech s'implante à Orléans avec le lancement d'une Chaire d'enseignement et de recherche en cosmétologie. Unique en son genre, elle couvre toute la chaîne de valeur du produit cosmétique, de la molécule active à sa fabrication et à son évaluation sur la peau. Les explications de Richard Daniellou, directeur de la Chaire.

// Pourquoi avoir lancé cette chaire ?

Le premier objectif est de donner de la visibilité aux activités en cosmétique d'AgroParisTech et à son impact sur ce secteur. Il attire un nombre croissant d'étudiants et de diplômés et s'oriente vers des ingrédients naturels et végétaux ; le pétro-sourcé recule au profit du biosourcé. Second objectif, nous rapprocher du monde industriel : nous nous sommes implantés à Orléans, premier pôle de recherche en cosmétique en France, avec le soutien d'Orléans Métropole qui a rénové pour l'occasion les 1700m² d'un ancien centre d'innovation.

// Comment votre initiative est-elle accueillie ?

Notre dominante de 3^e année «Cosm'éthique» compte 17 étudiants pour sa première rentrée. C'est un beau succès ! Ces jeunes viennent à la fois d'AgroParisTech et d'écoles partenaires ou bien finissent une année de césure. Quant aux industriels de la cosmétique, ils suivent, des TPE aux grands groupes : leurs experts animeront 20 à 30% des cours. Enfin, la société internationale Shiseido est devenue mécène de la Chaire. Elle propose des visites de ses sites de production, des sujets de stages et de projets, etc.

// Comment expliquez-vous ce succès ?

Une école d'ingénieurs réputée internationalement qui crée une Chaire hors de la capitale, c'est un signal fort : en régime de croisière, nous compterons 10 enseignants-

chercheurs et techniciens, autant de doctorants et de post-docs et 100 étudiants. De plus, nous nous installons vraiment. Les étudiants de 3^e année suivent l'intégralité de leurs cours à Orléans ; ceux de 2^e année inscrits à nos modules se déplacent de Paris pour plusieurs jours.

Finalement, c'est la première fois en France qu'une formation d'ingénieurs en cosmétique couvre toute la chaîne de valeur : découverte de molécules, sourcing, formulation, génie des procédés, industrialisation, évaluation sensorielle, biologie de la peau, etc. C'est une opportunité pour les entreprises qui recherchent des profils d'ingénieurs complets et transdisciplinaires.



PROMOUVOIR L'ALIMENTATION DURABLE DANS LES QUARTIERS DÉFAVORISÉS



Jardin collectif

La Chaire Agricultures urbaines est associée depuis 2021 au projet de recherche-action «Du potager à la marmite». Son but: faciliter l'accès de populations défavorisées à une alimentation saine et locale, en les accompagnant dans l'exploitation de jardins partagés et la préparation de recettes dans des cuisines collectives.

Ce projet est né de plusieurs constats: l'explosion de la précarité alimentaire, les difficultés de l'aide alimentaire à fournir des produits frais, les effets négatifs des produits ultra-transformés sur la santé... Porté par l'association LAB3S (Sols, Savoirs, Saveurs), basée à Bondy, il mobilise plusieurs acteurs, associations et collectivités locales de Seine-Saint-Denis.

Des ateliers de jardinage et de cuisine

Prévu pour durer deux ans, le projet «Du potager à la marmite» co-encadre pour sa première année deux jardins partagés et deux cuisines collectives. Les ateliers de jardinage initient le public à la gestion des cultures et aux techniques respectueuses de l'environnement. Les ateliers de cuisine, animés par une diététicienne-nutritionniste, portent sur des recettes à base de produits frais réalisées en commun. Pour la Chaire Agricultures urbaines, dont l'objectif est de contribuer à une alimentation de qualité pour tous, ce projet ouvre deux opportunités:

- ▮ comprendre comment les cuisines collectives couplées à des jardins partagés peuvent avoir un impact global sur les pratiques alimentaires;
- ▮ étudier les modes d'approvisionnement de ces cuisines en lien avec le tissu local.

FOCUS

LES ANTI-UV BIOSOURCÉS TOUT PRÈS DE LA COMMERCIALISATION

Cinq brevets, une trentaine d'articles scientifiques et des tests avant commercialisation lancés par le laboratoire Givaudan, spécialisé dans les arômes et la parfumerie: le projet ANR SINAPUV, coordonné par AgroParisTech, a pleinement atteint ses objectifs. Il portait sur la biosynthèse et l'étude des propriétés (physiques, chimiques et biologiques) de nouvelles molécules anti-UV biosourcées et non toxiques, destinées à l'industrie cosmétique. Les composés anti-UV actuels représentent un énorme marché mais suscitent des critiques croissantes: on leur reproche leur toxicité, leur allergénicité et leurs effets délétères sur l'environnement. Il existe donc une très forte demande, industrielle et sociétale, de substituts non toxiques et issus de la biomasse.

150 molécules biosourcées à la disposition de l'industrie

Des travaux antérieurs d'AgroParisTech avaient démontré le potentiel d'une molécule biosourcée, le malate de sinapoyl. Le projet SINAPUV a couvert toutes les étapes de la chaîne de valeur, de la biomasse au composé actif final: biologie de synthèse, fermentation et couplage à un procédé d'extraction, synthèse durable, microbiologie, génie des procédés, étude des propriétés spectrales et biologiques, évaluation de la toxicité, etc.

Le projet associait dans un consortium trois laboratoires publics et deux industriels (Givaudan Active Beauty et Abolis Biotechnologies) afin d'adopter une approche intégrée à fort potentiel de rupture. Au total, plus de 150 molécules dérivées du malate de sinapoyl ont été produites via des procédés durables et mises à disposition de l'industrie.

ALIMENTATION DURABLE : LA CHAIRE ANCA SENSIBILISE SUR INSTAGRAM

FOCUS

La Chaire ANCA (Alimentation, Nutrition, Comportement Alimentaire) d'AgroParisTech, dont la mission est d'accompagner les 18-35 ans vers des régimes alimentaires plus durables, a proposé un programme narratif et immersif de 12 semaines sur Instagram. Baptisé « Je mange pour le futur », il met en scène une héroïne de fiction de 26 ans, Sasha, qui enquête sur deux sujets : pourquoi et comment adopter une alimentation plus durable ?

Sa démarche l'a amenée à échanger avec des interlocuteurs variés mais bien réels, eux : chercheurs, acteurs de terrain, chefs cuisiniers, commerçants de bouche... Ceci pour aborder de multiples questions. Faut-il renoncer à la viande ? Quelle place pour les autres produits animaux ? Peut-on manger durable sans se ruiner ?

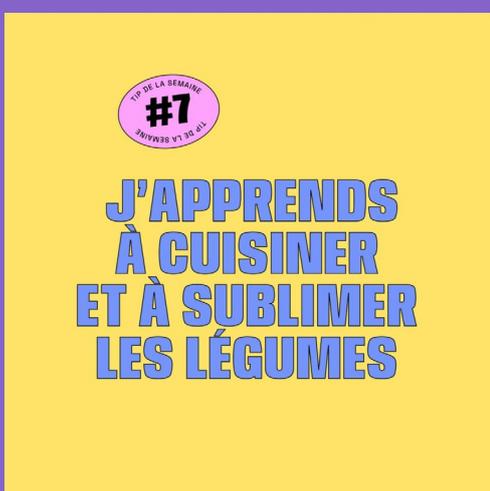


Faire écho aux freins et motivations des 18-35 ans

« Je mange pour le futur » a bénéficié du soutien de deux ministères* et de plusieurs partenaires publics et privés. Basé sur les dernières données de la littérature scientifique, il a été co-construit avec un comité d'experts AgroParisTech en nutrition, comportements alimentaires, agronomie, sociologie... En amont, les freins et les motivations des 18-35 ans vis-à-vis de l'alimentation durable ont été identifiés afin que l'enquête de Sasha les prenne en compte.

En trois mois de diffusion, le programme a connu un impact significatif : 53 articles dans les médias, soit plus de 28 millions de personnes informées, 65 % des 18-35 ans touchés, 2,2 millions de vues des publications et 12 500 abonnés au compte Instagram.

* Agriculture et alimentation, Solidarités et santé



FAITS MARQUANTS

INSTITUTIONNEL

- // Première phase de rénovation du campus de Nancy, avec notamment la stabilisation du Pavillon Nanquette, bâtiment du 19^e siècle
- // Laurent Buisson nommé directeur général d'AgroParisTech (novembre)
- // Sélection d'AgroParisTech comme organisme observateur à la COP26 de Glasgow (novembre)

INTERNATIONAL

- // AgroParisTech est bénéficiaire de la Charte Erasmus+ de l'enseignement supérieur (ECHE) pour la période 2021-2027 (janvier)
- // Obtention du label Bienvenue en France, qui reconnaît la qualité d'accueil d'étudiants internationaux (décembre)

RECHERCHE & FORMATION

- // AgroParisTech lance le premier MOOC dédié à la gestion forestière (mars)
- // Publication du premier guide de bonnes pratiques pour l'épandage de digestat, coordonné par AgroParisTech (juin)
- // À l'occasion de son 10^e anniversaire, le Master of science Erasmus Mundus Food Innovation & Product Design publie *The Cooking Passport* (septembre)
- // Stéphanie Baumberger, professeure en chimie verte, lauréate du trophée Les Étoiles de l'Europe – prix spécial du jury (décembre)

ÉVÈNEMENT ÉTUDIANT

- // 5^e édition du TEDx AgroParisTech sur le thème « Rupture(s) », organisé par une équipe d'étudiants (janvier)



CHIFFRES-CLÉS

© AgroParisTech

au 31/12/2021:

796 agents

- **469 femmes soit 58,9 %**
- **327 hommes soit 41,1 %**
- **214 enseignants et enseignants-chercheurs soit 26,9 %**

Masse salariale du ministère: **44.8M€**

Masse salariale de l'établissement: **11M€**

Ressources: 33.2M€

- Subventions de l'État: **10.7 M€**
- Autres financements publics: **3.5M€**
- Ressources propres: **19M€**

Dont:

Inscriptions formation initiale: **3.6M€**

Formation continue: **2.9M€**

Activités de la ferme: **2.5M€**

Loyers des résidences: **3.6M€**

Dépenses: 33M€

- **11M€** de masse salariale
- **18.4M€** de fonctionnement
- **3.6M€** d'investissement

Dont:

Formation: **6.6M€**

Recherche: **5.4M€**

Vie étudiante: **0.4M€**

Appui support et gouvernance: **4.9M€**

Plateformes technologiques: **2.8M€**

www.agroparistech.fr

