



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



cirad

LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT



Rapport d'activité 2020

Le Cirad est l'organisme
français de recherche
agronomique et
de coopération internationale
pour le développement
durable des régions tropicales
et méditerranéennes.

Avec ses partenaires, le Cirad co-construit
des connaissances et des solutions
pour inventer des agricultures résilientes
dans un monde plus durable et solidaire.

Il mobilise la science, l'innovation
et la formation afin d'atteindre les objectifs
de développement durable.

Il met son expertise au service de tous,
des producteurs aux politiques publiques,
pour favoriser la protection
de la biodiversité, les transitions
agroécologiques, la durabilité des systèmes
alimentaires, la santé (des plantes,
des animaux et des écosystèmes),
le développement durable des territoires
ruraux et leur résilience face
au changement climatique.

Créé en 1984 sous le statut d'Établissement
public à caractère industriel et commercial
(Épic), issu de la fusion d'instituts
techniques et de recherche agronomique
tropicale, le Cirad est placé sous la double
tutelle du ministère de l'Enseignement
supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
et du ministère de l'Europe et des Affaires
étrangères. Il apporte son soutien
à la diplomatie scientifique de la France.

SOMMAIRE GÉNÉRAL

ÉDITORIAL	3
PANORAMA 2020	4
PORTFOLIO	6
SPÉCIAL COVID-19	12
SCIENCE & FORMATION	20
PARTENARIAT	36
GOVERNANCE & STRATÉGIE	42
INDICATEURS 2020	48
LE CIRAD DANS LES MÉDIAS	53
ORGANISATION GÉNÉRALE (au 15 juin 2021)	54
LISTE DES UNITÉS DE RECHERCHE	56
ADRESSES	57
CHIFFRES-CLÉS	58

S'adapter pour dépasser la crise

Nul n'aurait imaginé la crise sans précédent qui a frappé la planète en 2020. La pandémie de Covid-19, qui a provoqué une crise sanitaire d'une ampleur inédite, a bouleversé nos vies. Elle a eu un impact fort sur le Cirad, avec la réduction, voire l'arrêt des déplacements internationaux, nous laissant dans l'impossibilité de réaliser certaines de nos missions dans les pays tropicaux et méditerranéens. Néanmoins, grâce à la présence et à la mobilisation des équipes expatriées restées sur le terrain auprès de nos partenaires, nous avons pu maintenir notre coopération et continuer à conduire une partie de nos activités contractuelles. Partout dans le monde, les salariés du Cirad ont fait preuve d'une grande résilience et de fortes capacités d'adaptation. En France, tous les efforts ont été faits pour passer en télétravail, seules les activités nécessitant une présence sur place (en laboratoires, dans les serres, etc.) ayant été maintenues. Entre les confinements, les locaux, les process, les sites de Montpellier, Nogent-sur-Marne et Paris ont été organisés de façon à pouvoir réaccueillir les équipes en toute sécurité. Cette résilience, combinée à l'aide budgétaire de l'État, nous a permis de clôturer l'exercice financier avec un résultat positif.

Des contrepoids à la crise : pacte vert pour l'Europe, loi de programmation de la recherche

2020 a aussi été une année faste, avec un contexte favorable à l'aide publique au développement et à nos thématiques de recherche, à l'échelle française comme européenne. Le pacte vert pour l'Europe, une feuille de route visant à rendre l'économie européenne durable en transformant les défis climatiques et environnementaux en opportunités, a été inauguré. Cette politique ambitieuse, accompagnée de moyens conséquents, est d'autant plus importante pour le Cirad que la recherche et l'innovation dans l'agriculture en sont des enjeux majeurs. En France, le vote de la loi de programmation de la recherche, qui fixe les objectifs 2021-2030, est de bon augure pour le Cirad. L'ambition affichée est de « mieux financer et évaluer la recherche publique, améliorer l'attractivité

des métiers de la recherche et replacer la science dans une relation ouverte avec l'ensemble de la société ». Elle se concrétise notamment par l'augmentation du budget de l'État de 25 milliards d'euros en dix ans, engendrant l'augmentation de la subvention du Cirad d'un million d'euro en 2021. Une telle augmentation ne s'était pas produite depuis dix ans.

2021 : nouvelle gouvernance, agenda international riche en événements, dynamique d'emploi maintenue

Je tiens à saluer mon prédécesseur, Michel Eddi, qui nous quitte après deux mandats à la tête du Cirad. La transition qui s'opérera en 2021 a pu être préparée en confiance et sérénité. Avec un comité de direction qui sera partiellement renouvelé, nous pourrions saisir des opportunités qui s'offriront à l'organisme pour augmenter sa visibilité et asseoir sa reconnaissance – avec des événements internationaux d'ampleur, comme les Cop 26 climat et 15 biodiversité, le « One Planet Summit », pour lequel le Cirad a participé activement à la formalisation de deux propositions importantes dont la création d'un Panel d'experts de haut niveau « One Health ».

Parmi les rendez-vous attendus, incontournables, citons également le congrès mondial de la nature en septembre à Marseille, le sommet Afrique-France à Montpellier du 7 au 9 octobre, avec des journées spécifiques organisées par Muse auxquelles nous sommes étroitement associés, et le Sommet de l'Onu sur les systèmes alimentaires.

À l'interne, le maintien d'une politique d'emploi dynamique devrait permettre une reprise à la hausse des effectifs du Cirad fin 2021. Quant à la baisse sensible des équipes en expatriation, elle appelle des mesures correctives fortes. L'accord sur la mobilité géographique signé entre les partenaires sociaux va dans ce sens. Il devrait relancer une dynamique indispensable à l'accomplissement de notre mandat et à la réalisation de nos projets. Souhaitons qu'elle soit rapidement confortée par la reprise des mobilités internationales.



Élisabeth Claverie
de Saint Martin,
présidente-directrice
générale du Cirad

JANVIER

Le Cirad et INRAE renouvellent l'UMA « Appui aux relations internationales ». Philippe Manguin et Michel Eddi, présidents-directeurs généraux d'INRAE et du Cirad, ont signé lundi 27 janvier le renouvellement, pour quatre ans, de l'unité mixte d'Appui aux relations internationales (UMA-RI) Cirad-INRAE. Cette signature reflète la volonté de renforcer les partenariats à l'international entre les deux organismes de recherche.

FÉVRIER

Changement climatique : modéliser pour anticiper

Pour la deuxième édition du Symposium international sur la modélisation des cultures (iCROP2020), 400 modélisateurs des cultures, en provenance du monde entier, se sont rassemblés à Montpellier du 3 au 5 février. Ce symposium, organisé par le Cirad, INRAE et l'Inria, avec le soutien de l'I-SITE MUSE et #DigitAg, était particulièrement attendu dans un contexte de changement climatique mondial et de pression accrue sur la production agricole. Les participants se sont concentrés sur les améliorations et les applications récentes des modèles de simulation des cultures afin de mieux soutenir la production agricole et la sécurité alimentaire dans le cadre du changement climatique.

L'agriculture et la biodiversité à l'honneur au Salon international de l'agriculture

La biodiversité était à l'honneur sur le stand commun Cirad-AFD, deux acteurs majeurs de la recherche et du financement pour le développement des pays du Sud, du 22 février au 1^{er} mars. Animations, rencontres professionnelles et conférences ont été organisées pointant du doigt l'agriculture intensive, menace pour la biodiversité. Les visiteurs du Salon ont découvert les modèles agricoles prenant en compte l'ensemble du vivant pour une meilleure préservation de la biodiversité. Le stand a aussi accueilli des partenaires et représentants institutionnels de tous horizons intéressés par la biodiversité et l'agriculture. Un pôle était dédié à la formation, aux partenariats et au recrutement.

Une alliance contre la fusariose

La fusariose TR4 menace de décimer les plantations de banane. Cette maladie est arrivée très récemment en Amérique latine, d'où partent 80 % des exportations mondiales de banane dessert. Incurable, celle que l'on appelle aussi la maladie de Panama (race tropicale 4) se propage rapidement et ne laisse aucune chance aux variétés de Cavendish, qui représentent 100 % des productions de banane dessert pour

l'exportation. Face à l'urgence de la situation, le Cirad a lancé le 6 février au Salon *Fruit Logistica* à Berlin la *World Musa Alliance* qui vise à rassembler des acteurs pour faire émerger rapidement des solutions face aux menaces sur la production mondiale de banane.

Pl@ntnet se pérennise. Dix ans après le lancement de la plateforme collaborative d'identification des plantes utilisée par des millions de personnes, ses quatre membres fondateurs (Cirad, INRAE, Inria, et IRD) ont constitué un consortium pour en assurer la pérennité. Ce consortium, dont la gestion est confiée à Inria, et auquel Agropolis Fondation est associé, s'ouvre à de nouveaux adhérents.

Haro sur les pesticides chimiques, la recherche européenne s'engage

Le Cirad est signataire de la déclaration « Pour une agriculture sans pesticide chimique » adoptée le 23 février par 24 organismes de recherche européens au Salon de l'agriculture à Paris. Lancée par INRAE et ses homologues allemands ZALF et JKI, elle vise à rassembler les efforts de recherche pour accélérer la transition agroécologique en Europe suivant la vision partagée d'une agriculture sans pesticide de synthèse. Le Cirad contribuera à la question notamment en outre-mer français, où il mobilise ses forces sur le sujet depuis plusieurs années. La déclaration assoit la mise en place d'une alliance européenne de recherche pour contribuer au pacte vert pour l'Europe.

MARS

Gender-SMART : le Cirad en ordre de marche vers l'égalité femmes-hommes

Le Cirad dévoile son plan d'action institutionnel pour l'égalité femmes-hommes. Ce plan est issu de l'implication de l'établissement dans le projet européen H2020 Gender-SMART, dédié à la question du genre dans les sciences de la vie et l'agronomie. Le Cirad entend ainsi intégrer l'égalité professionnelle dans le fonctionnement global de l'institution. Il s'attachera à inclure la dimension genre dans sa stratégie scientifique et partenariale. Le plan s'articule autour de trois axes et 25 objectifs parmi lesquels on peut citer la mixité dans tous les métiers, ou l'égalité salariale. Plusieurs actions d'analyse, de formation ou d'accompagnement sont déjà en cours.



Agritrop classée deuxième archive ouverte institutionnelle française. Avec 28 900 documents indexés par le moteur de recherche académique *Google Scholar* et 106 190 références en 2020, Agritrop, l'archive ouverte des publications du Cirad occupe le deuxième rang des entrepôts institutionnels en France pour la troisième année consécutive. L'archive HAL-Sciences de l'homme et de la société occupe la tête du classement.

JUIN

Le Cirad se positionne sur les nouvelles technologies d'édition du génome. Le Cirad considère qu'il relève de la responsabilité des organismes publics d'explorer les bénéfices et les limites de ces technologies. Dans une note, il reprend les six principes produits par INRAE à la suite de l'avis du comité d'éthique de mars 2018 répondant à une saisine commune Cirad-INRAE de 2016 et introduit la dimension partenariale.

SEPTEMBRE

Premières Rencontres du développement durable. Le Cirad est partenaire de la première édition des Rencontres du développement durable (RDD) du 22 au 29 septembre, à l'occasion du cinquième anniversaire de l'adoption des objectifs de développement durable par l'Onu. Ce nouveau rendez-vous annuel est organisé par l'Institut Open Diplomacy, un laboratoire d'idées sur les politiques publiques à dimension internationale.

Top départ pour l'extension du 3P à la Réunion

Dix-huit ans après la construction du Pôle de protection des plantes (pôle 3P), Éric Jeuffrault, directeur régional Réunion-Mayotte et océan Indien, a inauguré son extension, à Saint-Pierre de la Réunion. Près de 1 000 m² de laboratoires flambant neufs, 1 000 m² de bureaux et salles de réunion,

400 m² pour une halle de biotechnologie, tout cela dans le respect d'une démarche de développement durable... Voilà à quoi ressemblera l'extension du pôle 3P en 2022. L'inauguration de ce chantier au budget de près de 13 M€ a été l'occasion de signer un nouvel accord-cadre de coopération scientifique avec les partenaires du 3P. La mise en place de panneaux photovoltaïques sur le toit des bâtiments est prise en charge par l'État dans le cadre du Plan France relance.

Patrick Caron au conseil d'administration du CGIAR

Le CGIAR, système partenarial international de centres de recherche pour le développement, est entré dans une phase de profonde transformation vers un « One CGIAR » capable de jouer un plus grand rôle dans l'orchestration mondiale de la recherche agronomique. Cette réforme s'accompagne d'une réorganisation de la gouvernance avec la mise en place d'un conseil d'administration resserré, composé de huit membres internationaux, au sein duquel Patrick Caron a été nommé. Chercheur au Cirad et ancien directeur de la recherche et de la stratégie, Patrick Caron est actuellement vice-président de l'Université de Montpellier, directeur de l'Institut d'études avancées de l'I-Site MUSE et président d'Agropolis International.

OCTOBRE

Le Cirad intègre ReColNat, le réseau des collectionnistes français. Il devient ainsi membre fondateur de ce nouveau groupement d'intérêt scientifique. Ce réseau, piloté par le Muséum national d'histoire naturelle, ambitionne de faciliter l'accès à ces données, fondamentales pour l'étude de la biodiversité. Par cette signature, le Cirad affirme son intérêt pour l'accès et l'exploitation des collections naturalistes par la communauté scientifique.

NOVEMBRE

#GFOODSEC2020, une conférence sur la sécurité alimentaire virtuelle et interactive

Pour sa 4^e édition, la conférence internationale sur la sécurité alimentaire mondiale, prévue à Montpellier, a pris la forme d'un événement virtuel et interactif. Coorganisée par le Cirad, elle a duré trois jours, du 7 au 9 décembre. Au cœur des débats, la question posée était : « Assurer la sécurité alimentaire locale et mondiale : à quels prix ? », et l'ambition : concilier des visées environnementales, économiques ou sociales concurrentes pour atteindre les objectifs de développement durable (ODD). Afin d'accroître les interactions, 20 mini-symposiums transversaux étaient programmés en amont de la conférence.



Les champs thématiques
stratégiques du Cirad
(CTS)



Approches
territoriales



Biodiversité



Changement
climatique



Santé des plantes,
des animaux et
des écosystèmes



Systèmes
alimentaires



Transitions
agroécologiques

Vers une agriculture biologique plus équitable en Afrique

Ferme agroécologique de Said Akkif à Brachoua, Maroc.



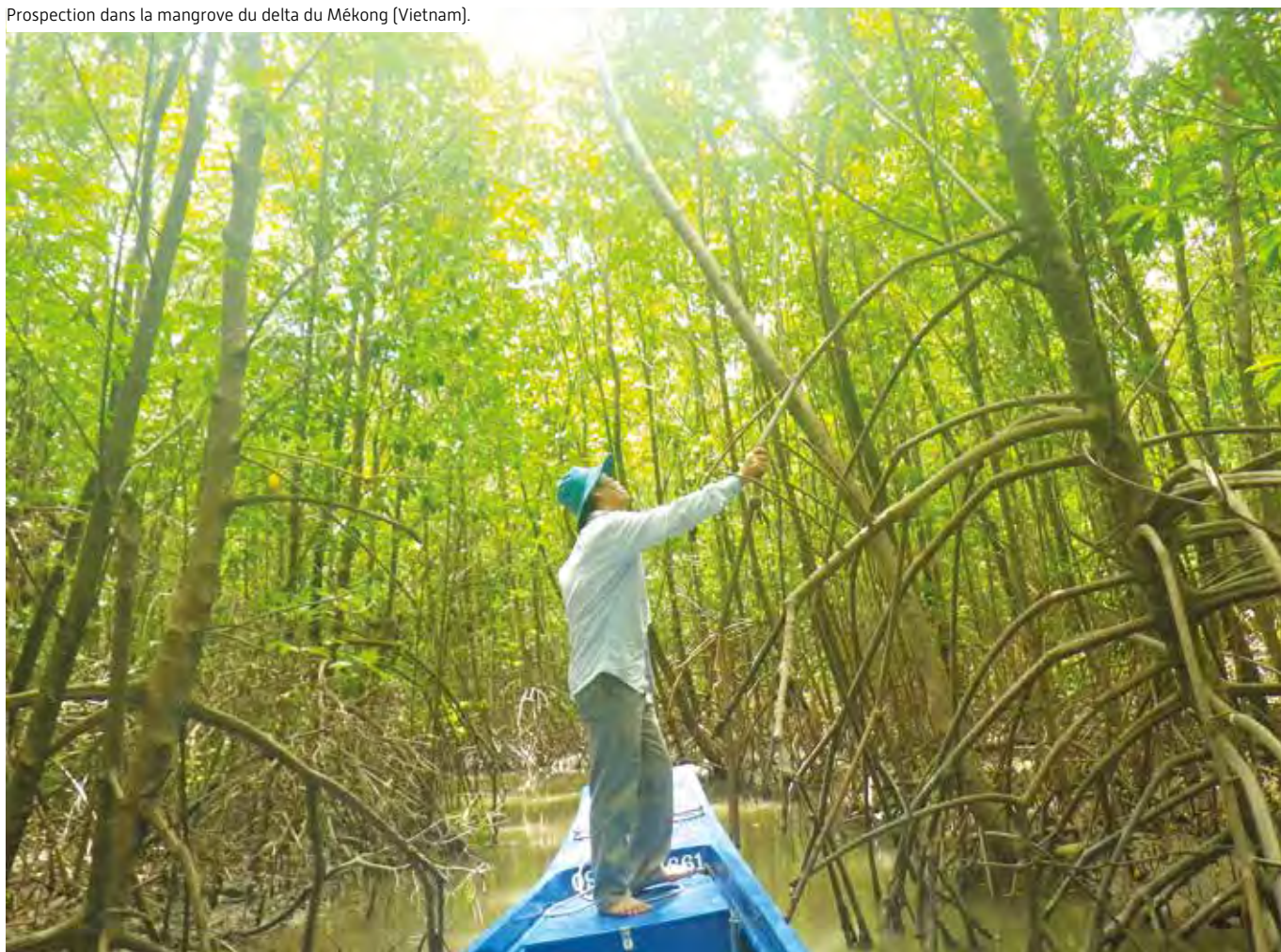
© Riam



Le Cirad mène une recherche-action en Tanzanie, en Ouganda et au Maroc dans le cadre du projet « Innovations institutionnelles pour l'agriculture biologique en Afrique » (IIABA) avec INRAE. Des tables rondes et études permettront d'aider le réseau continental *African Organic Network* (AfrONet) à construire de nouveaux modèles de marché plus équitables, plus inclusifs et adaptés aux réalités sociales des petits exploitants.
eve.fouilleux@cirad.fr

Gardiennes de la biodiversité côtière, les mangroves sous surveillance

Prospection dans la mangrove du delta du Mékong (Vietnam).



© V. Gond, Cirad



Des chercheurs du Cirad ont mis au point un algorithme pour assurer un suivi efficace et automatique de la dynamique des mangroves, qu'elles soient réhabilitées ou naturelles. Les chercheurs ont utilisé *Google Earth Engine* pour analyser et synthétiser 30 ans de données Landsat dans le sud-est thaïlandais. Il faut compter sept à treize ans pour que les mangroves réhabilitées retrouvent leur taux d'activité photosynthétique d'origine, et 28 ans pour rattraper à quatre mètres près la cime des peuplements naturels.

valery.gond@cirad.fr

Le projet GFClm au secours des forêts de Guyane française



© Adobe Stock



Pour tenir compte de la vulnérabilité des forêts guyanaises face aux changements climatiques, le projet GFClm, mené entre 2017 et 2019, propose de nouvelles orientations stratégiques pour résoudre les conflits d'usages entre production de bois et stockage carbone. Lors du séminaire de restitution du projet en juillet 2020, les chercheurs ont exposé leurs recommandations : optimiser les coupes dans la forêt naturelle en augmentant le volume de bois extrait par hectare, maintenir l'exploitation des plantations forestières sur plusieurs cycles, tout en préservant la biodiversité.

geraldine.derroire@cirad.fr

Des drones contre les moustiques vecteurs de maladies

Lâcher de mâles stériles d'*Aedes aegypti* par une version miniaturisée du drone.



© F. Bouyer



Encore quelques tests et ils pourront être commercialisés. Deux modèles de drones, avec et sans parachute, vont lâcher des moustiques mâles stériles à Montpellier, La Réunion et Valencia. Cette technologie vise à éliminer les moustiques vecteurs de maladies et se montre beaucoup moins coûteuse que les lâchers de moustiques par le sol. Elle s'appuie sur les travaux de Jérémy Bouyer, entomologiste au Cirad, dans le cadre du projet Mosquarel financé par le Conseil européen de la recherche.

jeremy.bouyer@cirad.f

Lidiski, la santé des élevages nigériens à la loupe

Discussions de groupe avec des éleveuses pour mieux comprendre l'épidémiologie, l'impact socio-économique, ainsi que la gestion locale de la PPR et de la ND.



© M. Bordier, Cirad



Plus de 20 millions de familles nigériennes dépendent de l'élevage. Mais chaque année, la peste des petits ruminants (PPR) et la maladie de Newcastle (ND) affectent leur sécurité alimentaire et économique. Le 5 mars 2020 à Abuja, le Cirad et ses partenaires nigériens et italien ont inauguré un système de surveillance et de contrôle de ces maladies : Lidiski (*Livestock Disease Surveillance Knowledge Integration*). Le projet, financé sur l'initiative DeSIRA de l'Union européenne, s'appuie sur la formation et l'implication des acteurs de terrain dans la vaccination.

arnaud.bataille@cirad.fr

www.lidiski.org/

Vers une bioéconomie circulaire à La Réunion



© Cirad



Entre 2018 et 2020, le projet Gabir (Gestion agricole des biomasses à l'échelle de la Réunion) a accompagné la Réunion dans sa transition vers une bioéconomie circulaire. Mise en réseau, inventaire de la biomasse, cocompostage des déchets verts, cartographie de la production et consommation fourragère, etc., le Cirad et ses partenaires ont mis en place un éventail d'actions qui devraient notamment permettre à l'île de réduire ses intrants agricoles et mieux valoriser sa biomasse.

jonathan.vayssières@cirad.fr





SPÉCIAL COVID-19

Une recherche réactive et engagée

Face à la pandémie de Covid-19, le Cirad a, avant tout, continué de faire son métier. Produire des recherches pour comprendre les causes des zoonoses et leur diffusion, analyser les raisons de leur propagation, envisager des actions à mettre en œuvre, mais pas seulement. Il s'est aussi mobilisé, à plusieurs reprises, pour promouvoir l'approche Une seule santé dans l'objectif de prévenir de nouvelles épidémies mondiales. Il a ainsi multiplié les interventions sur différents supports – depuis *Le Monde* jusqu'à *The Lancet*.

Près de 75 % des maladies infectieuses émergentes aujourd'hui sont transmises aux êtres humains par les animaux, notamment la faune sauvage. Le SARS-CoV-2 en est le parfait exemple. Michel Eddi, PDG du Cirad, s'est exprimé dès le mois d'avril dans les colonnes du *Monde* avec 15 autres dirigeants d'organismes de recherche français membres de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi). Ils y rappellent le rôle des êtres humains dans la dégradation de l'environnement, et mettent en avant le rôle de cette dernière dans l'apparition de la pandémie... appelant à investir dans une approche pour une santé globale intégrant la santé des écosystèmes, des végétaux, des animaux et des humains. Puis Thierry Lefrançois, directeur du département Bios, a participé en novembre 2020 à une tribune co-signée par un collectif de chercheurs, médecins et vétérinaires dans le même quotidien (lire l'interview ci-contre). Entre ces deux tribunes, plusieurs scientifiques du Cirad se sont exprimés publiquement en faveur de l'importance d'une prise en compte rapide des maladies émergentes. Ainsi Marisa Peyre, épidémiologiste au Cirad, s'est-elle fortement impliquée

dans un « livre blanc » et un « Policy Brief » produits dans le cadre du Programme de gestion durable de la faune sauvage¹. La chercheuse plaide pour une approche Une seule santé coordonnée et pragmatique, ainsi que pour la surveillance participative des maladies émergentes.

Michel de Garine-Wichatitsky et d'autres chercheurs du Cirad ont quant à eux plaidé dans un « *Opinion Paper* » pour intégrer l'environnement dans les instances de gouvernance visant à rendre plus opérationnelle l'approche Une seule santé. Autre initiative du Cirad : la publication, en juin 2020, du premier numéro d'*Horizon Sciences*² sur le thème « Maladies infectieuses émergentes, surveillance sanitaire et transitions agricoles : l'urgence d'adopter des approches systémiques ».

L'ensemble de cette mobilisation a porté ses fruits. Fin 2020, la création d'un Panel d'experts de haut niveau *One Health/Une seule santé* a été annoncée.

1. Le programme *Sustainable Wildlife Management (SWM)*, mené par la FAO, le WCS, le Cifor, et le Cirad, sur financement de l'Union européenne.

2. Document portant la position institutionnelle du Cirad à l'attention des décideurs et relais d'opinion.

Le Panel d'experts de haut niveau Une seule santé : un espoir majeur dans la prévention et la gestion des futures épidémies mondiales



© F. Dunouau

Entretien avec Thierry Lefrançois, expert des approches intégrées et des réseaux de santé au Cirad

Quel est l'enjeu du Panel d'experts de haut niveau Une seule santé initié par le gouvernement français avec l'appui du gouvernement allemand le 12 novembre 2020 ?

Thierry Lefrançois : La crise du Covid-19 a mis en lumière la nécessité absolue de mieux détecter, prévenir, gérer et contrôler les futures pandémies, de l'échelle locale à l'échelle mondiale. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de connecter les différents secteurs de la santé humaine, de la santé animale et de l'environnement, et surtout permettre à leurs acteurs de dialoguer, pour anticiper et agir avec rapidité et efficacité. Le lancement du Panel d'experts de haut niveau Une Seule santé constitue ainsi une étape essentielle pour la prévention des épidémies mondiales. Un collectif de scientifiques, dont je fais partie, avait signé une tribune dans le quotidien *Le Monde* appelant à la création d'une telle structure. Par ailleurs, la composante environnementale, qui jusqu'à présent avait été peu présente sur les questions d'approche intégrée de la santé, sera renforcée avec la participation du Pnue à l'alliance tripartite *One Health* OMS-OIE-FAO. C'est une excellente nouvelle.

Quel devra-t-être selon vous le rôle du Panel d'experts ?

T. L. : Le Panel fournira des recommandations pour favoriser les approches intégrées de la santé à l'échelle internationale. En s'appuyant sur ces recommandations, les organisations internationales pourront aider les États à mettre en place des mesures, des procédures et des fonctionnements afin de mieux anticiper, surveiller, agir précocement et réagir face à une émergence. Ils devront également pouvoir construire et promouvoir des socioécosystèmes permettant d'éviter ou de limiter les émergences. Et si l'émergence ne peut être évitée, des socioécosystèmes résilients. Le Panel d'experts devra aussi soutenir, et aider à orienter les politiques de santé nationales, régionales et internationales. Enfin, il devra aider les pays les plus vulnérables à mettre en place une recherche et une gestion

de la santé adaptées à leurs caractéristiques environnementales et socioéconomiques.

Le partenariat international est une des spécificités du Cirad. Comment cette expérience est-elle mise à profit sur les problématiques de santé ?

T. L. : Plusieurs réseaux régionaux, créés par le Cirad en appliquant le concept Une seule santé, ont déjà fait leurs preuves pour aider à limiter l'entrée de maladies animales sur des territoires ou les contrôler. C'est le cas des actions menées par deux réseaux coordonnés par le Cirad depuis deux départements d'outre-mer français, avec CaribVet et OneHealthOI. Ces réseaux cumulent plus de 15 ans d'expérience. Ils ont réalisé un travail colossal de coordination, de tissage de liens de confiance entre les acteurs pour un partage d'information efficace. Deux autres dispositifs de recherche et de formation en partenariat (dP) contribuent aux approches intégrées de la santé à un niveau régional : les dP Grease en Asie du Sud-Est et RP-PCP en Afrique australe. Ils rassemblent des activités de recherche développement et des partenariats de long terme sur les questions d'émergence ou d'interaction faune sauvage – faune domestique. En France, depuis 2013, la plateforme nationale d'épidémiosurveillance en santé animale ESA – dont le Cirad assure l'animation de la cellule de veille sanitaire internationale (VSI), avec l'Anses et la direction générale de l'Alimentation – surveille une vingtaine de dangers sanitaires dans les élevages et la faune sauvage.

Comment se positionne le Cirad par rapport à la création du Panel d'experts de haut niveau ?

T. L. : Les recommandations qu'il fournira devront être complétées par des actions de recherche et de développement dans l'ensemble des zones géographiques confrontées aux émergences. Le Cirad, par son expérience d'approche intégrée de la santé et de construction de réseaux partenariaux, a un rôle majeur à y jouer.

Propos extraits d'un entretien publié sur le site du Cirad le 13 novembre 2020.

Covid-19 et sécurité alimentaire : un panorama

De l'Inde au Brésil, en passant par Madagascar, la Côte d'Ivoire et la Colombie, des scientifiques du Cirad ont étudié, avec leurs partenaires, le lien entre Covid-19 et sécurité alimentaire. Entre le 15 avril et le 21 juillet 2020, dix articles ont été publiés sur le site du Cirad sur ce thème. En voici une synthèse.

Prendre le pouls de pays tropicaux et méditerranéens au lendemain de l'apparition de la pandémie de Covid-19, suivie de fortes inquiétudes sur la sécurité alimentaire, tel est l'objectif des analyses publiées. Des analyses d'autant plus intéressantes qu'elles apportent un éclairage à la fois instantané et basé sur une connaissance ancienne des terrains, avec une réelle profondeur de vue.

De multiples difficultés

Les chercheurs du Cirad constatent un accroissement des difficultés dans la plupart des contextes étudiés. Dans les sociétés très inégalitaires, la crise fait ressortir les inégalités. C'est le cas par exemple en Colombie, où la crise a exacerbé les inégalités entre petits et gros producteurs ou au Brésil, où l'on constate un retour de la faim pour les plus précaires.

Sur les marchés mondiaux, la pandémie a été source de fortes tensions sur les marchés du riz quand, début 2020, seule la Thaïlande a maintenu ses exportations. Certaines cultures de rente, à l'instar du cacao, ont vu l'arrivée de la crise avec une grande appréhension, dans un contexte déjà très défavorable. À Madagascar, la production laitière a été fortement touchée.

Par manque d'outils de transformation et de chaînes d'approvisionnement, la pandémie a aussi provoqué une augmentation des pertes alimentaires en Afrique de l'Ouest. Les chercheurs constatent néanmoins que l'impact du Covid-19 est resté relativement faible sur la production alimentaire dans la sous-région. « Bien moindre que le Sida, la dengue ou le paludisme » peut-on lire. Il a même, dans certaines situations, été source d'opportunités pour la production vivrière locale.

États réactifs, producteurs et systèmes résilients

Plusieurs États sont intervenus en mettant en place des aides aux producteurs – plan de soutien de l'économie vivrière maraîchère et fruitière de 50 milliards de FCFA en Côte d'Ivoire, revenu d'urgence pour les plus précaires au Brésil, crédits pour les producteurs en Colombie, etc. Mais ces aides ont été difficiles d'accès pour les plus

pauvres. Au niveau international, le moratoire du G20 sur le remboursement de la dette de 77 États à bas revenus a généré 14 milliards de liquidités. Permettant notamment au Sénégal d'acheter 140 000 tonnes de riz local pour le distribuer aux plus pauvres.

L'ensemble des analyses note la résilience des systèmes vivriers locaux, qui ont permis d'éviter la famine. À Madagascar, malgré la crise du lait, les producteurs ont pu se nourrir grâce à leur diversification. Un constat qui plaide pour la multi-activité, contre la tendance à la spécialisation et l'industrialisation des producteurs.



Étals de légumes (tomates, céleri, haricots verts, carottes, piments, etc.) sur un marché au Cameroun.

© L. Parrot, Cirad

Repenser des modèles inégalitaires : la recherche aux avant-postes

Chaque analyse est source de pistes pour la recherche. La crise a mis en lumière le besoin de politiques publiques qui combinent

R&D, subventions et conseil agricole. De son côté, le comité d'experts international sur les systèmes alimentaires durables (IPES-Food) affirme que la pandémie a révélé les fragilités et inégalités d'un système à bout de souffle et formulé quatre recommandations, parmi lesquelles la nécessité de réformer la gouvernance des systèmes alimentaires internationaux.

<http://bit.ly/2SBntNa>

Rue alimentaire à Calcutta.
© B. Dorin, Cirad



RunCov, chronique d'une innovation

Aussi fiable qu'un test PCR classique mais beaucoup plus rapide, RunCov est un nouveau test de dépistage de la Covid-19. Il a été mis au point par les experts du Cirad en diagnostic moléculaire en santé végétale, basés au Pôle de protection des plantes à La Réunion, en partenariat avec l'Université de La Réunion, le CHU, l'Anses et le MNHN.

Entretien avec Isabelle Robène, chercheuse, spécialiste en mise au point de méthodes de diagnostic de maladies des plantes, à l'origine de RunCov.

Qu'est-ce que RunCov ?

Isabelle Robène : RunCov est un test de dépistage du SARS-CoV-2. Plus fiable qu'un test antigénique, capable de détecter les trois principaux variants du virus, il ne nécessite qu'un appareil portatif électrique pour fonctionner et donne un résultat en 25 minutes. La méthode utilisée par RunCov est une méthode d'amplification moléculaire dite « LAMP » pour « *Loop mediated isothermal amplification* » (en français : « amplification isotherme médiée par les boucles »). Cette méthode intéresse le Cirad depuis quelques années en santé végétale et animale, car elle peut se déployer sur le terrain à moindre coût. L'innovation est son utilisation pour détecter le Covid-19, en amplifiant non pas une mais deux zones du génome en une seule réaction, et la spécificité de RunCov est le choix des amorces (petits fragments d'ADN) qui vont cibler le génome de SARS-CoV-2 et l'amplifier.

Comment avez-vous découvert RunCov ?

I. R. : Au déclenchement de la pandémie, un groupe de travail s'est constitué à la Réunion avec l'Université de La Réunion, le CHU et le Cirad. Notre objectif à l'époque était d'évaluer les possibilités de faire des tests PCR, au cas où la demande dépasserait les moyens du CHU. Étant moi-même spécialisée dans le diagnostic en santé



© Cirad

végétale, j'expérimentais alors des méthodes nomades de diagnostic hors laboratoire comme la méthode LAMP. Outre qu'elle pouvait être réalisée hors laboratoire, cette méthode présentait l'intérêt d'utiliser des réactifs différents de ceux des test PCR, très demandés, et donc potentiellement sources de problèmes d'approvisionnement. Il fallait la tester, pour pouvoir la proposer comme diagnostic pour la Covid-19.

Dès lors, nous avons constitué une équipe avec Emmanuel Jouen, responsable de la plateforme de recherche du Pôle de protection des plantes et plusieurs techniciens du Cirad et de l'Université, sous l'égide de Bernard Reynaud, chef de l'Unité PVBMT et d'Éric Jeuffrault, directeur régional du Cirad. Nous avons d'abord décidé d'utiliser des systèmes RT-LAMP déjà publiés, mais après leur évaluation, nous avons opté pour un design de nos propres amorces. Une fois RunCov créé, il s'est agi de le faire valider. Deux possibili-

tés se présentaient, le marquage CE d'entrée, avec un coût important (environ 250 000 euros), ou la validation par le centre national de référence (CNR) des maladies respiratoires de Lyon (associé à l'Institut Pasteur). Nous avons opté pour cette seconde solution, gratuite même si plus complexe, car entraînant d'importantes contraintes, que nous sommes parvenus à dépasser. Une partie de l'équipe s'est rendue au CNR de Lyon, et nous avons obtenu l'évaluation positive, et ainsi le feu vert du ministère de la Santé. Il ne restait plus qu'à trouver un partenaire pour déployer le test à la Réunion. Nous avons alors mis en place un partenariat avec le laboratoire Cerballiance.

En quoi l'approche One Health a-t-elle été déterminante ?

I. R. : Nous avons travaillé de concert avec Catherine Cêtre-Sossah, virologue spécialisée en santé animale, de l'unité Astre, qui était alors basée à la Réunion. L'invention de RunCov est le fruit de notre collaboration et de nos échanges entre son expertise des zoonoses et des virus à ARN et mon travail en santé végétale. L'accès à la plateforme du P3 du Cyroi nous a permis de faire les manipulations sur le virus. Nos deux équipes, qui jusqu'alors ne travaillaient pas ensemble, ont collaboré avec succès, et nous poursuivons nos interactions depuis lors.

NDLR : à la date de réalisation de l'interview, avril 2021, RunCov a déjà été utilisé à deux reprises pour des tests de dépistage à l'aéroport de la Réunion, avec des résultats très prometteurs. L'équipe de recherche est en quête d'un partenaire commercial pour un développement clé en main du test.

Maladies émergentes : repenser la veille sanitaire

La pandémie de Covid-19 pousse à repenser les systèmes de veille sanitaire pour mieux identifier les signaux épidémiques liés à de nouvelles maladies. Des chercheurs européens et nord-américains planchent sur cette question clé dans le cadre du projet Mood, lancé en janvier 2020.

Le marché d'animaux vivants de Wuhan aurait servi d'incubateur et accéléré la propagation du SARS-CoV-2, selon les chercheurs. © M.-I. Peyre, Cirad



L'épidémie de Covid-19 rappelle que les systèmes de détection des nouveaux pathogènes d'origine animale sont engagés dans une course contre la montre. Expert en la matière, le Cirad coordonne le projet Mood (*Monitoring outbreak events for disease surveillance in data science context*) qui vise à améliorer les outils existants.

Financé par l'Union européenne à hauteur de 14 millions d'euros, il réunit 25 partenaires – institutions de recherche, agences de santé publique, services vétérinaires – de 12 pays. L'objectif est de proposer, d'ici fin 2023, des services accessibles pour évaluer le risque en tenant compte des données écosystémiques liées au climat, aux migrations, à l'occupation des sols et à la déforestation.

Les services d'intelligence épidémique s'appuient à la fois sur les données « officielles », déclarées par les services de santé publique, et les données « non officielles » – mais essentielles – provenant de forums d'internautes, d'articles de journaux et des réseaux sociaux.

Pour détecter les signaux d'émergence d'un nouveau pathogène noyés dans cette masse d'information, les chercheurs développent de nouveaux outils de veille. Face au virus, ils ont déployé des actions de modélisation de sa transmission, de détection précoce de l'émergence des variants et de leur suivi.

elena.arsevska@cirad.fr

Les oiseaux sauvages ne sont pas les seuls vecteurs de la grippe aviaire

Bien avant le coronavirus SARS-CoV-2, des souches d'influenza aviaire ont émergé régulièrement depuis le début des années 2000 et sont parvenues à se propager à grande échelle.

Marisa Peyre et Claire Hautefeuille, deux épidémiologistes du Cirad, ont constaté que la majorité des études sur le sujet traitent des mouvements d'oiseaux sauvages, tandis qu'une minorité seulement se penche sur le rôle des réseaux de production et de commerce international de volaille d'élevage.

Ces virus hautement pathogènes pour les volailles d'élevage et potentiellement mortels

pour l'homme se propagent pourtant aussi via le transport, le déplacement de personnes intervenant à différentes étapes de la filière avicole, et des vecteurs mécaniques de transmission (véhicule de transport, matériel contaminé).

Les chercheuses proposent de renforcer la collaboration entre organismes de recherche publics et acteurs privés de la filière avicole pour renforcer les connaissances scientifiques sur le sujet et les bonnes pratiques vétérinaires.

claire.hautefeuille@cirad.fr

Élevage traditionnel de canards dans les rizières à Bali (Indonésie). A. Rival © Cirad



Animaux sauvages à la vente sur un marché cambodgien.
© Institut Pasteur du Cambodge



Le Cirad et ses partenaires traquent les zoonoses au Cambodge

Le commerce des espèces sauvages et la consommation de viande d'animaux sauvages augmentent le risque de transmission de pathogènes des animaux aux humains. Le projet ZooCov se penche sur cette menace dont l'épidémie de Covid-19 rappelle l'acuité.

L'augmentation de la consommation d'animaux sauvages, en particulier en Asie du Sud-Est, constitue une menace croissante pour la santé publique. Pour contribuer à la prévention de futures pandémies de zoonoses, le Cirad coordonne le projet international baptisé ZooCov au Cambodge. Il a pour objectif de développer un système flexible et intégré de détection précoce de la transmission de betacoronavirus entre l'animal sauvage et l'être humain.

Le projet entend identifier les principales chaînes commerciales des espèces sauvages dans deux zones pilotes. Les chercheurs analyseront les pratiques et les perceptions en matière de consommation de ces viandes. Ils y quantifieront la présence et la diversité des betacoronavirus, afin d'identifier les vecteurs d'infection animale et d'exposition humaine.

Ces axes de travail permettront d'élaborer un cadre méthodologique pour détecter précocement les transmissions

virales. Le système pourrait ensuite être étendu à d'autres pays et continents, y compris en Afrique, qui constitue une zone à risque d'émergence pour les maladies zoonotiques. L'Agence nationale de la recherche (ANR) a sélectionné ZooCov dans le cadre d'un appel spécifique visant à soutenir les communautés scientifiques françaises travaillant sur le Covid-19.

veronique.chevalier@cirad.fr

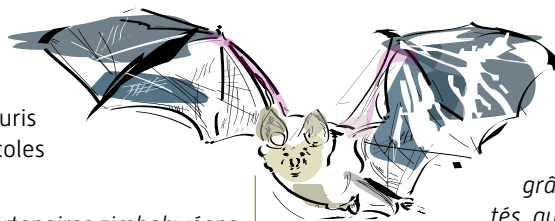
Des chercheurs passent au crible les chauves-souris porteuses de coronavirus au Zimbabwe

Partenaires de longue date sur les maladies animales et zoonotiques, le Cirad, l'IRD et l'Université du Zimbabwe, lancent un nouveau projet sur la diversité génétique et la prévalence de coronavirus dans deux colonies de chauves-souris.

En 2020, les chercheurs zimbabwéens et français ont identifié plusieurs types de coronavirus au sein de deux colonies de chauves-souris microchiroptères insectivores et cavernicoles au centre et au nord du Zimbabwe.

« Nous travaillons de concert avec nos partenaires zimbabwéens pour étudier les mécanismes de circulation et d'émergence des coronavirus et autres virus en Afrique, afin de quantifier les risques sanitaires et prévenir les prochaines épidémies » explique Mathieu Bourgarel, chercheur au Cirad et spécialiste des chauves-souris.

L'équipe de recherche a réalisé des collectes d'échantillons biologiques sur les mammifères, en particulier sur les chiroptères



et rongeurs, puis des analyses virologiques et sérologiques. « Si nous connaissons mieux les caractéristiques de ces virus, nous aurons la capacité de mieux réagir, grâce à des diagnostics rapides et adaptés aux souches connues. On prépare en quelque sorte une boîte à outils en cas de transmission de nouveau coronavirus à l'être humain », précise le Dr Florian Liégeois, virologue à l'IRD. Les populations locales sont impliquées dans le projet pour améliorer les systèmes de surveillance et de détection de ces maladies et leur future appropriation au niveau local.

mathieu.bourgarel@cirad.fr



Science &



formation

Inégalités foncières dans le monde, un autre modèle est possible

L'étude « *Uneven Ground: land inequality at the heart of unequal societies* » (des inégalités foncières au cœur des inégalités sociétales) de l'*International Land Coalition* (ILC), avec le Cirad et Oxfam, apporte un nouvel éclairage sur l'accaparement croissant des terres.

L'inégalité foncière ne cesse de croître et elle s'avère plus élevée que par le passé. Au-delà de la répartition des surfaces, le rapport de l'ILC inclut la valeur des terres, la propriété multiple et la privation de terres, ou encore le contrôle exercé sur elles, et révèle l'étendue de l'inégalité foncière partout dans le monde : les 10 % les plus riches de la population rurale contrôlent 60 % de la valeur des terres agricoles ; les 50 % les plus pauvres se partagent 3 %. Une tendance renforcée par l'intérêt des investisseurs pour les terres agricoles : 1 % des exploitations agricoles concentrent 70 % des terres agricoles du monde ; plus de 80 % des exploitations ont moins de deux hectares. Si la tendance se poursuit, l'inégalité foncière aura d'importantes conséquences socio-économiques, sur l'environnement et sur la démocratie. Mais un modèle de production agricole plus équitable et durable est possible, avec la démocratisation de la gouvernance des terres, la régulation accrue de la propriété foncière, la transparence des transferts de propriété ou encore la reconnaissance des droits des minorités.

ward.anseeuw@cirad.fr

Après trois ans de recherche, l'*International Land Coalition* publie un rapport sur l'inégalité foncière dans le monde. Les nouvelles données font état d'une augmentation de 41 % par rapport à celles traditionnellement recensées.
© E. Malézieux, Cirad



Le G20 appelle à plus de transparence sur les investissements agricoles à grande échelle

Le manque de transparence persiste dans les transactions foncières à grande échelle, constate un groupe d'experts dans un *policy brief* rédigé pour le G20. La population mondiale et la consommation de viande augmentent, générant des acquisitions de terres d'envergure qui impliquent souvent les États du G20, avec de nombreux cas menés au détriment des populations, des écosystèmes et de la biodiversité. Certes, le G20 reconnaît la nécessité d'investissements fonciers plus équitables, mais le groupe de travail insiste sur plusieurs points pour l'y inciter : rédiger des normes minimales communes liées aux droits humains pour les audits d'acquisition ; encourager les investissements agricoles responsables et transparents au sein du G20 ; rendre publiques les informations sur les grandes acquisitions, en particulier par les institutions publiques.

ward.anseeuw@cirad.fr • jeremy.bourgoin@cirad.fr



Investissement foncier (canne à sucre) dans le delta du fleuve Sénégal.
© J. Bourgoin, L.Touré (Cirad)

Dinamis : un accès simplifié aux images spatiales

Le Dispositif institutionnel national d'approvisionnement mutualisé en imagerie satellitaire (Dinamis) facilite l'accès aux images à très haute résolution spatiale à des fins de recherche, d'aménagement territorial ou de gestion environnementale. Lié à l'Infrastructure de recherche Data Terra, il organise la mutualisation des ressources, l'approvisionnement en données et l'accompagnement des utilisateurs, et contribue au développement de nouveaux produits et services pour les politiques publiques.



Image Spot du Piton de la fournaise (juillet 2019), volcan de la Réunion, disponible sur le portail Dinamis.
© ADS GeoIntelligence

jean-francois.faure@data-terra.org

Un nouvel observatoire des exploitations agricoles dans l'océan Indien

La plateforme régionale PRÉRAD-OI porte un observatoire des agricultures sur plusieurs territoires du sud-ouest de l'océan Indien. Ce dispositif contribuera à la transition agroécologique et à répondre aux défis alimentaires, sanitaires et environnementaux de cette partie du monde.

La Plateforme en recherche agronomique pour le développement dans l'océan Indien (PRÉRAD-OI) ambitionne de structurer la recherche agronomique régionale et fédère plus de 50 partenaires. Créée en 2014 sous l'égide de la Commission de l'océan Indien (COI) regroupant Madagascar, les Comores, les Seychelles, l'île Maurice et la Réunion, avec l'appui de la région Réunion et de l'État, elle est animée par le Cirad. En 2021, PRÉRAD-OI va lancer une déclinaison de l'Observatoire des agricultures du monde (OAM) porté par la FAO et le Cirad : un Observatoire des agricultures de l'océan Indien (OA-OI) visant à comparer les exploitations agricoles et permettre des investissements différenciés en faveur de la transition agroécologique. Bénéficiant aux producteurs, aux filières et aux pouvoirs publics, cet outil intéresse déjà d'autres territoires de la région (Mayotte, Mozambique, etc.). La plateforme souhaite aussi développer deux nouveaux réseaux scientifiques, sur l'utilisation de la biomasse végétale à des fins énergétiques et sur la valorisation des résidus organiques dans les sols, afin de conduire les exploitations vers une économie circulaire.

isabelle.mialet-serra@cirad.fr

Séchage et transport du riz en gerbes ; travail du sol de rizière près de Betafo, Madagascar. E. Gozé © Cirad



Lutter contre la déforestation contribue au développement en Amazonie

TerrAmaz va accompagner cinq sites pilotes en Amazonie (Brésil, Colombie, Équateur et Pérou) dans la gestion territoriale durable et la lutte contre la déforestation. Porté par le Cirad, ONF-International, AVSF et l'AFD, il s'inscrit dans l'engagement en faveur des objectifs de développement durable.

Pour concilier transition agricole durable, conservation des ressources forestières et de la biodiversité, et inclusion sociale, TerrAmaz va proposer des outils d'ingénierie territoriale : des indicateurs pour suivre la transition des territoires sur les dynamiques d'usages des sols, la mise en œuvre des réglementations ou incitations, et l'engagement des acteurs locaux publics et privés ; des référentiels technico-économiques sur les systèmes agricoles, d'élevage et forestiers durables. Le projet accompagnera plusieurs réseaux de fermes dans leur transition agroécologique, ainsi que des centaines d'exploitations familiales avec des contrats agro-environnementaux. Le projet renforce une approche décentralisée de la gestion durable d'un territoire à l'échelle du bassin de l'Amazonie, conciliant la préservation de la biodiversité et de la forêt naturelle avec le développement agricole au bénéfice des populations locales. Il permet de capitaliser les outils de suivi élaborés avec les partenaires brésiliens, de renforcer la stabilisation de la frontière agricole en Colombie, ou encore de réactiver la gouvernance multi-acteurs en Équateur.

rene.poccard-chapuis@cirad.fr

Paragominas, au Brésil, est un des cinq sites pilotes du projet TerrAmaz. © R. Poccard-Chapuis, Cirad



Alliance européenne pour une agriculture sans pesticide chimique

L'union fait la force. En février 2020, 24 organismes de recherche européens ont annoncé leur mobilisation pour trouver des alternatives aux pesticides de synthèse.

Le Cirad se mobilise auprès de ses homologues européens en signant l'appel « Pour une agriculture sans pesticide chimique ». Cette déclaration, initiée par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement – INRAE, le *Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research* et le *Julius Kühn Institute*, rassemble 24 signataires.

Soutenue par les ministères français de la Recherche et de l'Agriculture, l'appel a été rendu public le 23 février 2020 au Salon de l'agriculture à Paris en présence d'Amélie de Montchalin, alors Secrétaire d'État aux Affaires européennes. À travers cet engagement sans précédent, les chercheurs entendent unir leurs forces pour proposer des alternatives à l'utilisation des pesticides de synthèse et éclairer les politiques publiques. Le Cirad contribuera à la question dans les régions ultra-périphériques, en particulier en outre-mer français. Le manifeste détaille plusieurs pistes communes de recherche, et prône des approches systémiques et multidisciplinaires. Ces méthodes permettent de renforcer le lien entre l'avancée des connaissances et les expérimentations en laboratoire et sur le terrain. Le lien avec le monde agricole permet à celui-ci de mieux s'approprier les changements et de tester à grande échelle des solutions alternatives.

presse@cirad.fr

Les liens entre déforestation et zoonoses encore trop souvent inexplorés

La pandémie mondiale de Covid-19 met en lumière l'importance du lien entre les écosystèmes, leur biodiversité et l'émergence de nouvelles maladies infectieuses. Pourtant, les connaissances scientifiques sur ces liens sont encore trop fragiles selon des chercheurs d'INRAE, du Cirad, de l'IRD et de l'Institut Pasteur de la Guyane. Ils ont analysé un corpus de 565 articles publiés entre 1953 et 2018 sur les thèmes de la forêt, de la déforestation et des zoonoses.

Dans leur synthèse parue dans la revue *Environmental Research Letters*, ils constatent un biais taxonomique dans la mesure où un grand nombre de travaux concerne la maladie de Lyme et les leishmanioses cutanées et se réfère au continent américain. Moins d'une publication sur huit traite en pratique du lien entre forêts, déforestation et zoonose. Et ces articles traitent seulement d'une partie infime du cycle infectieux : les insectes vecteurs ou les animaux réservoirs, sans explorer les interactions qu'ils entretiennent avec des virus, des bactéries ou des protozoaires. De surcroît, une très grande majorité de ces publications ne fait pas le lien avec les cas humains. Cette étude va permettre de réorienter la recherche sur le sujet en prenant en compte les composantes environnementales, anthropo-sociologiques, économiques et politiques.

julien.cappelle@cirad.fr

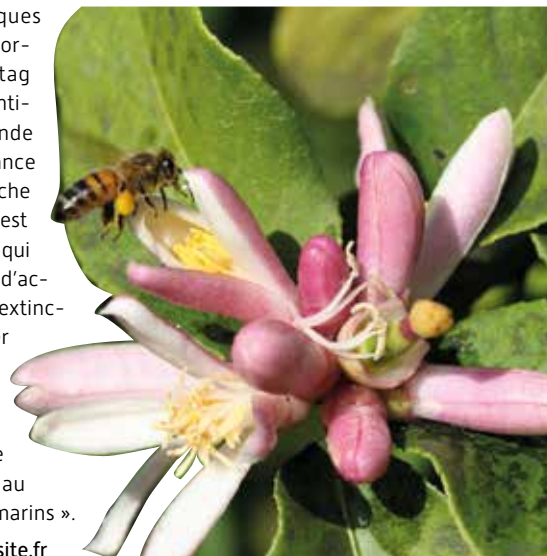
La recherche scientifique française s'engage pour un monde durable

Toutes les publications scientifiques françaises sur la biodiversité sont désormais regroupées sous le hashtag #ScienceDurable. Cette campagne intitulée « La science pour un monde durable » est orchestrée par l'alliance AllEnvi et la Fondation pour la recherche sur la Biodiversité (FRB), dont le Cirad est membre. Elle permet aux chercheurs qui travaillent sur des solutions et leviers d'action pour lutter contre les risques d'extinction animale et végétale de diffuser leurs travaux auprès du grand public grâce aux réseaux sociaux. Il est ainsi possible de comprendre le « mystère du riz éternel » ou encore « le rôle de l'ADN environnemental au secours de la biodiversité des fonds marins ».

pauline.coulomb@fondationbiodiversite.fr



Des chercheurs d'INRAE, du Cirad, de l'IRD et de l'Institut Pasteur de la Guyane ont analysé 565 articles scientifiques. © B. Locatelli, Cirad



F. Le Bellec © Cirad

Les « nez » européens du café dégustent des espèces oubliées

Le Cirad a organisé une dégustation avec des experts du café en décembre 2020. Leur mission ? Définir quelles espèces sauvages, plus résilientes, pourraient plaire aux consommateurs.

Forêt amazonienne : avec ses travaux sur les impacts à long terme de l'exploitation commerciale sélective; Camille Piponiot-Laroche obtient la médaille d'argent Dufrenoy



En juillet 2020, la chercheuse Camille Piponiot-Laroche a reçu la médaille d'argent Dufrenoy pour sa thèse sur le futur des forêts de production en Amazonie.

Cofinancés par le Cirad et le CNRS, ses travaux décryptent les impacts à long terme de l'exploitation commerciale sélective qui affecte chaque année entre un et deux millions d'hectares en Amazonie.

L'Académie d'Agriculture de France a distingué « son évaluation rigoureuse » du bilan carbone et des compromis entre services écosystémiques (bois d'œuvre, biodiversité et carbone).

Cette évaluation permet de repenser les stratégies de production forestière entre plantations nouvelles et exploitation à faible impact de la forêt naturelle. En octobre, la chercheuse en écologie forestière a intégré l'UPR Forêts et Sociétés en tant que modélisatrice spécialiste des changements d'échelle, où elle poursuivra ses travaux sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers.

camille.piponiot-laroche@cirad.fr

Sur les 124 espèces de caféiers recensées dans le monde, seules deux côtoient quotidiennement nos tasses : l'Arabica et le Robusta. Afin de diversifier l'offre et renforcer la résilience de la filière café, des spécialistes du Cirad ont organisé une dégustation à l'aveugle de trois espèces de caféiers, issues du centre de ressources biologique (CRB) Coffea. Le jury réunissait huit experts dans le laboratoire d'analyses sensorielles du Cirad à Montpellier et quatre autres à distance (Suisse, Pays-Bas, Belgique). « Adopter de nouvelles espèces pour la grande consommation n'est pas un acte anodin. Il faut, d'une part, que la science démontre leur

intérêt, à la fois en matière de productivité et de qualité. Il faut ensuite que l'industrie et les consommateurs les acceptent », souligne Benoît Bertrand, sélectionneur au Cirad et correspondant pour la filière café.

À travers cette dégustation, l'équipe du Cirad souhaite lever la première barrière : l'adéquation aux goûts des consommateurs, avant de démontrer l'aptitude agronomique de ces nouvelles espèces, encore inconnues de l'industrie du café, qui pourraient résister à un climat plus chaud et à la rouille du caféier.

benoit.bertrand@cirad.fr

Au laboratoire d'analyses sensorielles du Cirad à Montpellier, une dégustation de café inédite s'est déroulée le 10 décembre 2020. © C. Cornu, Cirad

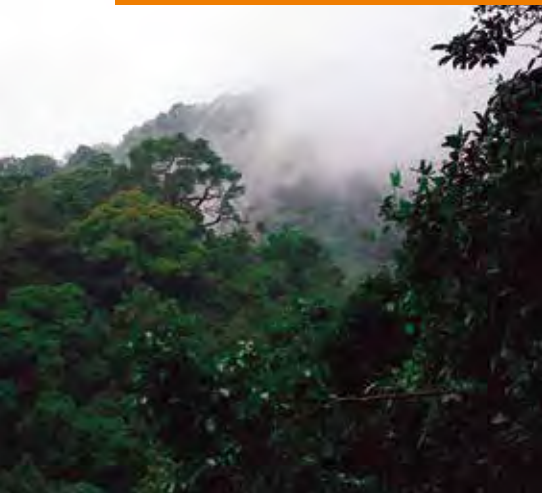


Les forêts denses humides africaines inventoriées

Le Cirad a élaboré une base de données de près de 100 000 hectares d'inventaires des forêts denses d'Afrique centrale, et une autre, avec l'IRD, qui fournit le stock de carbone forestier. Publiées dans la revue *Nature-Scientific Data*, ces données ont vocation à faire référence pour d'autres analyses.

Les forêts denses humides d'Afrique centrale, deuxième plus grand massif forestier tropical au monde, sont très mal connues sur le plan scientifique, tandis que près de 30 millions d'hectares de forêts dédiées à la production sont inventoriés par les exploitants, selon leurs propres protocoles. Aussi, depuis près de vingt ans, le Cirad collabore avec des bureaux d'étude et plusieurs dizaines de compagnies forestières pour concevoir une base de données régionale : nommée CoFor (*Congo Basin Forests*), elle contient les inventaires de 100 000 hectares, dans cinq pays. Elle a permis, grâce à une méthode développée par le Cirad et l'IRD, d'obtenir une seconde base de données, CoFor-AGB (*Above Ground Biomass*), pour estimer le carbone forestier. Dans la région, le stock de carbone varie, pour 95 % des observations, entre 115 et 485 tonnes par hectare, avec les valeurs les plus élevées dans une région allant du centre du Gabon à

La brume et la forêt au sud-ouest du Cameroun.
C. Doumenge © Cirad



certaines zones de la République centrafricaine à l'extrême nord du massif forestier, en passant par le sud-est du Cameroun et le nord du Congo. CoFor-AGB constitue une référence pour des analyses à plus grande échelle sur les forêts tropicales humides et les stocks de biomasse au niveau mondial : calibrer des modèles de cartographie de la biomasse sur l'ensemble du territoire, ou améliorer l'estimation des émissions de CO₂ associées aux perturbations des forêts (projets de l'initiative internationale REDD, pour *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*).

frederic.mortier@cirad.fr

sylvie.gourlet-fleury@cirad.fr

<https://go.nature.com/3wx4txG>

L'initiative « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » arrive en outre-mer

Le ministère des Outre-mer, le Cirad, INRAE et l'IRD ont signé un accord-cadre pour déployer l'initiative internationale « 4 pour 1000 » dans l'outre-mer français. Cette initiative promeut des systèmes agricoles et forestiers stockant plus de carbone et de matière organique dans les sols, afin de les rendre plus résilients aux aléas climatiques, moins consommateurs d'engrais de synthèse, tout en améliorant leur productivité. Elle intervient ainsi en faveur de la sécurité alimentaire, la transition agroécologique et l'adaptation au changement climatique.



Signature d'un accord-cadre entre le ministère des Outre-Mer, le Cirad, INRAE et l'IRD, lundi 24 février 2020 au Salon international de l'agriculture. De gauche à droite : Paul Luu, secrétaire exécutif « 4 pour 1000 » ; Michel Eddi, PDG du Cirad ; Annick Girardin, ministre des Outre-Mer ; Philippe Mauguin, PDG d'INRAE ; Jean-Luc Chotte, chercheur et représentant pour l'IRD © S. Della Mussia, Cirad

PUBLICATION

Quels futurs pour la sécurité alimentaire et l'usage des terres ?

Face aux enjeux mondiaux, de nouveaux scénarios viennent aider les décideurs et les scientifiques à repenser nos systèmes alimentaires. L'étude prospective Agrimonde-Terra, conduite par INRAE et le Cirad, porte sur l'usage des terres et la sécurité alimentaire, incluant les aspects nutritionnels

et la santé. Publiés dans la revue PLOS ONE, les résultats soulignent l'importance de prendre en compte des régimes alimentaires contrastés, et le rôle des relations ruraux-urbains dans la transformation des chaînes de valeur alimentaires. Si l'étude confirme que des régimes alimentaires plus sains pourraient réduire l'expansion des terres agricoles, elle fait apparaître deux nouvelles trajectoires qui résonnent avec les impacts de la pandémie de Covid-19 sur la sécurité

alimentaire : les possibles reconnexions entre l'industrie agroalimentaire et la production régionale, en réponse à la fragilité des chaînes d'approvisionnement, et l'hypothèse d'une « perfect storm », induite par la combinaison de crises multiples.

marie.de_lattre-gasquet@cirad.fr

patrice.dumas@cirad.fr

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235597>

Afrique de l'Ouest

Un nouveau projet de sélection variétale pour 40 000 producteurs

L'amélioration des plantes est un enjeu de taille pour les producteurs agricoles face au changement climatique et à l'augmentation de la population : un nouveau projet vient renforcer les réseaux et les capacités institutionnelles au Burkina Faso, au Niger et au Sénégal.

Au sein d'un consortium d'institutions internationales, régionales et nationales d'amélioration variétale, le Cirad participe au projet ABEE (*West Africa Breeding Networks and Extension Empowerment*) pour l'amélioration variétale des cultures vivrières de niébé, d'arachide, de mil, sorgho et fonio, indispensables à la sécurité alimentaire et très sensibles au changement climatique. La coordination de la sélection variétale s'appuiera sur une base de connaissances pour les programmes de sélection et sur le renforcement des réseaux d'échange de matériel génétique. Les sélectionneurs seront soutenus par les partenaires internationaux pour moderniser leurs pratiques avec des méthodes et des équipements peu utilisés en Afrique (numérisation, génétique moléculaire, plan de développement informatique, etc.) et mieux cerner la demande. Les effets du projet perdureront grâce au renforcement de capacités des chercheurs nationaux et à la formation de la future génération de sélectionneurs et de scientifiques.

daniel.fonceka@cirad.fr • jean-francois.rami@cirad.fr

Productrices d'arachide de la région de Fatick (Sénégal) visitant des parcelles de démonstration de nouvelles variétés d'arachide © Hodo-Abalo Tossim



Les bioénergies au renfort des petites et moyennes entreprises (PME)

Améliorer l'approvisionnement énergétique des PME de l'agroalimentaire grâce aux bioénergies en Afrique de l'Ouest, c'est l'ambition du projet BioStar, coordonné par le Cirad en collaboration avec neuf partenaires africains et européens.

Financé par l'Union européenne et l'Agence française de développement, BioStar s'inscrit dans le cadre du programme européen DeSIRA (*Development Smart Innovation through Research in Agriculture*) en faveur de l'innovation dans l'agriculture et la transformation des systèmes alimentaires pour les rendre plus résilients au changement climatique. Le projet est basé sur les besoins énergétiques des PME de l'agroalimentaire, implantées en banlieue des villes, et sur la gestion de leurs résidus organiques. Il propose aux PME l'implantation *in situ* d'unités de production de bioénergies à partir de leurs résidus organiques. Dès 2020, au Sénégal et au Burkina Faso, les PME représentatives de cinq filières (noix de cajou, arachide, karité, mangue et riz) devaient être sélectionnées et 16 prototypes d'équipements de production de bioénergie adaptés à la situation de chaque PME. Grâce à ce projet, à terme, les PME pourront s'installer dans les zones rurales, au plus près des matières premières (moins de transport et de pertes post-récoltes, une meilleure conservation des produits transformés), redynamisant ainsi les zones rurales, sécurisant les acteurs de la filière agroalimentaire et réduisant son impact sur le changement climatique.

joel.blin@cirad.fr



Le décorticage des noix de cajou produit de grandes quantités de coques très acides et corrosives, qui peuvent être utilisées comme combustible pour produire de l'énergie. © J. Blin, Cirad

Regards croisés sur les questions de genre et l'alimentation

Le Cirad et la Chaire Unesco Alimentations du monde ont organisé, les 30 septembre et 1^{er} octobre en virtuel, le troisième symposium « Manger en ville », avec 480 participants virtuels, de plus de 40 pays. Un événement qui croise les regards entre continents sur les rapports de genre et les changements qui s'amorcent.

Dans les pays d'Afrique, d'Amérique latine et d'Asie, l'urbanisation est très rapide et la majeure partie de la population reste précaire. Des systèmes alimentaires très variés s'entremêlent (lieux de vente, types de produits) et cette évolution rapide impacte les rapports de genre. Toutefois, la préparation du repas reste une charge pour les femmes (avec l'injonction d'une alimentation saine et du « fait-maison »), en plus des autres charges domestiques, contrariant leur émancipation. Paradoxalement, le confinement lié à la pandémie de Covid-19 peut soit redistribuer les rôles alimentaires soit les réaffirmer au sein du couple.

Mais le genre apparaît bien comme une construction socioculturelle en interaction, particulièrement en ville où, d'un côté, des femmes investissent des activités dominées par les hommes (« femmes-mâles » d'Abidjan), de l'autre, l'anonymat favorise la transgression des normes pour les hommes. Partout, dans les villes du monde, l'espace marchand domine l'accès à l'alimentation et empiète sur l'espace domestique et la répartition des tâches.



Un des marchés couverts de la ville de Siem Reap au Cambodge. © C. Dangleant, Cirad

L'espace numérique des réseaux sociaux floute la frontière entre espaces domestique et public, et renforce la mixité. Et un troisième espace, relatif à la contestation de la consommation de viande,

interroge le patriarcat et l'engagement écologique, majoritairement féminin.

justine.labarre@cirad.fr
www.mangerenville.org/

GloFoodS révèle ses premiers résultats

Le métaprogramme Transitions pour la sécurité alimentaire mondiale GloFoodS prend part aux recherches mondiales sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle, mobilisant INRAE et le Cirad depuis 2014. Après deux appels à manifestation d'intérêt, les résultats de la première vague de projets sont disponibles sous forme de fiches de synthèse. GloFoodS articule les enjeux des transitions nutritionnelles avec les défis d'adaptation aux changements globaux. Il fait le lien entre les disponibilités en produits alimentaires et les autres « piliers » de la sécurité alimentaire (l'accès, l'utilisation et la stabilité), cherchant à en éclairer les mécanismes. Tirant parti de la complémentarité des deux communautés scientifiques, GloFoodS vient confronter les approches globales et locales, et développer des approches pluridisciplinaires originales (agronomie, environnement, économie, zootechnie, ingénierie des aliments, sociologie, nutrition, etc.).

etienne.hainzelin@cirad.fr



Séchage du riz dans un village littoral au sud du Cambodge. © C. Dangleant, Cirad

Mieux valoriser le lait local face aux importations au Sahel

Le Cirad a présenté un rapport sur les impacts environnementaux et socio-économiques des exportations européennes de poudres de lait vers l'Afrique de l'Ouest. Commandé par des députés européens, il fait une analyse comparative entre lait local et produits importés, et formule des recommandations pour les filières.



Les importations de poudres de lait sont l'essentiel de la matière première des industries laitières sahé-liennes, et la demande locale s'accroît rapidement. Selon les pays, 1 à 7 % du lait produit localement est collecté, le reste est autoconsommé ou commercialisé sur les marchés ruraux. Sont en cause les difficultés pour collecter le lait en zone agropastorale, mais aussi la baisse des barrières douanières ouest-africaines depuis dix

ans. En 2019, plus des deux tiers des importations laitières ouest-africaines ont concerné des produits enrichis en matière grasse végétale. Moins chers que les poudres de lait, avec pour la plupart de l'huile de palme, un tiers d'entre eux n'ont pas d'étiquetage différencié.

L'étude reconnaît l'importance des importations pour l'Afrique de l'Ouest, mais elle encourage une stratégie responsable pour les entreprises européennes, afin que l'écoulement de ces mélanges ne se fasse pas au détriment du développement des filières laitières africaines. De plus, les systèmes d'élevage ouest-africains valorisent des écosystèmes naturels riches en biodiversité, génèrent moins de gaz à effet de serre et consomment moins d'énergies fossiles que les élevages européens. Des mesures fiscales et des incitations à la collecte locale pourraient dynamiser la filière, rendre le lait en poudre importé moins attractif et favoriser les partenariats entre laiteries et producteurs locaux.

guillaume.duteurtre@cirad.fr • christian.corniaux@cirad.fr



Jet de lait qui sort du pis sous les mains du berger.
E. Daou © Cirad

Des communautés pastorales diverses

Une étude confiée au Cirad par la FAO porte sur le pastoralisme en Argentine, au Tchad et en Mongolie. Si 200 millions d'éleveurs vivent du pastoralisme dans le monde, l'activité reste méconnue malgré sa multifonctionnalité et sa participation aux Pib nationaux. Dans ces pays, on observe un fort taux d'inégalité dans les communautés pastorales : les disparités dans l'utilisation des terres posent le problème de l'accès aux ressources productives. Les éleveurs évoluent dans un environnement incertain et comptent sur leurs familles et leur capital social pour s'adapter. Pour mieux cerner les contributions et les besoins de l'activité, l'étude préconise la création d'observatoires basés sur un réseau de partenaires avec les organisations pastorales dont le rôle politique est déterminant.

abdrahmane.wane@cirad.fr

veronique.ancey@cirad.fr



Éleveur pastoral et animaux d'élevage dans la région du Ferlo dans le Nord Sénégal.

© S. Taugourdeau, Cirad

L'intensification agroécologique au secours des producteurs sahéliens

Face à l'insécurité alimentaire chronique dans le Sahel, le projet Fair fait le pari de l'agroécologie en outillant les petits producteurs du Burkina Faso, du Mali et du Sénégal pour améliorer leurs conditions de vie et la résilience de leurs exploitations.

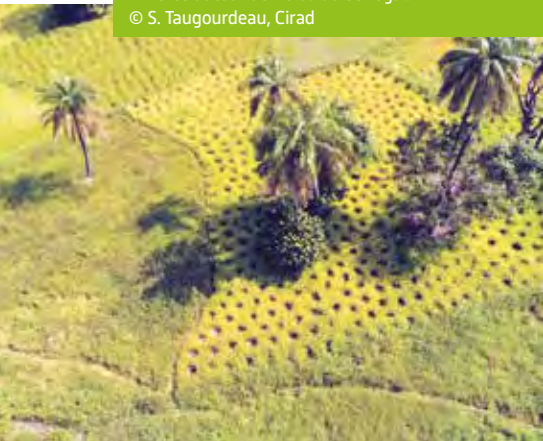
Les systèmes agricoles sahéliens sont dans une situation critique en raison de leurs faibles rendements et de la pression anthropique sur les milieux. L'ambition du projet Fair au Burkina Faso, au Mali et au Sénégal est de promouvoir l'intensification agroécologique pour rémunérer décemment les agriculteurs, nourrir sainement les populations, tout en protégeant les ressources naturelles. Coordonné par le Cirad et co-financé par l'Union européenne et l'Agence française de développement, Fair réunira pendant quatre ans dix partenaires européens et ouest-africains. Les chercheurs s'appuieront sur les expériences des producteurs et les contributions d'acteurs de la

R&D, pour définir de nouvelles méthodes et techniques de production, tant sur la gestion des sols et leur fertilité que sur les interactions, parfois conflictuelles entre agriculture et élevage.

Des outils de prospective permettront à l'ensemble des acteurs institutionnels d'explorer collectivement les besoins inhérents à la structuration de filières agroécologiques. Enfin, Fair développera des plaidoyers aux échelons nationaux et intra sahélien, sur la convergence avec des initiatives similaires. L'objectif est de pérenniser et d'étendre la transition agroécologique des systèmes.

eric.scopel@cirad.fr

Rizières autour de Kolda au Sénégal.
© S. Taugourdeau, Cirad



Cacaoculture agroforestière, l'art de concilier rendement et services écologiques



Une série de travaux menés au Cameroun par le Cirad et l'Irad montre que la cacaoculture associant arbres fruitiers et forestiers constitue une alternative à la monoculture. Les chercheurs ont pu établir qu'ombragées par une centaine d'arbres à l'hectare, les cacaoyères offrent le meilleur compromis entre rendement, stockage du carbone et durabilité. Le rendement moyen de cette pratique agroforestière traditionnelle est de 740 kg de cacao par hectare, voire bien davantage dans certains cas. Trois fois plus que les niveaux de production mentionnés dans les quelques études réalisées auparavant, souvent selon les producteurs. Les cacaoyères agroforestières piègent aussi d'importantes quantités de carbone, à raison de 75 tonnes par hectare, soit la moitié de la capacité de stockage des forêts secondaires locales, et permettent de réguler avec succès la pourriture brune des cabosses et les mirides, insectes piqueurs-suceurs qui entraînent la mort progressive des cacaoyers. Pour évaluer le meilleur compromis entre production de cacao, services écologiques et durabilité des cacaoyères agroforestières, les chercheurs ont utilisé l'indicateur de surface terrière, qui correspond à la surface de la section d'un tronc d'arbre mesurée à un mètre du sol environ. Leurs travaux pourraient amener à repenser la certification du cacao durable.

patrick.jagoret@cirad.fr



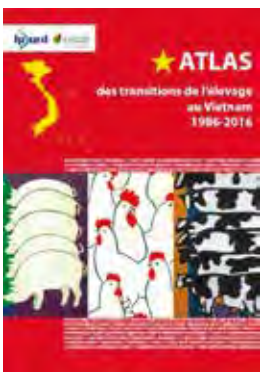
Dans le bassin arachidier au Sénégal.
© R. Belmin, Cirad

Coup d'envoi de la transition agroécologique au Sénégal

Le Sénégal veut devenir un pays pilote en matière d'agroécologie. En février 2020, un document d'orientation politique issu d'une concertation inédite a été remis au gouvernement sénégalais.

Portée par le président de la République sénégalaise Macky Sall, la transition agroécologique entend répondre aux aléas climatiques de plus en plus violents, à la forte augmentation démographique et aux conséquences environnementales négatives de la Révolution verte. Le Cirad a participé aux travaux de la Dynamique sur la transition agroécologique au Sénégal (Dytaes). Ce collectif rassemblant les principaux acteurs de l'agroécologie au Sénégal a mené une concertation inédite de plus d'un millier d'acteurs du monde agricole, visité une trentaine de sites et établi pour chaque zone un diagnostic des enjeux majeurs en matière d'agriculture, d'élevage, de développement rural et de sécurité alimentaire. Le rapport final préconise la mise en place d'un dialogue multi-acteurs national, l'appui financier à des expérimentations à l'échelle locale et des mesures immédiates pouvant avoir un effet de levier, comme le fait de subventionner biofertilisants et biopesticides, la réduction du prix de l'eau productive et le soutien à la régénération naturelle assistée.

sylvie.lewicki@cirad.fr



Un atlas pour ralentir l'industrialisation effrénée de l'élevage au Vietnam

Pour contrer le développement des méga-fermes au Vietnam, le Cirad et l'institut Ipsard proposent un outil exhaustif d'aide à la décision : l'Atlas des transitions de l'élevage au Vietnam.

Le Vietnam est confronté à une intensification et une industrialisation du secteur de l'élevage. Lancées dans une véritable course à la démesure, les firmes privées se développent à une vitesse effrénée. Entre 2000 et 2015, le cheptel avicole vietnamien a ainsi doublé, le nombre de porcs à l'engrais est passé de 21 à 28 millions de têtes, et la taille moyenne des troupeaux de vaches laitières a été multipliée par sept. À l'aide d'une centaine de cartes et de graphiques, l'*Atlas des transitions de l'élevage au Vietnam* souligne les limites de ce modèle. Il invite les

autorités à arbitrer entre les impacts économiques, environnementaux et sociaux de cette industrialisation.

Édité par le Cirad et l'Ipsard, l'atlas propose aux politiques publiques de s'appuyer sur des partenariats gagnant-gagnant entre sociétés privées, exploitations familiales et autorités locales. Elles pourraient à la fois encourager la gestion durable des écosystèmes tout en répondant aux défis de la production rentable, de la sécurité alimentaire et de l'emploi rural.

guillaume.duteurtre@cirad.fr



Troupeau laitier de la ferme VN FutureMilk au nord d'Hanoï. © J.-D. Cesaro, Cirad

« Asset » : Un nouvel atout pour encourager l'agroécologie durable en Asie du Sud-Est

Le Cirad assure la coordination scientifique du projet Asset alors que les systèmes agricoles et alimentaires tangent entre des modèles conventionnels intensifs et des initiatives agroécologiques innovantes.

L'Asie du Sud-Est est à la croisée des chemins. Le Cirad et ses partenaires ont lancé le projet Asset (de l'acronyme anglais, *Agroecology and Safe food System Transitions*) pour accompagner la transition des systèmes alimentaires et agricoles, en exploitant le potentiel de l'agroécologie. Ce programme financé par l'Agence française de développement (AFD) et la Commission européenne et orchestré par le Gret réunit, pour cinq ans, 27 partenaires au Cambodge, Laos, Myanmar et Vietnam. Les systèmes agricoles sont de plus en plus organisés autour de monocultures, intensives et spécialisées, reprenant les principes de la Révolution verte : engrais à forte dose, variétés améliorées et OGM pour certaines cultures, insecticides, insémination artificielle, etc. Au cœur de ce projet de recherche-action, les partenaires de trois dispositifs de recherche et formation en partenariat (Malica, Asea et Grease) travailleront main dans la main avec les acteurs des quatre pays, pour élaborer une feuille de route en faveur de l'agroécologie.

melanie.blanchard@cirad.fr



Agriculture de conservation au Cambodge : semis de maïs sur un couvert de crotalaire. © V. Sar

PADI-web : la santé animale en ligne

Le Cirad développe une plateforme de veille en santé animale, PADI-web, à partir d'articles en ligne. Dans une publication de *Computers and Electronics in Agriculture*, l'équipe expose des résultats prometteurs.

PADI-web (*Platform for Automated Extraction of Animal Disease Information from the Web*) est une plateforme de veille sanitaire en ligne. Avec des centaines d'articles de *Google News* traités par jour, elle surveille les maladies en lien avec la santé animale, connues comme nouvelles (coronavirus), et repère des informations (maladies, symptômes, dates, lieux, etc.) et des mots-clés (épidémie, virus, alerte, etc.). Elle complète les sources officielles par des informations émises partout dans le monde et traduites en anglais avant d'être vérifiées par les experts, permettant parfois de détecter des foyers de maladies.

Pour la cellule de Veille sanitaire internationale (VSI) de la plateforme française d'épidémiologie en santé animale (ESA), PADI-web, par la détection automatique des événements sanitaires dans les médias sur internet, permet un gain de temps considérable. La plateforme se distingue par une thématique resserrée sur la santé animale et sera utilisée dans le projet européen Mood, coordonné par le Cirad, afin d'associer différents outils pour une veille sanitaire hyper performante.

padi-web@cirad.fr

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105163>

Élevage traditionnel de canards dans les rizières à Bali (Indonésie). A. Rival © Cirad



Atelier de formation sur la maladie du HLB en Guadeloupe

Une douzaine d'agriculteurs de Guadeloupe ont reçu une formation détaillée sur la maladie du HLB, à la station de Roujol, organisée par le Cirad et l'Assofwi avec le soutien de Vivea, dans le cadre de différents projets européens.

Formation sur la maladie du HLB dispensée par Raphaël Morillon à la station de recherche de Roujol, Petit-Bourg, Guadeloupe. © H. Rabillé, Cirad



La formation a duré une journée entière, sur trois thématiques : (i) La connaissance de la maladie du HLB ou maladie du Huanglongbing (origine, mécanismes d'infection et de diffusion, symptômes, impact sur la physiologie de l'arbre et le développement des fruits, virulence et spectre d'hôtes, insectes vecteurs et leur identification) ; (ii) L'importance du choix du bon porte-greffes pour la plantation d'agrumes, en fonction des conditions environnementales et pédologiques locales ; et (iii) Les recherches en cours au Cirad en Guadeloupe pour comprendre les bases physiologiques et moléculaires de la tolérance à la maladie observée dans certaines variétés (en lien avec la polyploïdie) et pour créer de nouvelles variétés fruitières et de porte-greffes plus tolérantes. Puis une parcelle en essai plantée avec une population d'hybrides triploïdes de type « limettiers Tahiti », destinée à sélectionner des idéotypes plus tolérants au HLB et adaptés aux goûts des consommateurs locaux a été visitée. Une parcelle de divers porte-greffes diploïdes et tétraploïdes a également été visitée, pour aborder la question de l'identification et de la reproduction à l'identique des porte-greffes performants. Enfin, une dégustation d'agrumes produits localement ou importés a permis d'en définir les qualités organoleptiques et de préciser les demandes du marché local.

raphael.morillon@cirad.fr

Réchauffement climatique : des risques accrus d'antibiorésistance en aquaculture

Une étude alerte sur le développement de bactéries résistantes aux antibiotiques en aquaculture, affectant la production mondiale et la santé humaine. Elle établit pour la première fois le lien entre réchauffement climatique et risques d'antibiorésistance.

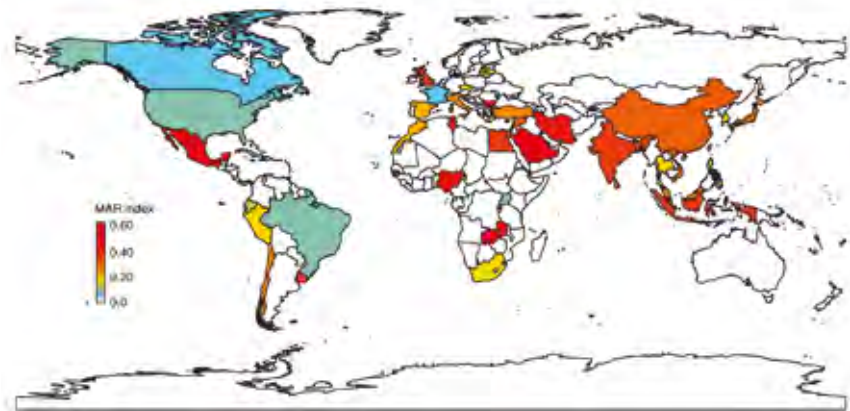
L'aquaculture joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire, particulièrement en Asie. Les aquaculteurs utilisent largement les antibiotiques pour traiter ou prévenir les maladies et certains usages, inappropriés, favorisent l'apparition de bactéries résistantes. Des chercheurs de l'IRD et du Cirad ont fait une méta-analyse de l'effet de la température sur la mortalité des animaux aquatiques infectés par des bactéries pathogènes courantes en aquaculture. Ils ont aussi dressé une revue systématique des bactéries trouvées dans les environnements aquacoles et ont calculé un index de résistance multi-antibiotique (*Multi-Antibiotic Resistance index ou MAR index*) pour 40 pays : on trouve ainsi des indices élevés d'antibiorésistance dans de nombreux pays (index > 0,2), comme l'Indonésie et la Chine.

Le réchauffement climatique favorise les bactéries pathogènes, vecteurs de maladies dans les élevages, et donc potentiellement une utilisation accrue des antibiotiques, avec des conséquences pour la santé humaine et la durabilité de l'aquaculture : une bactérie résistante ou ses gènes peuvent se transmettre à l'humain, et entraîner une augmentation de la mortalité liée à l'antibiorésistance, déjà responsable d'environ 700 000 morts chaque année dans le monde. Il est urgent d'aider les producteurs à trouver des alternatives et d'encourager les recherches multidisciplinaires *One Health* ou *EcoHealth*.

rudu.gozlan@ird.fr

samira.sarter@cirad.fr

<https://doi.org/10.1038/s41467-020-15735-6>



Carte montrant l'index de multirésistance aux antibiotiques dans le monde. L'index est calculé en faisant le ratio entre le nombre d'antibiotiques auquel une bactérie est résistante et le nombre d'antibiotiques auxquels elle a été exposée (un index >0,2 signale une forte source de contamination par les antibiotiques).
© Miriam Reverter et al., *Nature Communications*



Nourrissage de poissons en cages flottantes en Indonésie (lac de Cirata). L'Indonésie possède un indice élevé d'antibiorésistance (0,355), ce qui constitue une menace sanitaire pour ses élevages. © M. Legendre, IRD



Nouvelle unité d'appui, nouvelles ambitions

Une année stimulante pour la formation

Outre le renforcement de la collaboration avec l'institut Agro, 2020 a été, pour l'enseignement et la formation au Cirad, le temps de se structurer, de s'adapter, et d'évoluer... Retour sur une année riche d'événements avec Magali Dufour, chargée de mission Enseignement et formation à la DGDRS.

QUELS SONT LE RÔLE ET LA PLACE DE LA FORMATION AU CIRAD ?

Magali Dufour : La formation au Cirad s'inscrit dans la continuité d'une implication de longue date et de l'adoption de nouveaux textes stratégiques en 2019 (OSSP, Contrat d'objectifs avec l'État), qui affirment une ambition importante en matière de formation à destination de nos partenaires du Sud. En 2020, les premières actions autour de cette ambition se sont mises en place. Elles se déroulent en collaboration avec un établissement partenaire proche du Cirad : l'institut Agro et plus particulièrement sa composante basée à Montpellier, Montpellier Supagro. Ce partenariat compte d'autant plus que l'enseignement et la formation ne sont pas le principal métier du Cirad, avant tout Institut de recherche.

Nous intervenons en appui à l'ingénierie de formation à l'attention de chercheuses et chercheurs du Cirad et d'enseignants-chercheurs de l'institut Agro. Nous ne nous substituons pas aux équipes, nous les aidons à répondre à des projets, définir leurs objectifs et préciser les modalités d'organisation de leurs formations. Nous leur apportons par ailleurs notre connaissance des partenaires du Sud, des terrains et des bailleurs de fonds. Suivant le type de besoin, nous allons mettre en place de nouvelles méthodes d'intervention et capitaliser sur ces méthodes pour pouvoir les diffuser : parcours complet, module, formation de personnels d'établissements partenaires type CNRA, etc.

QUELS SONT LES PRINCIPAUX FAITS MARQUANTS À SIGNALER EN 2020 EN MATIÈRE DE FORMATION ?

M. D. : L'année 2020 a été consacrée à la mise en place des modalités de notre collaboration avec l'institut Agro. Nous avons créé une unité d'appui mutualisée, le Pôle pour l'enseignement et l'ingénierie de formation au sud, ou « Polle-nis ». Nous avons opté pour une gestion souple, avec une cellule de coordination de six personnes (trois en provenance de l'institut Agro, trois du Cirad), chacun restant basé dans son établissement d'origine. Cette cellule a pour missions la construction d'orientations stratégiques communes, l'appui au montage et à la mise en œuvre d'expertises et de projets conjoints, et la diffusion des ressources produites. Elle s'est appliquée dans un premier temps à concevoir une charte de fonctionnement précisant les modalités de saisine et de traitement des demandes. Étant donné le long historique de collaboration entre nos deux structures, nous avons bien entendu poursuivi les projets en cours, mais 2020 a aussi été le moment de poser les bases de futurs projets. L'équipe a ainsi élaboré des propositions dans le cadre de l'appel d'offres « Partenariats avec l'enseignement supérieur africain » lancé par l'Agence française de développement. Les résultats devraient être connus en 2021. Parmi les faits marquants, je tiens également à signaler le recrutement d'une ingénieure pédagogique qui va apporter un appui sur tous ces aspects ingénierie de formation et mutualisation en lien avec l'ambition formation de notre établissement.

QUELLES ONT ÉTÉ LES CONSÉQUENCES DE LA CRISE SANITAIRE DE 2020 SUR LA FORMATION ET L'ENSEIGNEMENT AU CIRAD ET QUELLES SONT VOS ATTENTES VIS-À-VIS DE L'AVENIR ?

M. D. : La situation sanitaire nous a obligé à repenser nos modalités d'intervention. Notre plateforme d'e-learning a été plus utile que jamais. Nous avons également mis en place deux webinaires proposant aux chercheuses et chercheurs du Cirad de transformer les formations prévues en présentiel en formations à distance, tout en proposant un appui personnalisé à la réorganisation des formations.

Pour l'avenir, nous souhaitons la réussite de ce qui est mis en place, bien entendu, avec un effet marqué de notre plus-value sur le montage de formations dans les pays tropicaux et méditerranéens. Au-delà de cette ambition, nous amorçons un virage important dans la formation. Alors que par le passé, le Cirad s'intéressait surtout aux formations de niveau Master et au-delà, nous allons nous impliquer dans des formations dès le bac+2, bac+3, professionnalisantes. Nous avons en ligne de mire l'insertion des diplômés dans le tissu économique, *a fortiori* dans de nombreux pays d'Afrique où les enjeux démographiques sont prégnants, avec un afflux d'étudiants dans les universités. Nous souhaitons aussi, plus que jamais, contribuer à la mise en place de formations sur des thématiques qui préoccupent nos partenaires : transition agroécologique, adaptation au changement climatique, etc., tout en valorisant les résultats de nos recherches.

<https://www.cirad.fr/nos-activites-notre-impact/enseignement-et-formation>

<https://elearning.cirad.fr/>



© Unsplash

F A B A



Formation Agricole pour la Banane plantain en Afrique

La banane plantain aux avant-postes de la formation agricole

Porté par le Cirad avec l'appui de l'institut Agro en lien avec le réseau international Far, le projet Faba, d'une durée de deux ans, vise à former pour produire plus et mieux de la banane plantain en Afrique de l'Ouest et centrale.

Faba s'adresse principalement aux producteurs, mais aussi aux conseillers agricoles et enseignants agricoles, en s'appuyant sur des partenaires ivoiriens, camerounais et français, représentant l'ensemble des acteurs des filières « banane plantain ». Ses objectifs sont multiples. Il s'agit de sensibiliser les producteurs de bananes plantain à l'agroécologie, préserver la santé et l'environnement et de répondre aux enjeux de sécurité alimentaire. Inscrit dans le cadre de la dynamique de rapprochement de l'institut Agro et du Cirad autour de l'ingénierie de la formation au Sud (cf. entretien avec Magali Dufour ci-contre), le projet Faba s'articule autour de trois phases : i) Une analyse des besoins en formation des producteurs et autres acteurs de la filière ; ii) Une construction en partenariat

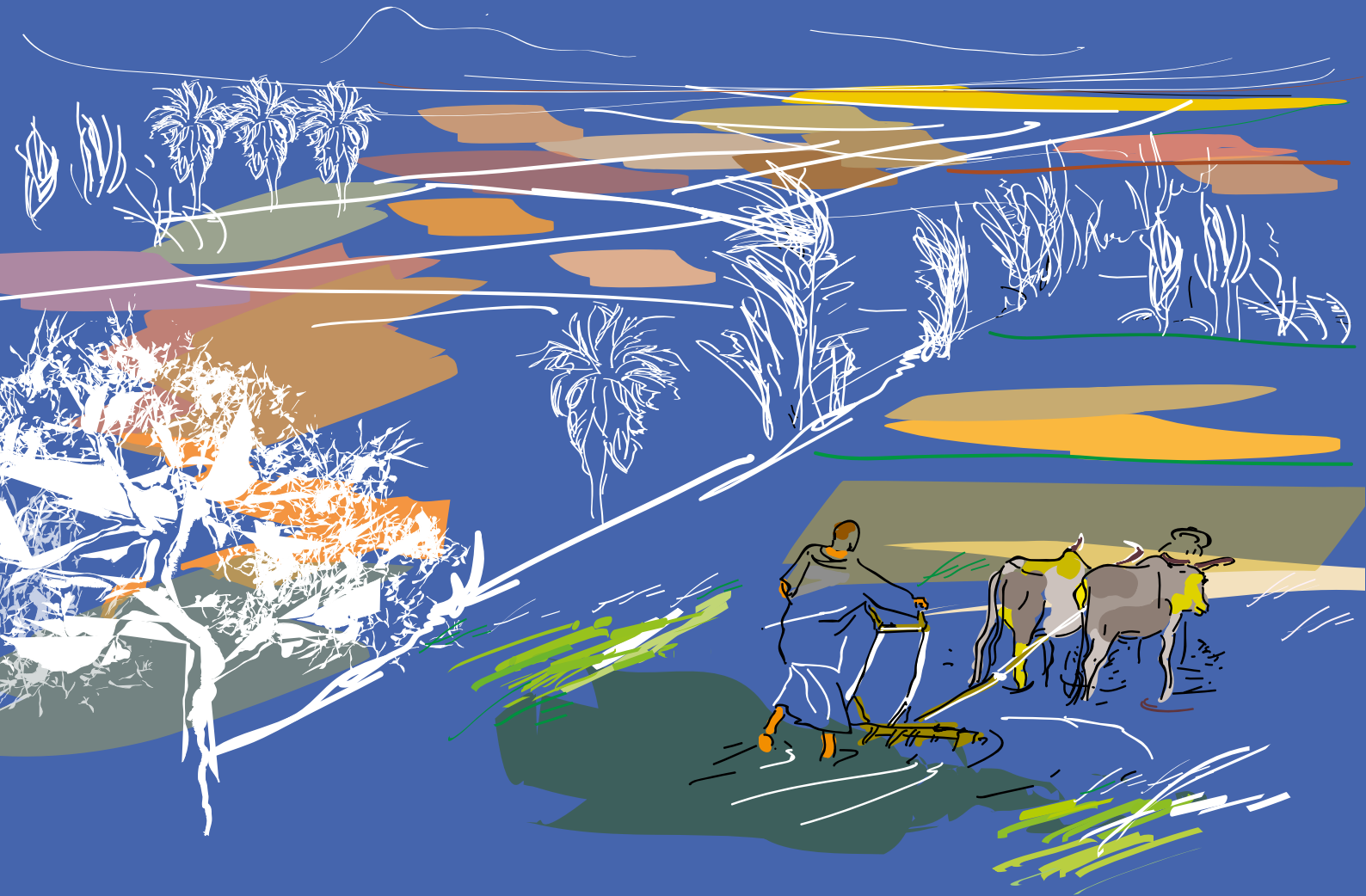
de diverses ressources pédagogiques, en particulier une bibliothèque de vidéos pédagogiques destinées à être diffusées librement sur internet et sur smartphones, mais également à être intégrée au sein de différents cursus ; iii) Une diffusion large des ressources construites en partenariat avec des opérateurs locaux du conseil et de la formation agricoles. Le projet, considéré comme présentant un caractère pilote, susceptible d'être développé ensuite sur d'autres filières ou d'autres thématiques, est soutenu financièrement par les ministères français de l'Europe et des Affaires étrangères (dans le cadre de financements FSPI) et de l'Agriculture et de l'Alimentation.

sylvain.depigny@cirad.fr

Focus-group de producteurs de bananes plantain au Cameroun : enquête sur les besoins en formation.
© O. Sadoung



Partenariat



| AMÉRIQUE CENTRALE |

Le Cirad et le Catie renouvellent un partenariat déjà trentenaire

Depuis plus de 30 ans, le Cirad et le Catie coopèrent autour de l'amélioration de la qualité de vie des populations rurales en Amérique centrale.

« Les recherches scientifiques que nous avons développées avec le Cirad ont permis d'améliorer la qualité de vie des populations rurales, souligne Muhammad Ibrahim, directeur général du

Catie, un centre de recherche dédié à l'agronomie tropicale au Costa Rica. Nous espérons continuer à renforcer cette collaboration afin de contribuer à trouver des réponses aux besoins de la région. » Actuellement, une dizaine de projets communs sont



Fruits d'un caféier Arabica sélectionnés à la station de recherche de Heredia au Costa Rica. C. Cilas © Cirad

en cours sur l'agroforesterie, le café ou encore le cacao. Parmi eux, le projet Procagica vise depuis 2016 à renforcer la résilience des petits et moyens producteurs de café face au changement climatique et à la rouille du café. Depuis 2017, le projet Forecast développe une plateforme de ressources pédagogiques et d'outils de modélisation sur l'agroécologie en milieu forestier. Pour Michel Eddi, PDG du Cirad, collaborer à l'échelle locale constitue le meilleur moyen de faire face au changement climatique et à la dégradation de la biodiversité. « Les deux institutions ont la capacité de construire un avenir en commun, en mobilisant ensemble ressources et compétences sur des objectifs et projets en partenariat », souligne-t-il.

guy.henry@cirad.fr



De gauche à droite : Grégoire Leclerc (Cirad), Muhammad Ibrahim (DG Catie), Michel Eddi (PDG Cirad), Eduardo Somarriba (Catie), DR

| FRANCE |

Cirad-AFD-Expertise France : faire bouger les lignes au bénéfice des partenaires du Sud

Le 24 février 2020, le Cirad a signé avec l'Agence française de développement et Expertise France un accord-cadre tripartite inédit en faveur de la transition agroécologique des pays du Sud.



De gauche à droite : Hervé Conan, directeur général adjoint en charge des opérations d'Expertise France ; Michel Eddi, PDG du Cirad ; Bertrand Walckenaer, directeur général délégué de l'AFD. © A. Chrétien, Cirad

Le Cirad, l'Agence française de développement (AFD) et Expertise France ont signé un accord-cadre le 24 février 2020 au Salon de l'agriculture à Paris. Celui-ci donne le cap de cette collaboration de quatre ans pour répondre aux grands enjeux du développement agricole et rural dans les pays du Sud. Les premiers projets concerneront la région sahélienne et les territoires d'outre-mer français. À court terme, ils représentent une mobilisation de financements de l'AFD à hauteur de près de 10 millions d'euros.

Les trois opérateurs publics français se sont accordés sur des orientations et des objectifs communs comme la durabilité de l'agriculture et de l'élevage, la qualité des produits alimentaires, ou encore la lutte contre la déforestation. « Nos trois institutions ont la volonté que les choses changent au bénéfice des partenaires des pays du Sud, qui attendent beaucoup de nous, parce qu'ils sont dans des situations complexes, dans lesquelles la science, l'expertise et le financement sont des instruments absolument nécessaires », a souligné Michel Eddi, PDG du Cirad. Pour Bertrand Walckenaer, directeur général délégué de l'AFD, l'apport de la recherche et de l'expertise est crucial pour la réussite des transitions écologiques des agricultures des pays en développement.

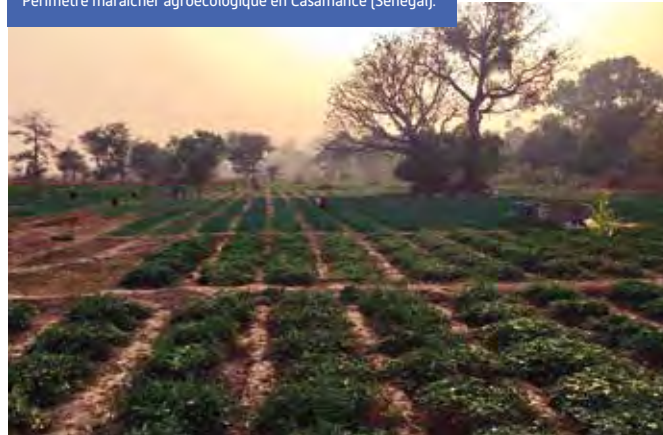
| AFRIQUE |

Agroécologie : une plateforme pour transformer les systèmes agricoles et alimentaires

La France et le CGIAR lancent une plateforme dédiée aux approches agroécologiques pour informer au mieux les décideurs politiques et les bailleurs de fonds dans le cadre de la crise climatique.

Une nouvelle plateforme de partenariat, baptisée TPP pour « *Transformative Partnership Platform* », vise à accélérer la transformation des systèmes alimentaires par l'agroécologie. Lancée par la France et le CGIAR, elle est coordonnée par le Cirad et le programme de recherche du CGIAR sur les forêts, les arbres et l'agroforesterie afin de documenter le potentiel des approches agroécologiques. La plateforme présentera un portefeuille de projets ambitieux sur la transition agroécologique. Elle répondra à la nécessité de renouveler la manière dont la recherche est menée pour qu'elle soit inclusive, adaptative, et qu'elle intègre les connaissances des acteurs. Le premier projet

Périmètre maraîcher agroécologique en Casamance (Sénégal).



© R. Belmin, Cirad

s'attellera à documenter et évaluer la viabilité socio-économique des pratiques agroécologiques en Afrique sur trois ans. Il mènera une évaluation multicritères comprenant l'évaluation des emplois et du travail généré, des revenus et de la sécurité alimentaire pour les ménages. Grâce à une douzaine d'études de cas très diverses à travers le continent, impliquant de nombreux partenaires, le projet se penchera sur la charge et la nature du travail requis par les pratiques agroécologiques, ainsi que leur impact sur les services écosystémiques.

etienne.hainzelin@cirad.fr

Le Cirad relance et élargit son partenariat scientifique avec la République du Congo

Après 30 ans de coopération axée sur le reboisement puis le développement de plantations industrielles, le Cirad et le ministère de la Recherche et de l'Innovation de la République du Congo élargissent leur partenariat à de nouveaux domaines d'étude : l'agriculture, l'agroalimentaire, la santé humaine, des plantes et des animaux. Le Cirad prévoit aussi un appui politique et scientifique en vue de la préservation des zones de tourbières forestières, qui couvrent près de 150 000 km² entre le Congo et la République démocratique du Congo (RDC).

denis.depommier@cirad.fr

| ASIE DU SUD-EST |



Le nasique (*Nasalis larvatus*), singe arboricole de la famille des cercopithecidés endémique de l'île de Bornéo. Ici une mère et son petit. A. Rival © Cirad

Le Cirad appelé à former une nouvelle génération de gestionnaires

L'AFD et le Cirad s'engagent pour une gestion plus durable des grandes plantations agricoles et forestières dont l'essor a provoqué des pertes massives de biodiversité dans quatre pays de l'Asean.

Pour préparer la transition agroécologique des grandes filières de plantations tropicales, le Cirad va renforcer les dispositifs de formation initiale et continue dans quatre pays de l'Asean. Le projet conventionné par l'Agence française de développement (AFD) est financé à hauteur de 1,2 million d'euros par le Fonds pour l'expertise et les échanges d'expériences [Fexte]. « *Nous faisons confiance au Cirad et à ses partenaires indonésiens, malaisiens, vietnamiens et thaïlandais pour définir et mettre en œuvre des actions de formations de la nouvelle génération de gestionnaires de plantations, d'agriculteurs voire de banquiers agricoles !* », explique Yazid Bensaïd, directeur régional de l'AFD en Asie du Sud-Est. La zone Asean abrite le troisième massif forestier tropical mondial, après l'Amazonie et le bassin du Congo, mais l'essor de grandes plantations de caoutchouc, de palmier à huile ou de bois a engendré une importante déforestation et des pertes brutales de biodiversité.

alain.rival@cirad.fr • philippe.girard@cirad.fr



Technologie & entreprise

Des images satellites pour gérer les forêts

Suzano est la plus grande entreprise brésilienne de production de bois pour la pâte à papier. L'entreprise gère 1,3 million d'hectares de forêts plantées et 0,9 million d'ha de forêts naturelles non exploitées au Brésil. Elle a fait appel au Cirad pour l'accompagner dans la gestion forestière. Reginaldo Gonçalves Mafia, responsable de la technologie de gestion forestière chez Suzano et José Luiz Stape, chercheur et professeur à l'Université d'État de São Paulo Unesp (Botucatu, Brésil), DR



Reginaldo Gonçalves Mafia, responsable de la technologie de gestion forestière chez Suzano et José Luiz Stape, chercheur et professeur à l'Université d'État de São Paulo Unesp (Botucatu, Brésil). DR

EN QUOI CONSISTE LE PARTENARIAT ENTRE LE CIRAD ET SUZANO ?

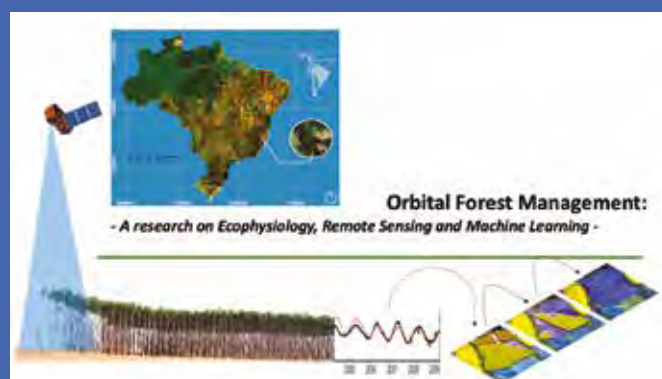
Reginaldo Gonçalves Mafia et José Luiz Stape : Le partenariat entre le Cirad et Suzano a été établi en 2020, après six mois de discussions et de planification minutieuse. Il s'agit de développer des innovations technologiques pour réaliser la « gestion orbitale » des forêts plantées et naturelles de Suzano au Brésil. Le projet a pour but d'optimiser la gestion de la forêt. Pour cela, on utilise des capteurs et des images satellitaires les plus avancés (expertise du Cirad) en les combinant avec des mesures précises de la croissance de la forêt (expertise de Suzano), via des procédures d'apprentissage machine et d'intelligence artificielle. Le projet est né au sein de la direction de la technologie et de l'innovation de Suzano, qui s'est engagée à numériser la gestion forestière, compte tenu : i) de l'ampleur des zones de forêts plantées et naturelles de Suzano à travers le Brésil ; ii) de la complexité croissante des décisions opérationnelles étant donné la multitude d'informations à prendre en compte et à analyser ; iii) des aspects biologiques, environnementaux, comme le changement climatique, et socio-économiques affectant les décisions opérationnelles et stratégiques ; iv) de l'existence et du développement rapide de nouvelles technologies et satellites de télédétection ; et, enfin, v) des possibilités de réduction des coûts et de meilleure utilisation des ressources naturelles. Le choix du Cirad pour partenaire s'est fait suivant deux aspects principaux : (i) la vision de la science du Cirad (une science appliquée), ses laboratoires spécialisés en télédétection (Unité mixte de recherche Tetis) et sa connexion avec d'autres instituts (INRAE) très en pointe également sur ces nouvelles technologies ; et (ii) le fait que Suzano avait déjà travaillé avec succès avec des équipes du Cirad (projet Euflux au Brésil).

QUELLE EST LA VALEUR AJOUTÉE DE CE PARTENARIAT POUR SUZANO ?

R. G. M. et J. L. S. : Outre qu'il offre des décisions de gestion meilleures et plus rapides pour la planification à court et à long terme, le projet a formé l'équipe technique de Suzano. Il a aussi permis le développement conjoint d'outils pour quantifier la biomasse forestière et la séquestration du carbone en utilisant le système d'inventaire de l'entreprise, et pour identifier l'utilisation d'images archivées par télédétection pour l'analyse historique des forêts plantées et naturelles. Les résultats obtenus, dont beaucoup ont déjà été publiés dans des revues à comité de lecture, sont précieux pour l'entreprise car ils reposent sur un groupe de scientifiques indépendants, et pourront être utilisés par la société au Brésil et dans d'autres pays tropicaux.

QUELS EN SONT LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS ET PERSPECTIVES ?

R. G. M. et J. L. S. : La confiance et l'apprentissage mutuels entre Suzano et le Cirad ont été essentiels à la réussite du projet. Sur la base du succès de la première phase, Suzano prévoit de maintenir le partenariat pour garantir l'adoption complète des technologies développées. L'entreprise est désormais à la pointe de l'innovation en termes de suivi satellitaire et cela sera de plus en plus important face aux scénarios les plus incertains de l'avenir.



Ce partenariat s'inscrit dans la dynamique CiradInnov®. L'offre du Cirad, promue sous la bannière CiradInnov® depuis 2020, s'adresse à toutes les parties prenantes qui en ont un usage direct : start-ups, PME et grands groupes, fédérations professionnelles, ONG, collectivités territoriales et agences publiques.

Les dispositifs de recherche et de formation en partenariat

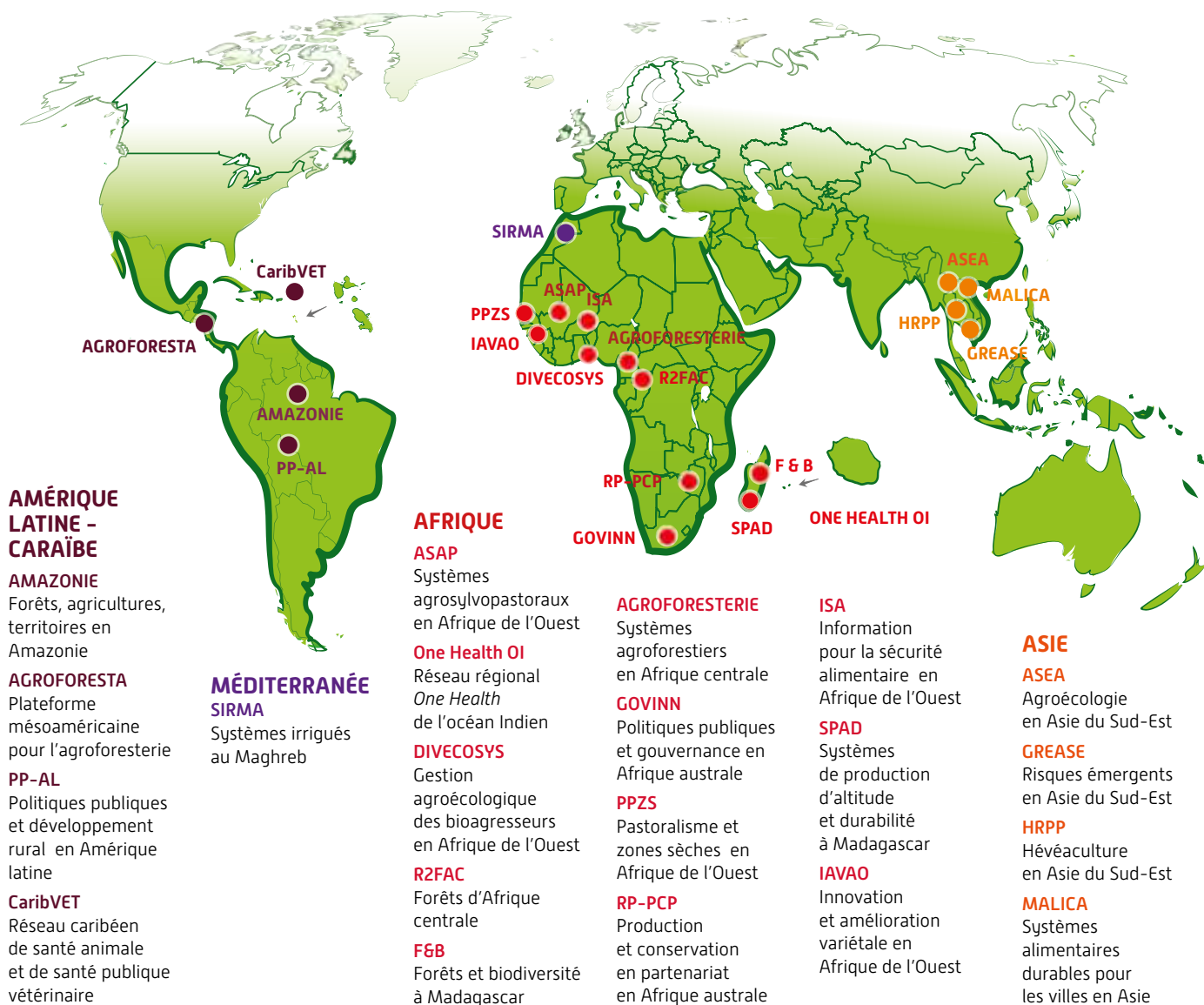
Depuis 2009, le Cirad a choisi de privilégier un mode original de présence à l'étranger : sa participation à des « dispositifs en partenariats » (dP) à l'international, un outil qu'il a imaginé et mis en œuvre avec ses partenaires. Il réaffirme ainsi son engagement, contractualisé sur le moyen et le long terme, dans des dispositifs de recherche, d'innovation et de formation co-construits et co-gouvernés avec divers partenaires. Le Cirad est ainsi actuellement membre de plus d'une vingtaine de dispositifs, où il affecte des chercheurs en mobilité et qui rassemblent chacun jusqu'à plus de 30 partenaires engagés institutionnellement.

Chaque dP vise à répondre par la recherche, l'innovation et la formation à un défi de développement choisi par tous les partenaires pour sa pertinence locale, mais aussi pour sa contribution aux enjeux régionaux

ou globaux. Ces dispositifs sont régulièrement évalués par des comités indépendants, à l'instar du RP-PCP, évalué en 2020 (lire entretien ci-contre).

Le Cirad s'implique dans la durée dans de tels dispositifs pour y remplir son mandat de contribution au développement durable par la production de connaissances et le renforcement des compétences des partenaires.

Le réseau de partenaires formé par l'ensemble des dP contribue aussi à promouvoir, au sein de la recherche mondiale, une communauté scientifique internationale, couvrant l'ensemble de la zone intertropicale, y compris les départements d'outre-mer.



RP-PCP, le temps de l'évaluation

Année particulière, s'il en est *a fortiori*, pour des dispositifs internationaux impliquant des partenariats multiples, 2020 a été une année riche pour le dispositif de recherche en partenariat (dP) « Production et conservation en partenariat en Afrique australe (RP-PCP) ». Outre une évaluation externe, le RP-PCP a aussi procédé à une auto-évaluation en travaillant sur son impact *via* la méthode Impress. Prisca Mugabe, co-coordinatrice du dispositif, évoque ces deux processus.



Prisca H. Mugabe est professeure associée, doyenne adjointe de la Faculté d'agriculture, d'environnement et des systèmes alimentaires de l'université du Zimbabwe. Elle est co-coordinatrice, avec Alexandre Caron du Cirad, du dP « Production et conservation en partenariat en Afrique australe (RP-PCP) ». DR

QUI SONT LES PARTENAIRES DU DISPOSITIF RP-PCP ?

Prisca Mugabe : Le RP-PCP se compose de plusieurs catégories de partenaires : les universités du Zimbabwe (UZ, NUST, BUSE, CUT, LSU), une université régionale (Université de Zambie), les organismes de recherche français (Cirad, CNRS), et de nouveaux membres agréés : nationaux, régionaux (du Mozambique, du Botswana) et l'IRD. L'ambassade de France était initialement le principal partenaire financier et l'ambassadeur de France préside toujours notre conseil consultatif. Nous collaborons avec les communautés et les départements gouvernementaux tels que le gouvernement local, les services vétérinaires, Zimparks et la vulgarisation agricole.

Le RP-PCP en quelques mots

La plateforme de recherche « Production et conservation en partenariat » (RP-PCP) a été officiellement créée en 2007. Le RP-PCP se concentre sur les zones de production protégées et voisines en Afrique australe, avec l'ambition d'améliorer la coexistence des productions agricoles et la conservation des ressources naturelles au profit des communautés rurales. Il y parvient en renforçant les capacités de recherche nationales, les approches multidisciplinaires et les partenariats institutionnels.

LE RP-PCP A ÉTÉ ÉVALUÉ EN 2020, COMMENT CELA S'EST-IL PASSÉ ?

P. M. : L'évaluation du RP-PCP faisait partie d'une structure de gouvernance bien définie, impliquant un protocole d'accord renouvelé tous les cinq ans. La réunion du conseil consultatif de 2019 a approuvé l'évaluation interne et externe de 2020. L'évaluation externe a été mise en œuvre entre avril et décembre 2020 par trois évaluateurs sélectionnés pour leur expertise locale, régionale et internationale. La pandémie de Covid-19 a affecté le processus, aucune réunion physique n'ayant été possible, mais l'évaluation s'est bien déroulée... Nous avons été satisfaits de la rigueur des évaluateurs malgré les difficultés. Le document d'évaluation donne des recommandations pour le court et le long terme. Il fait l'éloge du travail de recherche et de renforcement des capacités du RP-PCP et recommande, entre autres, d'inclure davantage les femmes et de mettre en place une stratégie de communication solide.

Parallèlement à l'évaluation externe, le RP-PCP a réalisé une évaluation interne en utilisant une adaptation de la méthodologie Impress *ex post*, et s'est engagé dans des processus Impress *ex ante* pour définir la vision et les stratégies d'impact pour l'avenir.

QU'EN EST-IL DE L'ANALYSE D'IMPACT PAR LA MÉTHODE IMPRESS ?

P. M. : La méthode Impress du Cirad offre une manière très utile d'examiner les impacts avec deux processus principaux : *ex post* et *ex ante*. L'approche *ex post* était vraiment bonne car nous avions besoin de regarder en arrière et de réfléchir. Le seul problème était que nous ne disposions pas d'un cadre solide pour l'évaluation et que l'analyse rétrospective se faisait principalement par le biais d'individus ayant une mémoire institutionnelle plus longue. Nous avons administré un questionnaire et demandé aux personnes interrogées, issues de différents domaines d'implication et de spécialisation, d'indiquer ce qu'a été l'innovation du RP-PCP, le processus d'innovation, les principales réalisations, etc. Ensuite, nous avons utilisé la méthode *ex ante* : nous nous sommes penchés sur le nouveau protocole d'accord et au-delà. Nous l'utilisons pour définir la plateforme dans les 5 à 15 prochaines années en termes de voies plausibles pour les impacts auxquels nous voulons contribuer. Une série de cinq ateliers est prévue à cet effet entre avril et juin 2021.

Entretien réalisé en visioconférence le 16 avril 2021.

Interfaces homme/bétail/faune sauvage en Afrique australe.
© Irène Karuya (Harare, Zimbabwe)





Gouvernance



& stratégie

Au-delà du masque, une organisation sous le signe de la solidarité

« Vous avez fait un travail remarquable, je suis fier de vous », c'est ainsi que s'exprime Michel Eddi, PDG du Cirad, le 11 mai 2020, deux mois presque jour pour jour après l'annonce de ce que l'on appelle désormais le « premier confinement ». Réactivité, mobilisation et engagement sont sans doute les maîtres-mots de 2020 pour une organisation qui s'est adaptée et est parvenue à poursuivre ses missions sans renoncer à ses valeurs de solidarité et de partage.

Difficile, à l'heure où l'on écrit ce rapport, de se remémorer l'ambiance au lendemain du 16 mars 2020 en France, bien sûr, mais aussi au Cirad en particulier. Habités à vivre avec le virus et la menace de cette maladie, on a oublié l'inconnu, voire la peur, il faut bien le dire, qui a saisi la plupart d'entre nous. Au Cirad, dès l'annonce de la pandémie, la direction générale a mis en place une cellule de crise spéciale qui s'est réunie en visioconférence à un rythme régulier, jusqu'à deux fois par jour au début de la crise. En parallèle, une seconde cellule déclinait les consignes et mesures au niveau de l'outre-mer, avant que les deux ne fusionnent pour plus d'efficacité. Ces instances visaient à protéger le plus possible la santé du personnel tout en maintenant les activités essentielles du Cirad.

Une même préoccupation de la direction : veiller au bien-être des personnels

La direction s'est efforcée – dès le début de la pandémie, et tout au long de l'année – d'accompagner l'ensemble des équipes. Les personnes basées en France bien sûr, au premier rang desquelles les plus fragiles, mais aussi les expatriés, dont beaucoup se sont trouvés dans des situations d'une grande complexité. Les stagiaires en provenance des pays tropicaux et méditerranéens également ont été confrontés à des situations extrêmement difficiles, isolés pour certains, dans une grande incertitude.

Entre le 16 mars et le 31 décembre, pas moins d'une quarantaine d'actualités ont été publiées sur l'intranet du Cirad à propos du Covid-19. Dans cette même période, Michel Eddi s'est adressé près d'une dizaine de fois aux personnels, le plus souvent en vidéo, pour expliquer, rassurer, écouter et aider à conserver la motivation malgré le contexte. Les mots clés empathie, écoute réciproque et patience ont été répétés à l'envi. Le PDG s'est également adressé aux partenaires du Cirad, réaffirmant avec force la solidarité de l'organisation, conscient de situations délicates selon les pays.

Des actions concrètes

Après une période de confinement strict, au cours de laquelle les Ciradiennes et Ciradiens ont bénéficié d'un accompagnement pour télétravailler, le retour dans les locaux à la mi-mai a été soigneusement préparé. Signalétique au sol, distributeurs de gels, réaménagement de salles de réunion... À Paris et Nogent-sur-Marne, dans les Drom et à Montpellier, les équipes techniques se sont démenées pour que chacun puisse reprendre son activité sur site en toute sécurité. Mais le télétravail, inhabituel au Cirad avant la pandémie, a dû à nouveau être privilégié pour toutes les activités qui pouvaient être assurées en distanciel. En parallèle, des formations ont été développées pour aider les équipes à télétravailler dans les meilleures conditions : réussir son télétravail, articuler vie professionnelle et vie privée, adopter une bonne posture devant son écran. Diffusées en visioconférence,

elles ont été suivies par un grand nombre de personnes.

La solidarité à l'interne et au-delà

Un accompagnement psychologique a été mis en place par les équipes du service Développement social de la DRH du Cirad avec des psychologues extérieurs, proposant une assistance aux personnes en difficulté. Les salaires ont été maintenus dans leur intégralité pendant toute la période, y compris pour les personnels en dispense d'activité. Un soutien, sous la forme d'une prime, a été adressé aux personnels d'appui qui se sont fortement mobilisés pour préparer et aménager les locaux dans le respect des mesures barrières.

Masques, blouses, charlottes, gants, lunettes de protection ou surchaussures : Au Cirad en métropole, la solidarité s'est organisée pour faire des dons au CHU de Montpellier. Avec un seul objectif : soutenir les soignants et venir en aide aux malades. Cet élan d'abord spontané puis coordonné, a permis de collecter plusieurs milliers de masques, gants et autres équipements indispensables à la lutte contre le Covid-19, alors que ces équipements faisaient cruellement défaut. En Guadeloupe, sollicité par le préfet, le Cirad a réalisé des tests PCR.

Plus d'un an après le déclenchement de la pandémie, une seule chose est sûre, l'activité a suivi son cours et le carnet de commandes se porte bien. Signe de la résilience de l'organisme.



Axel Kahn, un président du Comité d'éthique engagé

Avec trois avis à son actif – sur « la modification génétique des animaux à l'épreuve de l'édition du génome », « les nouvelles techniques d'amélioration génétique des plantes », et « la dimension éthique des grands accords internationaux » – Axel Kahn a renouvelé, en 2020, son mandat de président du Comité consultatif commun d'éthique INRAE–Cirad–Ifremer–IRD (C3E4). Le généticien revient sur son engagement au sein de ce comité.

QUELS LIENS ENTRETIENEZ-VOUS AVEC LE CIRAD EN TANT QUE PRÉSIDENT DU COMITÉ D'ÉTHIQUE ?

Axel Kahn : J'entretiens avec le PDG du Cirad les mêmes liens qu'avec les PDG des trois autres organismes de ce comité commun. Peut-être sont-ils d'une nature un peu particulière, car le Cirad est l'un des plus anciens partenaires du comité d'éthique, mais également car je connais Michel Eddi depuis fort longtemps, avant qu'il ne soit PDG du Cirad, ou que je sois président du comité d'éthique. Enfin, ces liens sont d'une nature particulière car le Cirad est une source d'inspiration dans certains domaines pour les réflexions, travaux et avis du C3E4.

QU'EST-CE QUI VOUS A MOTIVÉ POUR REPRENDRE LA PRÉSIDENTE DE CE COMITÉ EN 2020 ?

A. K. : Le travail et la réflexion menés au cours de mon premier mandat m'ont passionné. Cela fait en réalité des décennies que les questions de l'environnement et de l'agriculture m'intéressent énormément. J'ai été président de la commission du génie biomoléculaire auprès du ministre de l'Agriculture et de la pêche de 1988 à 1997, et suis resté très en lien avec ces questions. Dans le cadre des questions d'éthique auxquelles je m'intéresse, l'environnement n'est pas négligeable. À l'issue de mon premier mandat, j'ai souhaité que le C3E4 évolue, avec trois demandes :

- que le comité soit davantage utilisé dans la relation au grand public et à ses interrogations ;

- que l'on insiste sur la dimension internationale des avis rendus. Qu'ils soient traduits en anglais, dans un premier temps, puis également en espagnol ;

- que la relation entre le comité et les institutions de recherche qu'il sert soient moins institutionnelles. Aujourd'hui, seuls les PDG peuvent saisir le comité. J'ai souhaité que les chercheuses et chercheurs du Cirad et des autres organismes puissent poser des questions en relation avec leurs interrogations. Pour cela, j'ai demandé la création d'un site dédié, pour un dialogue en temps réel avec les personnels des quatre organismes.

Ces évolutions ont été acceptées, je n'avais donc aucune raison de refuser un nouveau mandat, que j'ai accepté pour les quatre années à venir.

QUELLE EST, SELON-VOUS, LA SPÉCIFICITÉ DU CIRAD AU SEIN DE CE COMITÉ COMMUN INRAE–CIRAD–IFREMER–IRD ?

A. K. : Comme je l'ai dit précédemment, le Cirad est une source particulière d'inspiration pour le comité. Sa spécificité tient dans son intitulé même, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement : je m'arrêterai sur la dimension internationale, qui sous-tend la diversité des cultures prises en compte. Toute notre réflexion sur la diversité des points de vue est très enrichie par la prise

en compte des diversités culturelles, de points de vue, de vision du temps, etc. Elle nous amène à sortir de notre logique pour comprendre celle des pays tropicaux et méditerranéens avec lesquels nous interagissons. Les scientifiques étrangers ont des réflexions très inspirantes pour les réflexions du C3E4.

LE C3E4 A-T-IL UN RÔLE PARTICULIER À JOUER DANS LA PÉRIODE ACTUELLE ?

A. K. : Le comité ne s'est pas penché sur la question de la Covid. Je passe mes journées à le faire mais c'est *intuitu personae*. Nous n'avons pas abordé cette question-là de manière spécifique. En revanche, cette question m'amène à penser à notre avis sur « la dimension éthique des grands accords internationaux », dans lequel le comité d'éthique souligne un élément fondamental : la discussion et la coopération internationale. Or on ne peut que regretter une chose, c'est qu'en première appréciation, la réponse à la Covid a été le « chacun pour soi ». Même en Europe, et dans le reste du monde. Il y aura à rebâtir dans ce cadre-là, pour une coopération plus confiante, plus interactive.

Cet entretien a été réalisé en visioconférence le 8 avril 2021.

RSO – Vers un schéma directeur Développement durable et responsabilité sociétale

En 2020, le Cirad a amorcé l'élaboration de son schéma directeur Développement durable et responsabilité sociétale (DD&RS). L'objectif ? Prioriser et énoncer ses orientations et contributions en faveur d'une science ouverte, utile et solidaire, au service du développement durable. Il s'agit également de promouvoir une réflexion éthique et la prise en compte d'enjeux environnementaux et sociaux au sein de l'organisme.

Au cours de cette année très particulière du fait de la pandémie de Covid-19, le chantier RSO a progressé dans quatre directions principales : les déplacements, la politique énergétique, la qualité de vie au travail et la science ouverte. La crise sanitaire liée à la Covid a bousculé toutes les pratiques et l'analyse de ses impacts – négatifs comme positifs – ne manque pas d'alimenter les travaux.

Vers des déplacements plus responsables

Nos déplacements sont la première source d'émissions de CO₂ (plus de 70 % en année standard, dont environ 80 % imputables à l'avion). La direction générale a donc inscrit la réduction de l'empreinte carbone des déplacements locaux (domicile-travail et entre sites) et professionnels non locaux comme levier essentiel de la politique bas-carbone du Cirad.

Une charte actant les principes et valeurs de notre engagement, visant à rechercher la meilleure solution pour réguler les déplacements tout en limitant leur impact environnemental, est en construction. Parallèlement, nous travaillons à un projet de transition institutionnel visant à :

- Construire une culture sensible à l'impact des déplacements professionnels sur le changement climatique, en interne et avec nos partenaires.
- Réviser notre processus de décision et conception des déplacements vers plus de responsabilités environnementale et sociale.

- Construire de l'éco-ingénierie des activités de projet impliquant partenaires et bailleurs.
- Améliorer et mettre en œuvre notre dispositif de redevabilité (mesure, suivi des objectifs, communication).

Une politique énergétique 2012-2020 vertueuse, de nouvelles ambitions

Les objectifs de la politique énergétique 2012-2020 ont été atteints avec des baisses de consommation de plus de 10 % en électricité, 20 % en thermie et une réduction de 18 % des émissions de gaz à effet de serre du poste énergie. Dès lors, le Cirad prépare de nouvelles ambitions énergétiques 2030, 2040 et 2050, cohérentes avec la stratégie nationale bas carbone, la loi Élan et les circulaires « administrations exemplaires » et « services publics écoresponsables ».

Le Cirad a obtenu le financement de sept projets d'économie d'énergie en métropole et dans les Drom, dans le cadre du plan France relance de l'État portant sur les éclairages, l'isolation, les réseaux chaud-froid et l'installation de panneaux photovoltaïques.

À Montpellier, le projet Eco-Site Lavalette, la plus ambitieuse opération de rénovation de l'histoire du Cirad, a été déposé au contrat de plan État Région 2021-2027. Ce projet est exemplaire en matière de performance énergétique, impact environnemental et qualité de vie au travail. Sont notamment prévues la construction d'un bâtiment à énergie positive, des rénovations, la démolition de bâtiments énergivores, etc.



À La Réunion, l'opération de réfection-construction du Pôle de protection des plantes 3P devant aboutir à la mi-2022 est un projet très ambitieux d'intelligence climatique bas carbone et de sobriété énergétique.

Depuis le 1^{er} janvier 2020, les gobelets en plastique pour les fontaines à eau ont été proscrits (100 000 gobelets/an étaient utilisés avant la pandémie). Dans le contexte de Covid-19, un système de paniers-repas a été déployé à Montpellier avec des contenants alimentaires compostables.

Un baromètre pour mesurer la qualité de vie au travail



L'établissement prépare un accord de télétravail* visant à perdurer au-delà de la situation d'exception liée à la pandémie. Il

a également amorcé la construction d'un baromètre social afin de mesurer périodiquement les impacts de ses programmes en matière de qualité de vie au travail, les réviser et alimenter la politique correspondante.

* Accord signé le 31 mai 2021.

Science ouverte et partenariat dans l'enseignement supérieur et la recherche (ESR) pour la RSO

Le Cirad développe sa politique science ouverte et données de la recherche. En 2020, l'établissement a nommé une chargée de mission pour cette thématique afin de soutenir l'évolution de nos engagements et le dispositif d'accompagnement en lien avec nos partenaires.

Le Cirad a également formalisé son engagement dans plusieurs infrastructures de recherche inter-organismes, outils de science ouverte et de « Fairisation** » des données, liées à l'environnement : nœud français d'Anaee Europe (Analyse et expérimentation sur les écosystèmes), Pôle national de données de biodiversité (PNDB) et Réseau des collections naturalistes (ReCoNat).

L'association inter-organismes Qualité en recherche et enseignement supérieur (QuaRES), présidée par le Cirad, a fait évoluer ses statuts en intégrant la promotion et l'accompagnement de la responsabilité sociétale dans l'ESR. Enfin, les travaux sur une recherche et innovation plus responsables – menés avec la Conférence des grandes écoles et celle des présidents d'universités, et de nombreux acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche – ont abouti à la révision du label « DD&RS ».

** Fait de s'appuyer sur les principes FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) permettant de favoriser la découverte, l'accès, l'interopérabilité et la réutilisation des données.



Indicateurs 2020

Les indicateurs de suivi de la réalisation des objectifs de stratégie scientifique et partenariale de l'établissement émanent de négociations avec les tutelles menées en 2019. Neuf indicateurs ont ainsi été déterminés dans le cadre de la réactualisation de notre contrat d'objectifs :

Indicateur 1 • Production scientifique

Indicateur 2 • Nombre d'articles de revues à comité de lecture, avec ou sans facteur d'impact, copubliés avec des acteurs du Sud

Indicateur 3 • Nombre de cadres scientifiques affectés en mobilité géographique (ventilation par grandes zones géographiques)

Indicateur 4 • Volume des missions exécutées par les salariés (en ETPT), ventilation par grande zone géographique (disponible à partir de 2021)

Indicateur 5 • Nombre de doctorants du Sud encadrés/total des doctorants encadrés par des chercheurs du Cirad

Indicateur 6 • Structure des emplois – CDI, CDD, allocaires –, nombre ETPT (%)

Indicateur 7 • Répartition par genre et catégorie du personnel classé

Indicateur 8 • Prise de commandes de l'année (IFD et montant du chiffre d'affaires du portefeuille de projets, M€) par type de bailleurs

Indicateur 9 • Résultats de l'activité contractuelle de l'année (IFD et montant du chiffre d'affaires, M€) par type de bailleurs

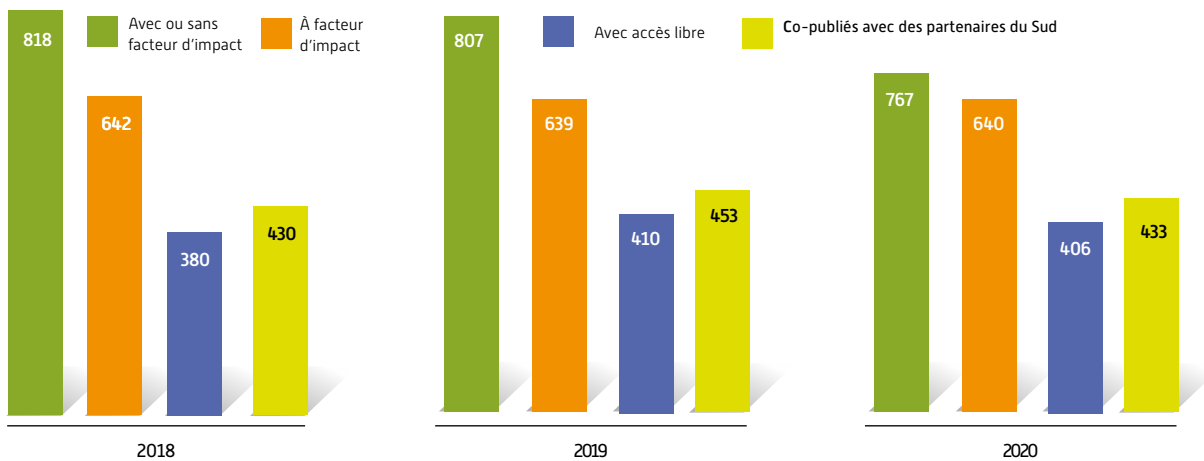
AMBITION SCIENCE

La production scientifique est un des indicateurs inscrits dans la durée (indicateurs 1 et 2). Les résultats 2020 montrent des volumes de publications et co-publications proches des deux dernières années. Une progression à la hausse des indicateurs de qualité, de libre accès et de co-publication avec nos partenaires est enregistrée.

Depuis 2006, avec la signature de la Déclaration de Berlin, le Cirad est engagé pleinement dans une politique d'ouverture et d'accès libre de ses productions (indicateur 1). Ainsi en 2020, plus de 111 482 ressources sont disponibles *via* Agritrop, l'archive ouverte institutionnelle du Cirad (<https://agritrop.cirad.fr>), et 53 % des articles de revues à comité de lecture

déposés dans Agritrop pouvaient être consultés librement et intégralement sur internet par tout public. Ce résultat illustre l'engagement du Cirad dans la science ouverte et pour une science mondiale en partage. Il a donné lieu à 265 000 consultations en ligne et 2 377 534 téléchargements de documents scientifiques.

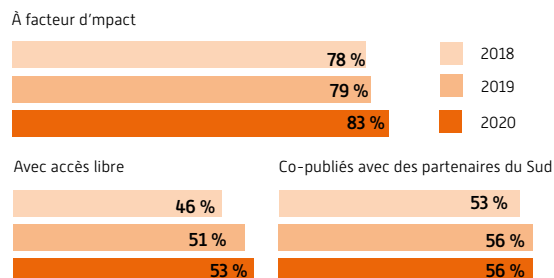
Nombre d'articles de revues à comité de lecture, avec ou sans facteur d'impact



Source : Agritrop. Dist – DGDRS

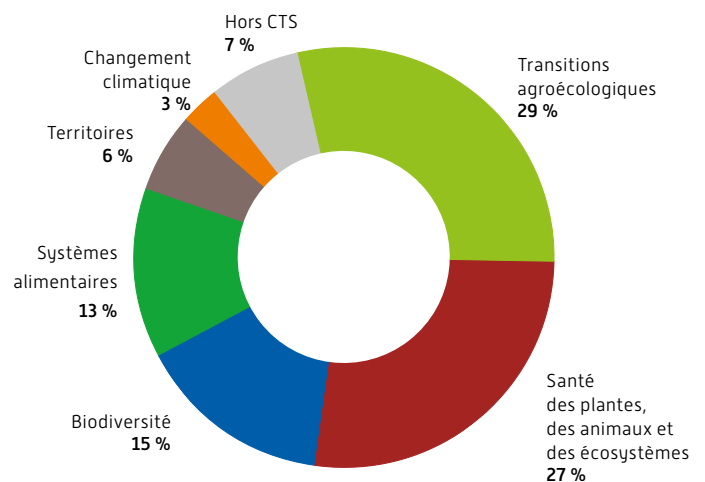
En 2020, la distribution des productions scientifiques par champ thématique stratégique montre une prépondérance pour les CTS Transitions agroécologiques et Santé des plantes, des animaux et des écosystèmes avec respectivement 29 et 27 %, puis pour les CTS Biodiversité et Systèmes alimentaires (15 et 13 %).

Progression de la production scientifique des articles de revues à comité de lecture



Source : Agritrop. Dist – DGDRS

Répartition des publications par CTS



Source : Agritrop. Dist – DGDRS

AMBITION PARTENARIAT

Le repli global observé en 2019 concernant la mobilité géographique des Ciradiennes et des Ciradiens a été accentué dans un contexte Covid-19 très fort, réduisant la présence des chercheurs du Cirad à l'étranger et dans les Drom à 284 équivalents temps plein (ETP). Cette présence reste prédominante et stable pour les Drom (120 ETP, soit près de 42 %) et se maintient pour l'Afrique subsaharienne (93 ETP, soit 33 % des effectifs) [indicateur 3]. Ces deux grandes régions totalisent près des trois quarts de notre présence en dehors de la France métropolitaine. L'inflexion la plus notable concerne l'Asie du Sud-Est et l'Amérique latine, avec une progression significative de presque 50 % des effectifs par rapport à 2019. Les objectifs affichés sont de 335 ETP en présence sur le terrain, aux côtés de nos partenaires, avec un maintien de l'effort pour le continent africain.

Le nombre de dispositifs en partenariat est de 21 en 2020, 12 étant localisés en Afrique et dans l'océan Indien, quatre en Amérique latine, quatre en Asie, un en Méditerranée. Le Cirad est également présent au sein de trois laboratoires mixtes internationaux (LMI) dont il est membre.

L'indicateur 4 sur les missions réalisées en fonction des grandes zones géographiques ne sera produit qu'à partir de 2021, sur une nouvelle base de données [actualisation du système d'informations en cours].

Nombre de cadres scientifiques affectés en mobilité en 2020 par grande zone géographique (en ETP)

Afrique subsaharienne	92,84
Afrique du Nord	6,14
Asie	25,39
Océanie	1,00
Amérique du Sud	17,22
Amérique centrale et Caraïbes	13,48
Amérique du Nord	2,50
Outre-mer français	120,40
Europe	5,21
TOTAL	284,8

Source : SIRH - DGDRO.

AMBITION FORMATION

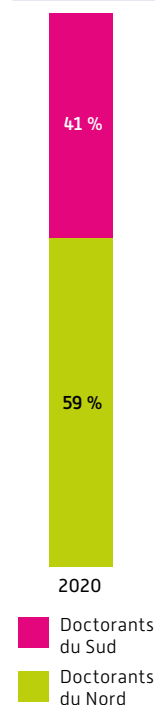
L'ambition de formation « au Sud, avec le Sud et pour le Sud » constitue l'une des inflexions majeures de la nouvelle vision stratégique du Cirad au regard de sa précédente version. Cette orientation s'ancre dans le constat qu'il n'y a pas de développement possible pour un pays sans un capital humain susceptible de le concevoir et de le déployer, ce qui conduit la plupart des partenaires du Cirad à solliciter son appui pour les accompagner afin de répondre à leurs besoins.

La qualité de l'accueil des étudiants reste un objectif majeur pour le Cirad. En 2020, en raison de la pandémie mondiale liée à la Covid-19, le Cirad n'a pu accueillir et encadrer que 15 doctorants originaires des pays tropicaux et méditerranéens (indicateur 5) par rapport aux 230 encadrés en 2019, et ce malgré un nombre de demandes qui s'est maintenu (avec 238 demandes). Cet indicateur n'a heureusement pas eu d'impact sur la co-publication scientifique (indicateur 2) qui a représenté 56 % de nos publications dans des revues à comité de lecture.

Le rapprochement avec l'institut Agro Montpellier a fait émerger en 2020 le projet d'une nouvelle unité mixte d'appui : le Pôle pour l'enseignement et l'ingénierie de formation au Sud (Pollenis), (pour plus d'information, lire page 34). En lien avec l'unité Pollenis, le Cirad a également participé à deux propositions de l'appel à projets « Partenariats avec l'enseignement supérieur africain » de l'AFD. Les projets Promouvoir un enseignement supérieur professionnalisant ancré dans les territoires pour accompagner la transition agroécologique des systèmes alimentaires, au Sénégal (Pettal) et Renforcement de la démarche compétences et de la culture entrepreneuriale dans la formation supérieure agronomique : leviers pour l'insertion professionnelle et le développement de la bioéconomie au Bénin (Biovalor) ont été présélectionnés, pour une réponse définitive en juin 2021.

Pour répondre aux attentes multiples de ses partenaires et à son ambition de formation, le Cirad, dont l'enseignement n'est pas la mission première, consolide ses liens avec les établissements d'enseignement supérieur français pour lesquels l'Afrique constitue une zone de développement prioritaire à l'international. Il co-construit des propositions à différentes échelles, notamment avec des écoles membres du consortium Agreeum (l'institut Agro, AgroParisTech et l'ENVT), mais aussi d'autres opérateurs universitaires au premier rang desquels l'université de Montpellier dans le cadre de l'I-Site Muse. La crise sanitaire mondiale a amené le développement de formations à distance, comme par exemple le Mooc Sol et climat d'AgroParisTech auquel le Cirad a contribué.

Doctorants encadrés au Cirad



AMBITION INNOVATION ET IMPACT

Depuis 2010, l'équipe Impress accompagne le développement d'une culture de l'impact au Cirad et auprès de ses partenaires, en favorisant la réflexivité et l'apprentissage collectif sur la contribution de la recherche dans les processus d'innovation dans lesquels le Cirad est engagé. Ses travaux scientifiques et méthodologiques soutiennent une réflexion critique sur la place de la recherche et sa contribution à des impacts de long terme. Ils interrogent les changements de pratiques, comportements et interactions des acteurs. Les approches et outils Impress sont appliqués aux projets et feuilles de route institutionnelles ainsi qu'à certains dispositifs en partenariat (dP). Ces activités sont portées par l'équipe Impress, basée à la direction de l'Impact et du Marketing de la Science (Dims) et fortement liée à l'UMR Innovation, de manière transversale entre accompagnement et recherche. En participant à cette réflexion institutionnelle, Impress contribue au positionnement de l'établissement dans les débats internationaux sur la compréhension des relations complexes entre les différentes formes de savoirs et sur le rôle de la connaissance, de la science et de la technologie dans les transformations sociales aux interfaces science-société ou science-politique.

En 2020, l'équipe a dû revoir ses modalités d'intervention dans un contexte de crise sanitaire (ateliers et formations participatives à distance), mais le développement de la culture de l'impact s'est poursuivi et renforcé. L'équipe (ayant doublé d'effectif) a accompagné les équipes de recherche de nombreuses unités dans la construction de chemins d'impact de leurs interventions en mobilisant « Impress *ex ante* » à différents grains (dix projets ; deux feuilles de route filière – cacao et

banane plantain ; et un travail émergent sur la stratégie d'un dispositif en partenariat]. Sur le volet « Impress *ex post* », quatre cas ont été lancés début 2020, puis trois supplémentaires fin 2020. Un travail de fond a été mené pour analyser les besoins en capacités sur le suivi-évaluation (des projets notamment), pour proposer un accompagnement et des modalités de formation adaptés aux besoins de l'établissement. Enfin, une communauté de pratiques sur les « approches orientées changement » a été préfigurée, avec un lancement effectif en 2021, qui permettra aux salariés du Cirad et aux partenaires intéressés par ces approches de pouvoir échanger, expérimenter la méthodologie et capitaliser collectivement.

Enfin, le pôle Bailleurs et impact de la Dims a amorcé, en 2020, la conception d'une stratégie de plaidoyer institutionnel, qui doit se poursuivre dans les années à venir.

Le groupe de travail Sciences et Sociétés, interne au Cirad et de composition très diversifiée (il inclut recherche et services d'appui) a poursuivi sa réflexion pour permettre un renouvellement des relations sciences- société. Une note de positionnement sera produite début 2021 avec des propositions concrètes de nouveaux modes de conduite de la recherche en partenariat. Il s'agit d'intégrer davantage la diversité des sociétés et des acteurs des pays tropicaux et méditerranéens, de façon plus citoyenne, inclusive et éthique pour consolider cette ambition au sein du Cirad.

ALIGNEMENT DE LA POLITIQUE DE MOYENS SUR LA STRATÉGIE SCIENTIFIQUE ET PARTENARIALE

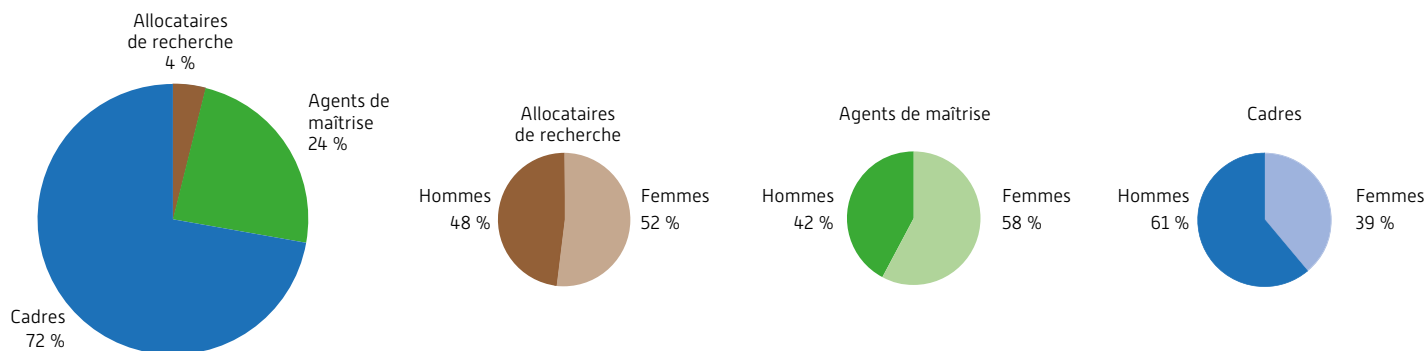
L'objectif est d'élaborer et de décliner de manière opérationnelle une politique d'allocation des ressources financières, humaines et matérielles la mieux adaptée aux ambitions scientifiques et partenariales du contrat d'objectifs en cours. L'enjeu n'est pas simplement de disposer du niveau de ressources « requis » pour pouvoir être à même de déployer les activités du Cirad. Il s'agit aussi et surtout d'orienter le plus possible les activités d'appui afin qu'elles soient en adéquation avec la stratégie de l'établissement.

Le Cirad a relancé une politique dynamique pour l'emploi afin de renforcer les compétences nécessaires à sa stratégie scientifique et géo-partenariale en 2020, avec 77 recrutements en CDI. Cependant, même si la courbe s'infléchit, l'effort de rattrapage de la baisse des effectifs de l'établissement, n'a pas encore produit tous

ses effets en 2020. À noter que l'effectif CDI a été stabilisé, après plusieurs années de diminution.

La part des allocataires de recherche, avec une quasi parité femme-homme, se maintient, représentant 4 % des effectifs. La part des agents de maîtrise poursuit une baisse régulière, avec un quart des effectifs, dont majoritairement des femmes (59 %). La part des cadres montre une augmentation suite à la politique de recrutements de 2019 avec une légère tendance de rééquilibrage de la parité amorcée. Ce rééquilibrage vers la parité progresse globalement lentement (44,5 % femmes, 55,5 % d'hommes) avec l'observation de disparités selon les métiers et les catégories, en faveur des femmes chez les agents de maîtrise et en faveur de hommes chez les cadres (indicateur 6) (voir graphe page suivante).

Structure des emplois

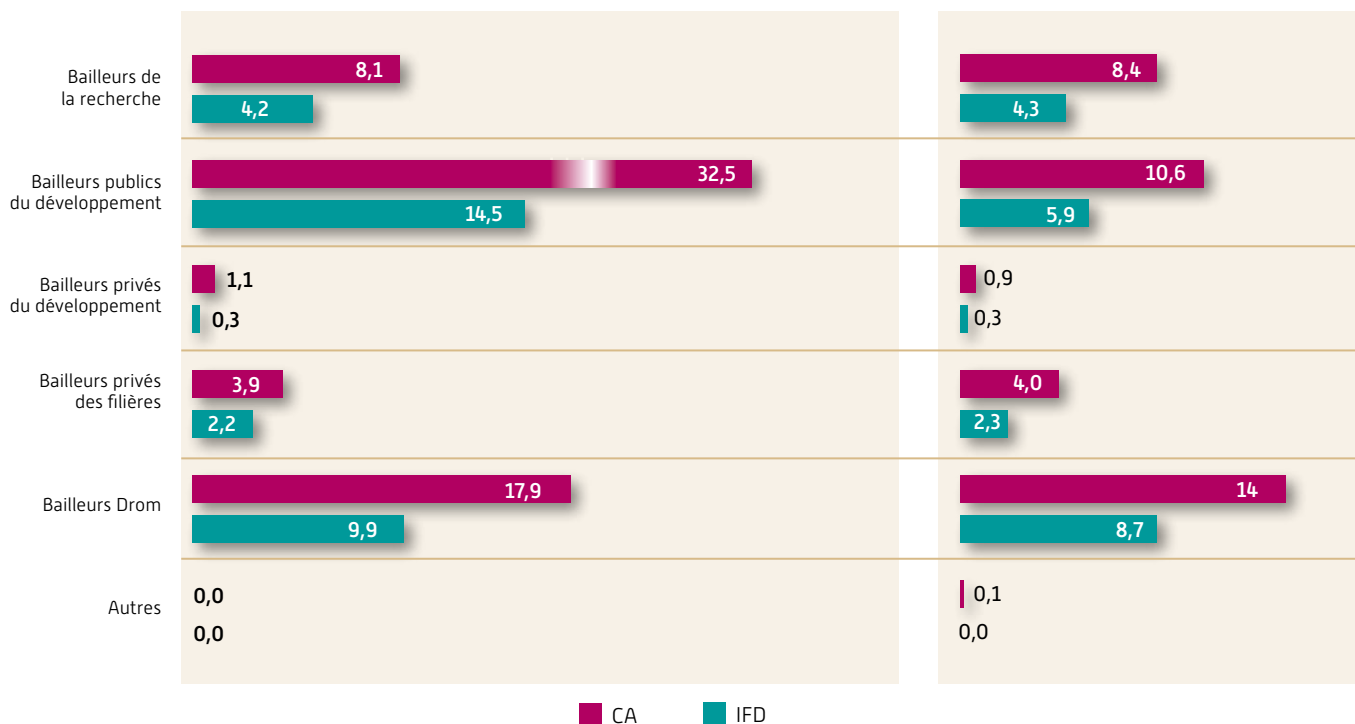


Les nouveaux indicateurs financiers produits pour le contrat d'objectifs concernent la prise de commande (majoritairement les bailleurs publics du développement avec plusieurs contrats DeSIRA (EU DG DevCo et AFD) [indicateurs 8] et les réalisations [indicateurs 9]. La prise de commande [indicateur 8] est très dynamique, avec un doublement prévu de la contribution à l'impact financier direct (IFD). Les réalisations [indicateur 9], indiquent une diminution du

chiffre d'affaire [38 M€] par rapport à 2019 avec néanmoins une part de l'IFD [56 %] qui a augmenté de 5 % par rapport à 2019. La contribution des bailleurs publics du développement et des Drom reste substantielle, dans la logique des contrats existants sur l'exercice précédent. Celle des bailleurs de la recherche a été maintenue.

Prise de commandes 2020 en M€

Résultats de l'activité contractuelle 2020 en M€



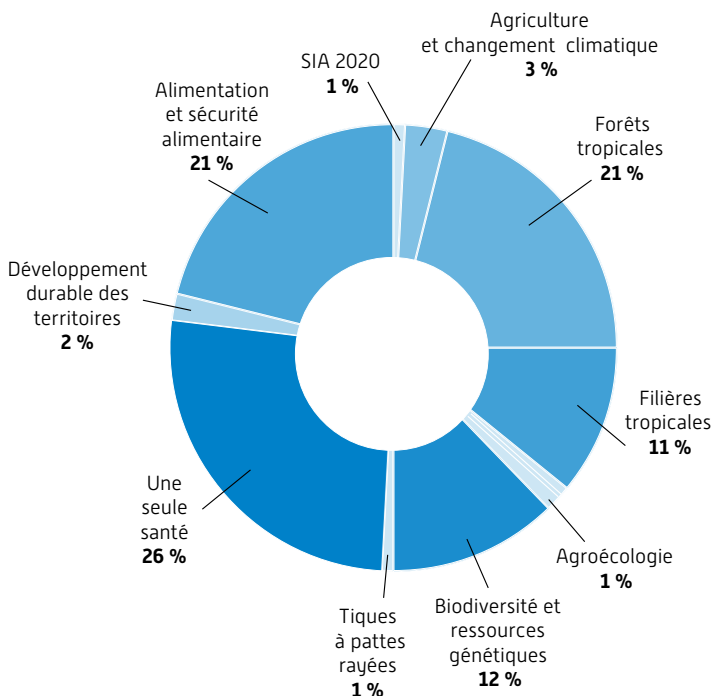
Médias et réseaux sociaux : une présence renouvelée

Le Cirad est très présent dans les médias et les réseaux sociaux grâce à une politique de communication offensive en 2020.

Médias : une visibilité fortement accrue et notamment dans les médias anglophones

Face aux grands enjeux planétaires, les journalistes sollicitent de plus en plus le Cirad (+ 50 % par rapport à 2019).

En 2020, nous avons ainsi répondu à 360 demandes de journalistes et produit 65 communiqués de presse (+25 % par rapport à 2019). Les 10 meilleurs communiqués ont généré près de 450 retombées, soit une moyenne de 45 retombées par communiqué. Au total, le Cirad a été cité 3 000 fois dans les médias en ligne dans plus de 10 langues.



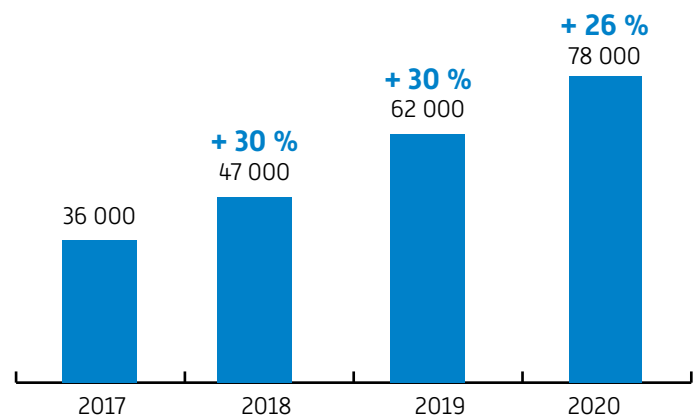
Répartition des citations du Cirad dans les médias français en 2020 (en équivalent publicitaire) par thématique

Les forêts et filières comptent un tiers des articles sélectionnés dans le panorama média du Cirad, la santé pour un quart et la sécurité alimentaire pour un cinquième. Plus de 10 % portent spécifiquement sur les questions de diversité biologique.



Réseaux sociaux : de forts gains d'abonnés

Présent sur trois réseaux sociaux : Twitter, LinkedIn et Facebook, le Cirad a vu ses communautés d'abonnés fortement grandir en trois ans, et 2020 a confirmé cette tendance avec un gain de + 26 %, portant notre communauté à 78 000 abonnés.



CONSEIL D'ADMINISTRATION

Élisabeth Claverie de Saint Martin, présidente

Julien Astoul-Delseny, représentant du ministère des Outre-mer

Donatienne Hissard, représentante du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères

Enrique Barriuso, représentant du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

Colin Thomas, représentant du ministère de l'Action et des Comptes publics

Valérie Baduel, représentante du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

Thierry Blandinières, directeur général du groupe coopératif agricole In Vivo

Philippe Mauguin, président directeur général de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)

Josefa Leonel Correia Sacko, commissaire de l'Union africaine pour l'économie rurale et l'agriculture

Mariam Sow, secrétaire exécutive de ENDA Pronat

Valérie Verdier, présidente directrice générale de l'Institut de recherche pour le développement (IRD)

Bertrand Walckenaer, directeur général délégué de l'Agence française de développement (AFD)

Élu(e)s du personnel

Thomas Balenghien

Nathalie Cialdella

Françoise Gérard

François-Régis Goebel

Thibaud Martin

Laurence Ollivier

Émilie Klander, secrétaire du conseil d'administration

Assistent de droit au conseil avec voix consultative

Béatrice Avot, contrôleuse générale économique et financière, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

Pierre Defaut, secrétaire du Comité social et économique

Denis Marange, commissaire aux comptes

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Alioune Fall, président, président directeur général de l'Isra (Dakar, Sénégal), président du *Forum for Agricultural Research in Africa* (FARA)

Philippe Baret, professeur et doyen de la faculté des bioingénieurs, université catholique de Louvain (Belgique)

Ana Cristina Miranda Brasileiro, chercheuse principale en génomique des plantes à l'Embrapa (Brasilia, Brésil)

Christine Cherbut, directrice générale déléguée Science et innovation, INRAE (Paris, France)

Diana Fernandez, chercheuse, UMR IRD-UM-Cirad « Interactions Plantes Microorganismes Environnement » (IPME) à l'IRD (Montpellier, France)

Gilles Kleitz, directeur du département Transition écologique naturelle et Gestion des ressources naturelles (NAT) (AFD) (Paris, France)

Paco Sérémé, ex-président du conseil d'administration de l'Icrisat (Hyderabad, Inde), directeur de recherches à l'Inera/CNRST (Ouagadougou, Burkina Faso)

Camilla Toulmin, chercheuse associée à l'*International Institute for Environment and Development* (IIED) (Londres, Grande-Bretagne)

Renuganth Varatharajoo, vice-chancelier chargé des partenariats et des relations avec l'industrie, vice-président, *Universiti Putra Malaysia* (UPM) (Kuala Lumpur, Malaisie)

Barbara Wieland, responsable d'équipe en santé des troupeaux, programme *Animal and Human Health* à l'*International Livestock Research Institute* (ILRI) (Addis-Abeda, Éthiopie)

Élu(e)s du personnel

Pierre Brat

William's Daré

Driss Ezzine de Blas, vice-président du Conseil scientifique

Paule Moustier

Mathilde Sester

Marie de Lattre Gasquet (UMR Art-Dev),
Alexia Prades (DGDRS), secrétaires

COMITÉ D'ÉTHIQUE

INRAE-CIRAD-IFREMER-IRD

Axel Kahn, président, docteur en médecine et docteur ès Sciences, président de la Ligue contre le cancer, directeur de recherche à l'Inserm

Michel Badré, vice-président, ingénieur, membre du Conseil économique, social et environnemental, au titre du groupe des associations environnementales

Madeleine Akrich, directrice de recherche au centre de Sociologie de l'innovation de Mines ParisTech

Bernadette Bensaude-Vincent, professeure émérite à l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Céline Boudet, coordinatrice scientifique, spécialiste de l'analyse des risques dans le domaine santé et environnement (épidémiologie, toxicologie, bio-statistiques) à l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris)

Jean-Louis Bresson, médecin nutritionniste, professeur des universités, fondateur du Centre d'investigation clinique Necker-Cochin

Mireille Dosso, professeure de microbiologie et directrice de l'Institut Pasteur en Côte d'Ivoire

Françoise Gaill, directrice de recherche au CNRS, chargée de mission auprès de la direction générale du CNRS

Stéphanie Lacour, directrice de recherche au CNRS, directrice adjointe de l'Institut des sciences sociales du politique (ISP) pour l'ENS Paris-Saclay, directrice du groupement de recherche « Normes, Sciences et Techniques » du CNRS

Louis-Etienne Pigeon, philosophe en éthique environnementale, docteur en philosophie diplômé de la faculté de philosophie de l'Université de Laval (Québec, Canada), chargé d'enseignement à l'Université de Laval

Marie-Geneviève Pinsart, philosophe, professeure de philosophie et membre du centre de recherches interdisciplinaires en bioéthique à l'université libre de Bruxelles, membre du Comité consultatif d'éthique pour la recherche en partenariat (CCERP) de l'IRD

Pere Puigdomènech, professeur au Centre de recherche en génomique pour l'agriculture du Conseil supérieur de la recherche scientifique (CSIC) de Barcelone (Espagne)

Michel Sauquet, Diplômé de l'Institut d'études politiques de Paris, docteur en Économie appliquée

Hervé Théry, géographe, professeur associé à l'université de São Paulo

DIRECTION GÉNÉRALE

Élisabeth Claverie de Saint Martin, présidente-directrice générale

Étienne Hainzelin, conseiller de la présidente

Émilie Klander, déléguée aux affaires publiques

Marie-Laurence Pouxviel, déléguée à la communication

Mireille Mourzelas, déléguée aux systèmes d'évaluation

Philippe Feldmann, délégué à la déontologie et à l'intégrité scientifique

DIRECTION GÉNÉRALE DÉLÉGUÉE AUX RESSOURCES ET AUX DISPOSITIFS

Directeur général délégué / Directrice générale déléguée en cours de recrutement

François Laporte, adjoint au directeur / directrice

François Monicat, adjoint au directeur / directrice, en charge du développement économique

Vincent Fabre-Rousseau, directeur régional Île-de-France et Montpellier-Occitanie

Nathalie Séguret, directrice régionale Montpellier-Occitanie par intérim, adjointe au directeur régional

Dominique Martinez, directeur régional Antilles, Guyane et zone Caraïbe

Éric Jeuffrault, directeur régional Réunion, Mayotte et océan Indien

Jean-Cyril Dagallier, adjoint au directeur régional Réunion, Mayotte et océan Indien

Monica Branco-Forte, directrice de la comptabilité et des affaires financières

Sophie Gavelle, directrice adjointe de la comptabilité et des affaires financières, chargée des services comptables et financiers centraux

Benoît Cervello, directeur adjoint de la comptabilité et des affaires financières, chargé des services financiers déconcentrés

Estelle Rose, directrice des ressources humaines

Claire Roche, directrice des ressources humaines adjointe

Joël Sor, directeur des systèmes d'information

Élisabeth Subirats, directrice technique des aménagements et de la maintenance

Claire Neirac, déléguée aux affaires juridiques

Alexandrine Rey, déléguée aux affaires juridiques adjointe

Yann Combot, délégué aux archives

Malaurie Salles, déléguée aux achats

Pierre-Jean Ballard, délégué au contrôle de gestion

Tiffany Gastineau, déléguée à la sécurité et à la santé au travail

Patrice Guillaume, fonctionnaire sécurité défense

DIRECTION GÉNÉRALE DÉLÉGUÉE A LA RECHERCHE ET À LA STRATÉGIE

Directeur général délégué / Directrice générale déléguée en cours de recrutement

Philippe Petithuguenin, directeur général délégué adjoint

Magalie Lesueur Jannoyer, adjointe à la direction

Alain Billand, directeur de l'impact et du marketing de la science

Jean-Michel Sers, délégué Europe

Tanguy Lafarge, délégué aux dispositifs de recherche et de formation en partenariat

Marie-Claude Deboin, déléguée à l'information scientifique et technique

Danielle Lazuttes, déléguée aux actions incitatives

Cathy Grevesse, déléguée à la qualité, la responsabilité sociétale et aux infrastructures de recherche

François-Xavier Côte, délégué aux filières tropicales

Jean-Marc Bouvet, directeur régional Afrique australe et Madagascar

Denis Depommier, directeur régional Afrique centrale

Christian Cilas, directeur régional Afrique de l'Ouest - Forêt et savane humide

Sylvie Lewicki, directrice régionale Afrique de l'Ouest - Zone sèche

Serge Marlet, directeur adjoint Afrique de l'Ouest - Zone sèche

Pierre Grard, directeur régional Afrique orientale

François Roger, directeur régional Asie du Sud-Est continentale

Alain Rival, directeur régional Asie du Sud-Est insulaire

Jean-Luc Battini, directeur régional Brésil et pays du cône Sud

Denis Gautier, directeur régional Méditerranée et Moyen-Orient

Guy Henry, chargé de mission Mexique, Amérique centrale et pays andins

DÉPARTEMENT SYSTÈMES BIOLOGIQUES (Bios)

Thierry Lefrançois, directeur

Jean-Louis Noyer, directeur adjoint

Guilhem Lacombe, adjoint au directeur

Delphine Luquet, adjointe au directeur

DÉPARTEMENT PERFORMANCES DES SYSTÈMES DE PRODUCTION ET DE TRANSFORMATION TROPICAUX (Persyst)

Jean-Paul Laclau, directeur

Nadine Zakhia-Rozis, directrice adjointe

Eric Justes, adjoint au directeur

Sylvie Mouras, adjointe au directeur

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENTS ET SOCIÉTÉS (ES)

Sylvain Perret, directeur

Pascal Bonnet, directeur adjoint

Sandrine Dury, adjointe au directeur

Sandra Vander Stuyft, adjointe au directeur



© R. Carayol

Département systèmes biologiques (Bios)

Amélioration génétique et adaptation des plantes méditerranéennes et tropicales (UMR Agap)

Animal, santé, territoires, risques et écosystèmes (UMR Astre)

Botanique et modélisation de l'architecture des plantes et des végétations (UMR Amap)

Centre de biologie et gestion des populations (UMR CBGP)

Diversité, adaptation et développement des plantes (UMR Diade)

Interactions hôtes-vecteurs-parasites-environnement dans les maladies tropicales négligées dues aux trypanosomatidés (UMR InterTryp)

Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes (UMR LSTM)

Peuplements végétaux et bio-agresseurs en milieu tropical (UMR PVBMT)

Plant Health Institute of Montpellier (UMR PHIM)

Département Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux (Persyst)

Agroécologie et intensification durable des cultures annuelles (UPR Aïda)

Agrosystèmes biodiversifiés (UMR ABSys)

Analyses des eaux, sols et végétaux (US)

Biomasse, bois, énergie, bio-produits (UPR BioWooEB)

Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (UMR Qualisud)

Écologie fonctionnelle et biogéochimie des sols et des agro-écosystèmes (UMR Eco&Sols)

Fonctionnement agroécologique et performances des systèmes de culture horticoles (UPR HortSys)

Fonctionnement écologique et gestion durable des agrosystèmes bananiers et ananas (UPR Geco)

Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (UMR Isem)

Recyclage et risque (UPR)

Département Environnements et Sociétés (ES)

Acteurs, ressources et territoires dans le développement (UMR ART-Dev)

Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (UMR Cired)

Écologie des forêts de Guyane (UMR Ecofog)

Forêts et sociétés (UPR F&S)

Gestion de l'eau, acteurs, usages (UMR G-eau)

Innovation et développement dans l'agriculture et l'alimentation (UMR Innovation)

Montpellier Interdisciplinary center on Sustainable Agri-food Systems (social and nutritional sciences) (UMR Moisa)

Savoirs, Environnements et Sociétés (UMR SENS)

Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux (UMR Selmet)

Territoires, environnement, télédétection et information spatiale (UMR Tetis)

UMR : unité mixte de recherche • UPR : unité propre de recherche • US : Unité de service

ÎLE-DE-FRANCE

42, rue Scheffer
75116 Paris - France
Tél. : +33 1 53 70 20 21
drif@cirad.fr

MONTPELLIER-OCCITANIE

Avenue Agropolis
TA 178/04
34398 Montpellier Cedex 5
France
Tél. : +33 4 67 61 49 34
dr-mo@cirad.fr

MÉDITERRANÉE ET MOYEN-ORIENT

Avenue Agropolis
TA 179/04
34398 Montpellier Cedex 5
France
Tél. : +33 4 67 61 49 47
denis.gautier@cirad.fr

**ASIE DU SUD-EST
CONTINENTALE**

Cité diplomatique de Van Phuc
Bureau 102, Bâtiment 2G
298 Kim Ma
Hanoi
Vietnam
Tél. : +844 37 34 67 75
francois.roger@cirad.fr

**ANTILLES, GUYANE
ET ZONE CARAÏBE**

Station de Neufchâteau
Sainte-Marie
97130 Capesterre-Belle-Eau
Guadeloupe
Tél. : +590 5 90 41 68 68
dir-reg.antilles-guyane@cirad.fr

**MEXIQUE,
AMÉRIQUE
CENTRALE
ET PAYS ANDINS**

Avenue Agropolis
TA 179/04
34398 Montpellier
Cedex 5
France
Tél. : +33 4 67 61 56 37
guy.henry@cirad.fr

**BRÉSIL ET PAYS
DU CÔNE SUD**

Predio FINATEC
Campus Univ Darcy Ribeiro
Caixa Postal 4522
CEP. 70842-970
Brasília-DF
Brésil
Tél. : +55 61 33 66 16 01
brasil-conesul@cirad.fr

**AFRIQUE
DE L'OUEST
ZONE SÈCHE**

37, avenue Jean XXIII
BP 6189
Dakar-Étoile
Sénégal
Tél. : +221 33 822 44 84
sylvie.lewicki@cirad.fr

**AFRIQUE
DE L'OUEST
FORÊT ET
SAVANE HUMIDE**

Université
Houphouët-Boigny
Cocody, Bâtiment IRD
01 BP 6483
Abidjan
Côte d'Ivoire
Tél. : +225 07 22 48 18 41
ciradci@aviso.ci

AFRIQUE CENTRALE

Rue Joseph Essono
Balla
BP 2572
Yaoundé
Cameroun
Tél. : + 237 222 21 25 41
cirad-cm@cirad.fr

**AFRIQUE AUSTRALE
ET MADAGASCAR**

Ampandrianomby
BP 853
Antananarivo 101
Madagascar
Tél. : +261 20 22 406 23
+231 32 07 235 95
dregion@cirad.mg

**AFRIQUE
ORIENTALE**

C/o Icraf,
United Nations Avenue
Gigiri - PO Box 30677
00100 Nairobi
Kenya
Tél. : +254 207 224 653 / 652
dr.afora@cirad.f

**RÉUNION,
MAYOTTE
ET OCÉAN INDIEN
(HORS MADAGASCAR)**

Station de La Bretagne
40 chemin de Grand Canal
CS 12014
97743 Saint-Denis Cedex 9
La Réunion
Tél. : +262 2 62 72 78 00
dir-reg.reunion@cirad.fr

**ASIE DU SUD-EST
INSULAIRE**

Graha Kapital 1
Jl. Kemang Raya n° 4
Jakarta 12730
Indonésie
Tél. : +62 21 71 98 641 / 642
cirad@idola.net.id

Quelques chiffres-clés

1 650

personnes salariées

200

institutions partenaires

12

directions régionales

200

personnes salariées
basées à l'étranger

200

millions d'euros
de budget annuel

800

projets actifs

Le Cirad dispose de 35 % de ressources propres générées par des projets, dont les principaux bailleurs sont répartis comme suit :

- 32 % de bailleurs publics de la recherche (ANR, Commission européenne, etc.) ;
- 27 % de bailleurs publics du développement (Agence française de développement, Commission européenne, Banques de développement, etc.) ;
- 26 % de bailleurs privés (recherche et développement) ;
- 16 % de collectivités territoriales (Antilles-Guyane et Réunion-Mayotte).

En savoir plus sur nos projets

Retrouvez nos projets en détail sur notre site :

www.cirad.fr

Objectifs, actions, résultats attendus, partenariats, financements : une centaine de projets passés à la loupe, localisés dans les terrains d'action *via* une carte interactive.



Direction de la publication : Élisabeth Claverie de Saint Martin

Coordination : Marie-Laurence Pouxviel [Délégation à la communication du Cirad]

Rédaction : Marie Adell, Anne Perrin [Délégation à la communication du Cirad] ; Marie-Line Caruana [Direction de la recherche et de la stratégie] ; Cathy Grevesse [Délégation à la qualité, la responsabilité sociétale et aux infrastructures de recherche] ; Clotilde de Gastines ; Marie-Christine Polge

Illustrations : Delphine Guard-Lavastre [Délégation à la communication du Cirad]

Réalisation/mise en pages : Patricia Doucet [Délégation à la communication du Cirad]

Diffusion et promotion : Christiane Matri [Délégation à la communication du Cirad]

Impression : Impact Imprimerie, Saint-Martin-de-Londres [34]

Imprimé sur Couché moderne satiné 100 % PEFC avec des encres végétales



Également publié en anglais.

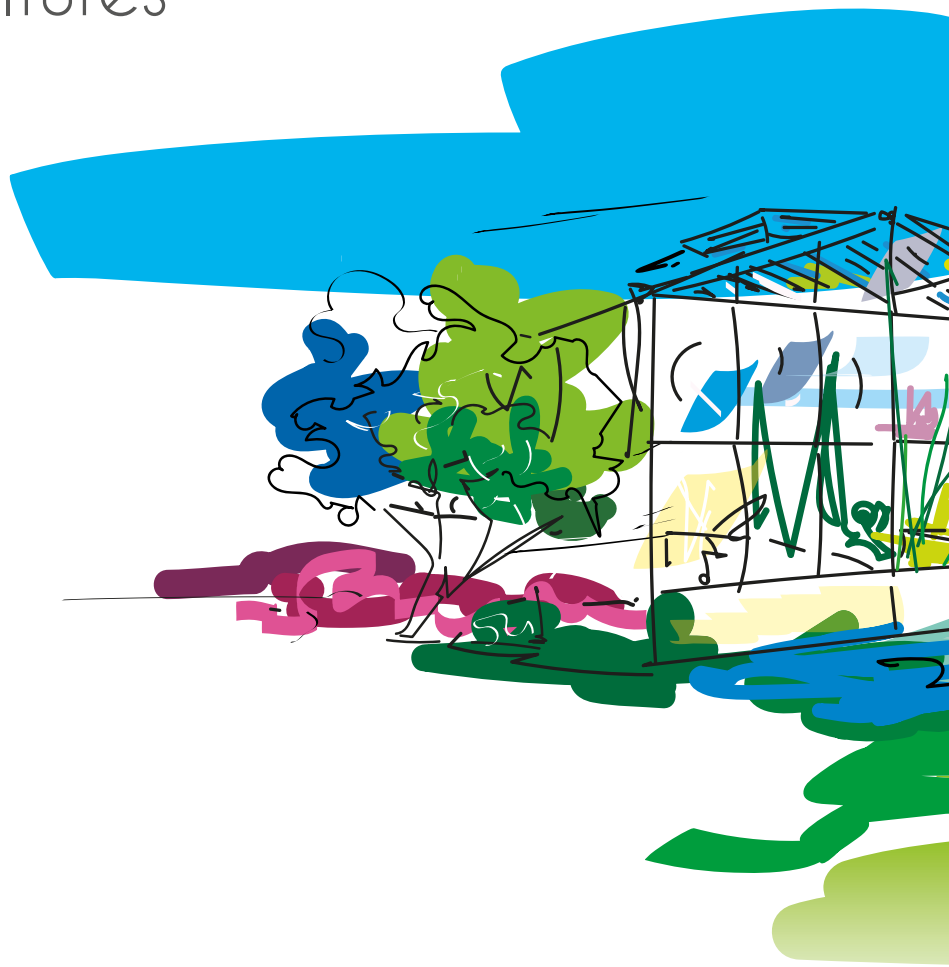
Dépôt légal : juillet 2021

ISBN : 978-2-87614-771-3

EAN : 9782876147713

<https://doi.org/10.19182/agritrop/00149>

Innovons ensemble pour les agricultures de demain



LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT

42, rue Scheffer • 75116 Paris
France

www.cirad.fr



Le Cirad est membre fondateur de :

