

Avec *Perspective*, le Cirad propose un espace d'expression pour de nouvelles pistes de réflexion et d'action, fondées sur des travaux de recherche et sur l'expertise, sans pour autant présenter une position institutionnelle.

Agriculture climato-intelligente, agroécologie et carbone du sol : vers des conjugaisons gagnantes

Stéphane SAJ - Emmanuel TORQUEBAU

47

L'adaptation au changement climatique et son atténuation comptent parmi les principaux défis que doit relever l'agriculture. Au Sud, ces défis s'associent à un impératif de sécurité alimentaire. L'arrivée du changement climatique sur l'agenda international a favorisé le recyclage d'une multitude d'initiatives visant à y faire face avec, en corollaire, l'apparition de nombreuses controverses. Or, même si les échelles et les acteurs visés peuvent différer, toutes ces initiatives tentent d'une façon ou d'une autre

de fournir des options techniques, sociales, économiques et politiques pour accroître la résilience de l'agriculture face au changement climatique. Trois approches sont fortement débattues et portent sur ces relations entre l'agriculture et le climat : l'agriculture climato-intelligente, l'agroécologie et l'initiative 4 pour

1000 relative au carbone du sol. Au-delà des divergences conceptuelles et des interprétations parfois partisans entre ces trois approches, l'agriculture des pays du Sud doit pouvoir bénéficier de leurs synergies potentielles.



Agriculture, sécurité alimentaire et climat : un lien étroit enfin intégré aux agendas internationaux

Paysage agroécologique multifonctionnel associant cultures, arbres, agroforêts et forêts sur les pentes du volcan Empung à Sulawesi, Indonésie. © B. Locatelli, Cirad.

L'agriculture est victime du changement climatique. Elle en subit les variations, parfois extrêmes, de température et de pluviométrie (saisons différées, pics de chaleur, manque ou excès d'eau, répartition altérée des pluies). Les effets sont directs, par exemple lorsque la croissance des plantes est modifiée, et indirects, lorsque la pression parasitaire augmente (insectes ravageurs, maladies). L'agriculture doit donc s'adapter pour continuer à assurer l'ensemble des fonctions auxquelles elle contribue, en particulier nourrir l'humanité.

Mais l'agriculture est aussi co-responsable du changement climatique. Elle est à l'origine d'environ 12 % des émissions de gaz à effet de serre (méthane, protoxyde d'azote, dioxyde de carbone), ou 24 % si l'on prend en compte les changements d'utilisation des

terres liés à l'exploitation forestière et aux fronts pionniers agricoles qui la suivent. Ces émissions sont dues aux intrants mal utilisés, lorsque des combustibles fossiles sont employés, ou à certaines pratiques d'élevage intensif ou de riziculture inondée.

Mais l'agriculture peut aussi devenir une des solutions au changement climatique en participant à son atténuation. Avec des pratiques appropriées, on peut diminuer les émissions agricoles de gaz à effet de serre et stocker du carbone dans le sol et dans la biomasse (végétaux, organismes vivants du sol...).

Malgré ces liens étroits avec le climat, l'agriculture a longtemps été ignorée dans les négociations des Nations Unies

sur le changement climatique, à l'origine ciblées sur les forêts. Ce n'est qu'avec l'accord de Paris en 2015 (COP21) que la sécurité alimentaire apparaît pour la première fois dans un document officiel des négociations, alors que le terme agriculture n'y figure toujours pas. Il faudra attendre la COP23 en 2017 pour que soit adoptée une recommandation sur la vulnérabilité de l'agriculture face au changement climatique et sur la sécurité alimentaire. Cette recommandation cite l'adaptation de l'agriculture, la résilience, le rôle du carbone du sol, l'importance des éléments nutritifs du sol, la place de l'élevage, les dimensions socio-économiques.

Les scientifiques ont abordé plus tôt la question conjointe de la sécurité alimentaire et du changement climatique, notamment en Europe avec les programmes de recherche FACCE-JPI [Programmation conjointe Agriculture, sécurité alimentaire et changement climatique] élaborés à la suite du quatrième rapport du Giec [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] publié en 2007. Puis, en 2010, la Fao [Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture] propose le concept d'agriculture climato-intelligente (*climate-smart agriculture*, ou agriculture intelligente face au climat), avec trois finalités simultanées : nourrir le monde, s'adapter au changement climatique et participer à son atténuation. À travers ce concept, la Fao s'intéresse en particulier aux pays du Sud, pour lesquels la sécurité et la diversité alimentaires sont des priorités. En 2016, l'initiative « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » est présentée à la COP22 avec pour finalité d'associer atténuation et adaptation via une augmentation du taux de carbone dans le sol.

L'agriculture climato-intelligente, pertinente mais mal interprétée

Les concepteurs de l'agriculture climato-intelligente se sont placés à l'interface entre les sciences et l'élaboration des politiques, dans le but de favoriser à la fois l'action sur le terrain et la mobilisation de financements. En 2010, leur publication fondatrice définit l'agriculture climato-intelligente comme une « *agriculture qui augmente la productivité et la résilience [adaptation] des cultures de manière durable, favorise la réduction/élimination des gaz à effet de serre [atténuation], améliore la sécurité alimentaire nationale et contribue à la réalisation des objectifs de développement du pays* » [page ii du rapport : Fao, 2010. Pour une agriculture intelligente face au climat. Politiques, pratiques et financements en matière de sécurité alimentaire, d'atténuation et d'adaptation].

A partir de là, une communauté de scientifiques s'est fédérée autour de congrès internationaux réguliers. Un processus politique mondial s'est également mis en place et a abouti en 2014 à la création de l'Alliance globale pour une agriculture intelligente face au climat (Global Alliance for Climate-Smart Agriculture, GACSA). En 2014, l'approche est approfondie par ses concepteurs, qui proposent quatre objectifs transversaux, afin d'encourager des actions coordonnées entre agriculteurs, scientifiques, secteur privé, société civile et décideurs politiques :

> disposer de preuves de l'impact du changement climatique sur l'agriculture ainsi que des preuves relatives aux réponses

appropriées, qu'elles soient techniques, socio-économiques ou organisationnelles ;

> accroître l'efficacité des institutions responsables de ces questions, par exemple les organismes de recherche, les agences de développement ou les institutions internationales ;

> favoriser la cohérence entre les politiques à différentes échelles sur le climat et les politiques publiques agricoles ;

> relier le financement de l'agriculture et la finance destinée à aider les agriculteurs à s'adapter au changement climatique ou à l'atténuer.

Toutefois, ces objectifs ne sont accompagnés d'aucune suggestion de moyens, laissant la porte ouverte à tous types d'approches scientifiques et politiques. C'est ainsi que se côtoient des propositions faisant appel à l'agroécologie ou à l'agriculture industrielle conventionnelle, toutes revendiquant d'avoir une démarche d'agriculture climato-intelligente, alors que les trois finalités (nourrir le monde, s'adapter au changement climatique et l'atténuer) sont rarement réunies.

Du point de vue de la recherche scientifique, l'interdisciplinarité nécessaire à l'étude simultanée de ces trois finalités reste difficile à mettre en œuvre. De nombreuses publications scientifiques revendiquant une démarche d'agriculture climato-intelligente concernent surtout l'adaptation au changement climatique, considérant qu'elle est suffisante. L'argument est qu'une fois l'adaptation engagée, la sécurité alimentaire suit. Or, de nombreux exemples contredisent cet argument et montrent que l'accès à la sécurité et à la diversité alimentaires n'est pas aussi directement associé à l'amélioration des systèmes de production agricole. Par exemple, certains pays ou régions se sont spécialisés dans l'agriculture d'exportation, ce qui leur apporte des devises sans nécessairement permettre l'atteinte de la sécurité alimentaire. Ou encore, des systèmes agricoles très performants peuvent être complètement déconnectés de l'alimentation traditionnelle ou locale. Dans certaines régions, leur généralisation appauvrit la diversité des plantes cultivées, ce qui a pour conséquence d'appauvrir aussi les modes de consommation et la diversité nutritionnelle. De même, rien ne permet d'affirmer qu'une agriculture adaptée au changement climatique contribue automatiquement à son atténuation.

Innover face au changement climatique

Au Honduras et en Colombie, le projet PIASAC vise à renforcer les capacités d'adaptation des exploitations agricoles familiales au changement climatique. Pour cela, des plateformes d'innovation sont développées de manière participative pour mettre au point des solutions intégrant les trois finalités de l'agriculture climato-intelligente.

Trois questions sont explorées à travers ce projet :

> identifier la structure sociale et organisationnelle la plus efficiente et équitable ;

> renforcer, ou initier, un processus participatif local qui prenne en compte les savoir-faire locaux et qui permette de concevoir des pratiques agricoles innovantes ;

> effectuer des évaluations *ex-ante* et *ex-post*, et identifier si des changements institutionnels locaux sont nécessaires.

Projet PIASAC, Innovation platform for improving farmers' adoption of Climate Smart Agriculture technologies: piloting in Honduras and Colombia, <https://umr-innovation.cirad.fr/projets/fontagro>, 2016-2017.

L'absence de liens clairs entre adaptation et sécurité alimentaire, la gouvernance de la GACSA (perçue par certains comme une approche verticale) et l'absence de mention de moyens privilégiés pour parvenir aux objectifs de l'agriculture climato-intelligente ont pu être à l'origine de comportements opportunistes ayant déclenché des critiques. Ces dernières, réelles ou implicites, ont conduit des organisations nationales et internationales de la société civile à publier en septembre 2015 une lettre ouverte dénonçant l'agriculture climato-intelligente comme incompatible avec l'agroécologie. L'agroécologie est définie par un ensemble de pratiques agricoles applicables de la parcelle au paysage et fondées sur des principes écologiques. Elle a pour ambition de réduire la pression sur l'environnement, de préserver les ressources naturelles tout en les utilisant de manière raisonnée, et d'employer le moins possible d'intrants de synthèse. Elle s'inscrit aussi dans l'objectif de nourrir durablement la population humaine. Selon certaines définitions, l'agroécologie recentre l'agriculture sur l'usage des ressources locales au service de la population vivant à proximité des bassins de production. Cette approche localisée et multifonctionnelle, même si elle ne cherche pas en premier lieu à répondre aux enjeux du changement climatique, est plus à même de proposer des solutions climato-intelligentes qu'une approche industrielle. Cette dernière, spécialisée et délocalisable, se prête moins à la prise en compte de fonctions multiples, au-delà de la simple rentabilité immédiate. La simultanéité entre adaptation, atténuation et sécurité alimentaire apparaît plus facile à atteindre par les principes de l'agroécologie que par ceux de l'agriculture industrielle.

Après huit ans d'existence, le concept d'agriculture climato-intelligente nécessite donc un recadrage et des bases scientifiques plus solides. Il est indispensable d'aborder de front les trois finalités : c'est ce que devraient clarifier les signataires de la GACSA et les acteurs du monde agricole, y compris la recherche scientifique, impliqués dans la démarche. Il est également important que la GACSA propose des indicateurs fiables qui permettent de qualifier les actions et les initiatives qui respectent les trois finalités.

La régénération naturelle assistée des arbres au Niger

Depuis les années 1980, de nombreux projets de développement soutiennent une pratique traditionnelle bien connue des agriculteurs du Niger, qui consiste à favoriser la repousse des arbres présents dans les champs à partir des rejets de souche. Le transfert des droits de propriété des arbres de l'État aux paysans a contribué à relancer cette pratique. En quelques années, la densité des arbres dans les champs a augmenté de manière spectaculaire. Cela a eu pour effet de modifier radicalement le paysage agricole, avec des impacts écologiques et agronomiques concrets. Ces champs ont vu s'améliorer le microclimat et la fertilité du sol (c'est l'adaptation), la biomasse végétale (c'est l'atténuation), les revenus et les conditions de vie des familles d'agriculteurs. C'est un bel exemple d'agriculture climato-intelligente, qui est aussi agroécologique.

Sendzimir J., Reij C. P., Magnuszewski P., 2011. Rebuilding Resilience in the Sahel: Regreening in the Maradi and Zinder Regions of Niger. *Ecology and Society* 16(3): 1. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04198-160301>.

Au-delà des oppositions initiales, favoriser les synergies avec l'agroécologie et promouvoir le rôle clé du carbone du sol

L'agroécologie et l'agriculture climato-intelligente partagent les finalités d'adaptation au changement climatique et de sécurité alimentaire. L'agroécologie fait référence aux sciences de l'écologie et de l'agronomie pour concevoir et piloter des systèmes agricoles durables et aux sciences économiques et sociales pour accompagner leur déploiement par des politiques publiques adaptées. Ces recherches scientifiques, qu'elles soient mises en œuvre à l'échelle du paysage, de l'exploitation agricole ou de la parcelle, impliquent, de manière combinée ou non, l'adaptation et la sécurité alimentaire. L'agroécologie fait ainsi progresser l'agriculture climato-intelligente sur le terrain.

Il existe aussi une proximité conceptuelle entre l'agriculture climato-intelligente et l'initiative 4 pour 1000 relative au carbone des sols, lancée en 2015. L'hypothèse est la suivante : en augmentant de 4 % (0,4 %) par an le stock de carbone organique de tous les sols de la planète, il serait possible de compenser les émissions annuelles mondiales de gaz à effet de serre. Le carbone visé est celui contenu dans la matière organique des 30 à 40 premiers centimètres du sol. Ce calcul inclut néanmoins une condition, qui est d'arrêter la déforestation des régions tropicales. Même si cet objectif est très ambitieux et pose de nombreuses questions scientifiques liées à l'augmentation durable du taux de carbone dans les sols, il a le mérite de fixer des objectifs et un cadre d'intervention dans lequel les sols, qui sont le support vivant incontournable de la production agricole, occupent une place centrale.

D'avantage de carbone dans le sol, cela signifie davantage de matière organique. Et celle-ci est un élément essentiel de la fertilité des terres, également déterminant dans leur capacité à retenir l'eau et à résister à la dégradation.

Encourager l'adoption de pratiques vertueuses

Au Laos, le projet EFICAS soutient l'émergence de systèmes agricoles climato-intelligents dans les zones de montagne via une approche territoriale de l'agroécologie associant quatre volets :

- > une planification participative qui engage l'ensemble de la communauté villageoise ;
- > la promotion de paysages agricoles diversifiés plus résilients ;
- > une approche intégrée, qui combine la planification, la promotion de pratiques agroécologiques innovantes, la négociation de règles liées à l'usage des ressources et la commercialisation des produits agricoles issus de ces pratiques innovantes, par exemple le café biologique, la laque végétale, la cardamome ;
- > des boucles d'apprentissage, avec une négociation régulière de ces plans par l'ensemble de la communauté pour s'adapter aux événements imprévisibles.

Projet EFICAS, Eco-Friendly Intensification and Climate resilient Agricultural Systems, www.eficas-laos.net/, 2014-2017, Laos.



Le Pois d'Angole est l'une des espèces hôtes des cochenilles qui produisent la laque végétale.

En d'autres termes, c'est un sol mieux adapté aux aléas climatiques et plus résilient. L'initiative 4 pour 1000, dont la première priorité est l'atténuation, peut donc rejoindre l'agroécologie et l'agriculture climato-intelligente sur l'adaptation et la sécurité alimentaire.

Une conjugaison judicieuse pour les pays du Sud

L'agriculture climato-intelligente vise à répondre aux défis agricoles et alimentaires du XXI^e siècle au Nord comme au Sud. Cette approche est particulièrement pertinente pour les pays du Sud, qui font face aux enjeux de sécurité alimentaire et au changement climatique dans un contexte d'essor démographique complexe et sans précédent.

Ce *Perspective* n° 47 est issu de travaux de recherche de l'unité de recherche Aïda (Agroécologie et intensification durable des cultures annuelles, <https://ur-aida.cirad.fr/>) et de l'unité mixte de recherche System (Fonctionnement et conduite des systèmes de culture tropicaux et méditerranéens, <https://umr-system.cirad.fr/>).

Ces travaux ont notamment donné lieu aux publications suivantes : Saj S., Torquebiau E., Hainzelin E., Pages J., Maraun F., 2017. The way forward: An agroecological perspective for Climate-Smart Agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 250: 20-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.003>.

Torquebiau E., 2017. Climate-smart agriculture : pour une agriculture climato-compatible. *Cahiers Agricultures* 26 [6] : 66001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017048>.

Les trois finalités de l'agriculture climato-intelligente (nourrir les hommes, s'adapter au changement climatique et l'atténuer) peuvent ainsi être intégrées à tout projet de recherche ou de développement au Sud (voir les encadrés p. 2 et 3).

Pour les pays du Sud, la conjugaison agriculture climato-intelligente + agroécologie + 4 pour 1000 peut donc augmenter la probabilité d'atteindre simultanément ces trois finalités en inventant des trajectoires adaptées et distinctes de celles mises en œuvre par l'agriculture industrialisée. ■

Torquebiau E., 2017. Le changement climatique, un défi pour la recherche : l'exemple de l'initiative « 4 % ». *OCL* 24 [1] : D108. <https://doi.org/10.1051/ocl/2016054>.

Torquebiau E., Rosenzweig C., Chatrchyan A. M., Andrieu N., Khosla R., 2018. Identifying Climate-smart agriculture research needs. *Cahiers Agricultures* 27 : 26001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018010>.

Soussana J.-F., Lutfalla S., Ehrhardt F., Rosenstock T., Lamanna C., Havlik P., Richards M., Wollenberg E., Chotte J.-L., Torquebiau E., Ciais P., Smith P., Lal R., 2017 (*in press*). Matching policy and science: Rationale for the '4 per 1000 - soils for food security and climate' initiative. *Soil and Tillage Research*. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.12.002>.

Quelques liens

Climate-smart agriculture concerns. Lettre ouverte signée par des organisations internationales et nationales : « Ne vous laissez pas leurrer ! La société civile dit NON à l'« agriculture intelligente face au climat » et exhorte les décideurs à soutenir l'agroécologie », septembre 2015. www.climatesmartagconcerns.info/francais1.html.

Climate-Smart Agriculture. Global Science Conference 15-18 mai 2015, Montpellier, France, organisée par le Cirad et ses partenaires. <http://csa2015.cirad.fr/>.

COP [Conferences of the Parties, Conférences des Parties]. <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>.

FACCE-JPI [Joint Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change, programmation conjointe Agriculture, sécurité alimentaire et changement climatique, Commission européenne, Espace européen de la recherche], 2010. www.faccejpi.com/.

Fao [Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture]. L'agriculture intelligente face au climat. www.fao.org/climate-smart-agriculture/fr/.

Fao, 2010. "Climate-Smart" Agriculture. Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation. Fao, Rome. www.fao.org/docrep/013/i1881e/i1881e00.htm. Traduction en français « Pour une agriculture intelligente face au climat. Politiques, pratiques et financements en matière de sécurité alimentaire, d'atténuation et d'adaptation » téléchargeable à www.fao.org/3/a-i1881f.pdf.

GACSA [Global Alliance on Climate-Smart Agriculture]. www.fao.org/gacsa/en/.

Giec [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, ou IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change]. www.ipcc.ch/.

Initiative internationale « 4 pour 1000 ». Les sols pour la sécurité alimentaire et le climat. www.4p1000.org/fr.

Unfccc [Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, United Nations Framework Convention on Climate Change]. <https://unfccc.int/fr>.

Quelques mots sur...

Stéphane Saj est chercheur au Cirad à Montpellier, à l'Umr System (Fonctionnement et conduite des systèmes de culture tropicaux et méditerranéens, <https://umr-system.cirad.fr/>). Il travaille sur le fonctionnement et la conception de systèmes agroforestiers, à base de cacaoyers notamment, avec les trois objectifs suivants : augmenter le niveau de vie des agriculteurs ; augmenter leur accès à la sécurité et à la diversité alimentaires ; aboutir à des systèmes agroforestiers ayant une meilleure résistance aux aléas et changement climatiques. Il étudie les compromis entre les services écosystémiques pouvant être fournis par ces systèmes complexes. stephane.saj@cirad.fr

Emmanuel Torquebiau est chercheur au Cirad à Montpellier, à l'Upra Aïda (Agroécologie et intensification durable des cultures annuelles, <https://ur-aida.cirad.fr/>), spécialiste des questions d'agroforesterie et de changement climatique. Il est actuellement responsable de l'organisation du quatrième congrès mondial d'agroforesterie qui se tiendra à Montpellier [France] du 20 au 22 mai 2019 (<https://agroforestry2019.cirad.fr/>). emmanuel.torquebiau@cirad.fr



Directeur de la publication : Michel Eddi, Président directeur général du Cirad

Rédacteur.e.s en chef : Patrick Caron, direction générale déléguée à la recherche et à la stratégie
Cécile Fovet-Rabot, délégation à l'information scientifique et technique

Mise en pages et illustrations : Delphine Lavastre-Guard, délégation à la communication

Diffusion : Christiane Jacquet, délégation à la communication

www.cirad.fr/publications-ressources/edition/perspective-policy-brief
perspective ISSN-L 2275-9131 - Courriel : perspective@cirad.fr



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la licence Creative Commons CC-BY 4.0: Attribution - 4.0 International <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>

Pour citer ce document

Saj S., Torquebiau E., 2018. Agriculture climato-intelligente, agroécologie et carbone du sol : vers des conjugaisons gagnantes. Cirad, Montpellier, *Perspective* 47. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00033>.