

Séance publique du 2 décembre 2024

La nouvelle agronomie pour l'alimentation du XXI^e siècle

Élisabeth CLAVERIE de SAINT-MARTIN

Présidente directrice générale du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)

MOTS-CLÉS

Agroécologie, santé des sols, alimentation, économie circulaire, durabilité.

RÉSUMÉ

L'alimentation au XXI^e siècle, avec l'objectif de nourrir 10 milliards d'êtres humains en 2050, fait prendre conscience des changements de paradigme et de pratiques que l'agriculture doit effectuer. Les enjeux globaux auxquels fait face la planète, tels que le changement climatique, l'érosion de la biodiversité, les crises sanitaires, la transition énergétique, nécessitent des approches plus systémiques, participatives, multi-acteurs et interdisciplinaires. Une meilleure cohabitation de l'agriculture et de la nature est nécessaire. L'agronomie, en tant que discipline, se doit de suivre et de s'adapter à cette mouvance.

Cet article est tiré de la conférence donnée par Madame Élisabeth Claverie de Saint-Martin à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier le 2 décembre 2024. La vidéo de cette conférence peut être visionnée à l'adresse :

<https://www.youtube.com/watch?v=hY-EHiZCZio>

Après avoir remercié l'Académie et ses membres pour leur invitation qui honore la conférencière et l'ensemble du CIRAD, Madame Claverie de Saint-Martin dresse un bref panorama du CIRAD. Il s'agit d'un organisme de recherche implanté sur Montpellier, officiellement créé en 1984, suite à la fusion des instituts techniques issus des colonies. Le CIRAD, qui a fêté ses 40 ans en 2024 (événement en juin au Corum de Montpellier et en novembre à Paris et Bruxelles) hérite de cette longue histoire coloniale et l'assume. Le CIRAD a su transformer son histoire coloniale en coopération, partenariat et alliances face aux défis globaux. Il est placé sous la double autorité de tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et du Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères.

Avec un effectif de 1800 personnes dont 1100 à Montpellier, le CIRAD affecte des chercheurs dans 60 pays méditerranéens et tropicaux, auprès de ses partenaires, en Afrique, Amérique latine et Asie du Sud-Est, ainsi que dans les départements et territoires ultramarins (Réunion, Antilles, Guyane) et, de façon plus modeste, dans le Pacifique. Le CIRAD a un statut d'Établissement Public à Intérêt public et Commercial

(EPIC), il fonctionne selon le droit privé et, de ce fait, a des facilités pour travailler avec le secteur privé et les acteurs socio-économiques, qu'il s'agisse de petites exploitations agricoles familiales ou de grandes entreprises. Organisme de recherche finalisée, le CIRAD a pour mandat de travailler pour, avec et au service des pays étrangers, ainsi que des territoires ultramarins français, pour leur développement et celui du CIRAD, puisque nous partageons la même planète. Notre science est solidaire, elle ne reste pas dans les laboratoires, elle vise à être appliquée, mise en œuvre et à apporter de l'impact aux acteurs socio-économiques et aux pays. Cela nous différencie d'autres organismes de recherche. Et c'est cet angle d'entrée qui sera pris pour traiter le sujet de la conférence qui a donné lieu à cet article, pour mettre en exergue le dévouement des chercheurs du CIRAD afin de faire avancer les questions d'agriculture, d'alimentation et d'environnement.

La nouvelle agronomie pour l'alimentation au XXI^e siècle. Pourquoi parle-t-on de nouvelle agronomie ? La raison majeure est qu'il faut rompre avec les 50 dernières années d'agriculture et d'agronomie, que ce soit en Europe où elles ont été marquées par la Politique Agricole Commune, aux États-Unis et en Australie, ou encore (et surtout) dans les pays du Sud avec lesquels le CIRAD travaille, et qui ont connu le mirage de la révolution verte. Il est indéniable que cette révolution verte a permis de sortir de nombreuses populations rurales d'une très grande pauvreté, notamment en Asie et Amérique latine, en favorisant le développement du commerce international et la modernisation des institutions. Mais les pratiques de cette agriculture telles que l'utilisation excessive d'intrants et de phytosanitaires de synthèse, le développement de monocultures au-delà du raisonnable, l'utilisation insuffisamment raisonnée des ressources naturelles (eau, sols, énergies fossiles) ont causé des impacts négatifs. Ces impacts ne sont pas apparus tout de suite mais ils sont maintenant clairs. Les sols sont dégradés (Burkina Faso, Inde) et mettront quarante ans à se régénérer. La dépendance aux produits de synthèse et énergies fossiles s'est accentuée (cet impact est clair depuis le début de la guerre d'Ukraine avec les difficultés d'accès aux engrais et énergies fossiles). L'amélioration variétale s'est focalisée sur l'augmentation du rendement et la maximisation de la production au détriment de la résilience des cultures végétales face aux ravageurs et à leur adaptation face au changement climatique. On observe partout une dégradation de l'environnement, une raréfaction des ressources naturelles et des effets délétères sur la santé humaine (qu'il est difficile de prouver à court terme mais les articles de l'ANSES montrent ces effets). Cette nouvelle agriculture, tout en reconnaissant que les anciennes pratiques ont permis de réduire la famine, doit rompre avec ce modèle.

Plusieurs vocables sont apparus pour désigner cette nouvelle agriculture : on parle d'agriculture naturelle, régénératrice, basée sur des solutions fournies par la nature, agroécologie, agriculture climato-intelligente. Certains termes sont définis scientifiquement, d'autres le sont par consensus ou encore sujets à discussions et controverses. L'agroécologie, par exemple, est définie par la FAO comme un ensemble de pratiques et conditions qui permettent une production agricole vertueuse pour l'environnement. Toutes ces dénominations expriment la même chose, l'obligation de changer de modèle et de mieux faire cohabiter agriculture et environnement, de développer une agriculture plus respectueuse de l'environnement, qui en fait un allié, qui s'appuie sur les processus naturels, qui adapte les systèmes de production pour bénéficier des synergies existantes dans la nature. Ce sont des pratiques plus vertueuses au niveau environnemental et social et qui vont aussi développer une économie particulière pour les territoires.

Lors des dernières COP Biodiversité et Climat en 2024, il a été encore rappelé que l'agriculture et le changement d'usage des terres sont actuellement les premières causes

de perte de biodiversité naturelle. Il est difficile de négocier la réduction des émissions (CO₂ et méthane) liées à l'agriculture, d'où l'urgence de mettre en place cette agriculture qui cohabite avec la nature. Le CIRAD a fait le choix depuis longtemps de promouvoir la transition agroécologique dans les territoires ultramarins (sur la base de réglementations françaises et européennes) mais aussi au Sud (ce qui est plus compliqué car cela ne fait pas appel aux mêmes moyens). On la promeut en essayant d'améliorer les systèmes de culture, en utilisant moins d'intrants de synthèse, en remplaçant les intrants de synthèse par des intrants biosourcés, en réfléchissant au design et à la reconception des systèmes de culture (quelles plantes ? quels agencements ? quelles synergies ?) Ce design biotechnique est mené grâce à l'approche territoriale développée par le CIRAD, qui consiste à accompagner les réflexions techniques par des réflexions sur les modalités de mise en œuvre de ce nouveau design, les aspects organisationnels et la gouvernance, réflexions menées de façon participative avec l'ensemble des acteurs socio-économiques et politiques des territoires (village, région, État). Cette approche territoriale basée sur la science participative est spécifique de l'action du CIRAD.

Cette nouvelle agronomie, plus vertueuse aux niveaux agronomique et technique, environnemental, social et économique, repose sur cinq piliers qui font l'objet de recherches poussées au CIRAD :

- **Qualité et santé des sols** : comment éviter la dégradation des sols qu'on voit dans de nombreux pays ? Comment faire en sorte que les sols sur lesquels nous cultivons soient plus vivants et plus fertiles ? C'était le sujet du stand CIRAD au Salon international de l'agriculture 2024, avec une belle photo d'un ver de terre. Pour avoir des sols plus vivants, il existe différents leviers : les apports de matières organiques, les moyens pour limiter le labour, le maintien d'une couverture au sol (agriculture de conservation sur laquelle le CIRAD travaille depuis des décennies et qu'on arrive maintenant à généraliser), le respect de la diversité des organismes du sol (micro, méso et macro). Tout cela va améliorer les propriétés physiques du sol (texture, porosité) et plus globalement sa santé, réguler les équilibres géochimiques entre les différents nutriments pour une utilisation plus efficace des engrais, et enfin accroître la teneur du sol en matière organique et par conséquent augmenter sa capacité à séquestrer le carbone, ce qui permet de résoudre le défi de réduire les émissions de gaz à effet de serre causées par l'agriculture elle-même.

Un autre levier pour les sols : comment mieux utiliser les engrais ? en utiliser moins, seulement quand il le faut, des engrais de meilleure qualité et si possible biosourcés. Même raisonnement pour l'irrigation : utiliser une irrigation de précision et raisonnée. Cela semble simple dans l'Hérault où des structures institutionnelles accompagnent les agriculteurs à rendre leurs sols plus fertiles et vivants mais c'est plus difficile au Sud. En Afrique, le rythme de reconstitution des nappes phréatiques est beaucoup plus long qu'en France ; toute erreur sur l'irrigation entraîne des impacts lourds sur les sols. Pour information, un institut spécialisé sur les sols, regroupant divers organismes de recherche et d'enseignement supérieur, est en cours de construction sur Montpellier.

- **Agro-biodiversité** ou diversité cultivée (semences, variétés traditionnelles...) dont on parle moins que la diversité naturelle souvent traitée dans les COP internationales. Cette agro-biodiversité résulte de siècles de travail des ancêtres, elle se perd, notamment à cause des normes pour moderniser et rendre

l'agriculture plus productive et de la standardisation pour des raisons sanitaires. Le CIRAD, en lien avec INRAE et IRD, conserve des milliers de semences de toute la planète, principalement issues des pays du Sud, dans le bâtiment Arcad sur le site Agropolis. Les caractéristiques et la diversité historique de chaque espèce végétale sont ainsi recensées. C'est un incroyable catalogue où on pourra trouver des solutions face aux maladies, au stress hydrique et au changement climatique. Le CIRAD coordonne également des centres de ressources biologiques dans l'outre-mer français.

Cette agro-biodiversité, on la travaille aux niveaux de la culture et de la parcelle. On essaie de combattre la monoculture, faire en sorte de mélanger les cultures au sein des exploitations, pour assurer une synergie dans l'apport des nutriments aux cultures et aux sols. Gérer cette agro-biodiversité peut prendre différentes formes : l'intercropping ou mélange d'espèces, céréales et légumineuses par exemple, les rotations culturales, l'introduction de plantes dites de service, la couverture permanente des sols. Et, pour chaque culture, on essaie de valoriser au mieux les ressources génétiques traditionnelles, souvent rustiques et adaptées au terroir, dans le cadre de programmes d'amélioration génétique et de création variétale. Cette création variétale vise à améliorer la résistance des plantes à la sécheresse et aux maladies ainsi que leurs qualités d'usage, tout en maintenant un bon rendement. À titre d'exemple, le CIRAD a travaillé sur l'amélioration variétale du riz à Madagascar pour trouver la variété qui répond le mieux aux déficiences nutritionnelles en zinc de la population, plus résistante aux contraintes environnementales et qui émet moins de méthane que le riz pluvial. On considère ainsi toutes les contraintes, qu'elles soient environnementales, sociales, climatiques et nutritionnelles, pour réaliser l'amélioration variétale.

L'agro-biodiversité dans les parcelles et exploitations agricoles est également un moyen permettant en aval d'assurer la diversification du régime alimentaire et l'apport des micronutriments nécessaires à une bonne santé humaine, à travers les mélanges de céréales et de légumineuses par exemple, ou le maraîchage et l'arboriculture sources de fibres et de vitamines. Une plus grande diversité dans le champ se retrouve dans l'assiette du consommateur, améliorant ainsi la qualité nutritionnelle des aliments pour les populations et une assurance économique pour les agriculteurs en cas de mauvaise récolte d'une des cultures.

Par ailleurs, l'agro-biodiversité peut permettre de réduire l'usage de produits phytopharmaceutiques de synthèse, en utilisant des plantes dites de service, celles-ci peuvent avoir la capacité d'attirer des insectes ou ravageurs nuisibles, ou au contraire avoir des propriétés répulsives. Le CIRAD a renforcé ses compétences en écologie chimique pour intégrer de façon plus efficace ces plantes de service dans les systèmes de culture. Il participe au groupe outre-mer du plan national EcoPhyto visant à réduire l'utilisation des pesticides en France. D'autres voies consistent à augmenter l'immunité des plantes et leurs mécanismes de défense ou de résistance aux maladies, à travers divers mécanismes ou vecteurs comme les bactéries lactiques par exemple pour augmenter la résistance des plantes aux champignons producteurs de mycotoxines. Des approches de biocontrôle, qu'elles soient préventives ou curatives, sont développées avec l'utilisation d'agents de type macro-organismes (comme les nématodes, les insectes auxiliaires ou encore les acariens) ainsi que des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle qui comprennent trois catégories de matières actives : les microorganismes

(bactéries, virus, champignons), les médiateurs chimiques (dont les phéromones) et les substances naturelles (d'origine minérale, animale ou végétale). Toutes ces voies de lutte biologique contre les bioagresseurs des plantes permettent de réduire l'usage des pesticides et, par conséquent, réduisent les effets négatifs de ces molécules sur la santé humaine et l'environnement.

Nos recherches testent ainsi régulièrement, dans les différents contextes géographiques, les mélanges de cultures et de variétés pour atteindre un bon équilibre entre leur rendement, leur résistance contre les bioagresseurs et les maladies, et leur contribution à la santé nutritionnelle.

- **Économie circulaire** : qui permet de préserver l'environnement et d'assurer des économies par la réutilisation ou le recyclage de déchets agricoles, à l'échelle d'un système agricole ou alimentaire. Les résidus, issus des récoltes ou de la première transformation alimentaire, peuvent être utilisés comme amendements pour les sols ou intégrés dans les systèmes d'élevage ou encore comme combustibles pour produire de l'énergie (bagasse de canne à sucre à La Réunion, résidus de décorticage de différents grains). Les choix ou compromis entre ces différentes réutilisations sont décidés en fonction des contraintes et opportunités des contextes locaux. À titre d'exemple, le CIRAD coordonne le projet BioStar (des bioénergies pour les PME d'Afrique de l'Ouest, <https://www.biostar-afrique.org/projet>) mené avec des partenaires africains, qui vise à valoriser des déchets agricoles (coques d'anacarde, noyaux de mangues, pailles de riz, etc.) en les transformant en bioénergie qui sera utilisée par des PME agroalimentaires dont les produits sont destinés aux marchés locaux et nationaux. Cette circularité permet à la fois de traiter les déchets et la biomasse agricole mais également de créer des emplois locaux et de la valeur ajoutée en structurant les filières d'approvisionnement en déchets agricoles, en appuyant l'essor des équipementiers locaux et en aidant les petites et moyennes entreprises locales à s'affranchir des approvisionnements coûteux et peu réguliers en énergie fossile. Cette économie circulaire apporte un vrai atout environnemental et climatique. C'est un thème de recherche assez complexe à la fois scientifiquement et en termes d'équilibres économiques.
- **Agriculture plus sociale et plus territorialisée** : on ne peut changer de modèle qu'en mobilisant tous les acteurs concernés : les agriculteurs, les transformateurs mais aussi les consommateurs et les pouvoirs publics et les institutions internationales. Besoin d'avoir des relations plus étroites et des rapprochements entre tous ces acteurs sur un territoire donné. Cela vaut pour la réduction du transport, la distribution et la commercialisation, les circuits courts, les reconnaissances géographiques des territoires. Actuellement, la production mondiale est suffisante pour nourrir la planète avec certaines régions qui ont atteint la souveraineté alimentaire, mais la consommation mondiale est déséquilibrée (surconsommation dans les pays riches, manque de protéines, de vitamines et de produits lactés dans certains pays du Sud). Le système s'est mondialisé et a permis sans doute au monde agricole de générer des revenus mais il a créé des déséquilibres conséquents et de fortes inégalités. Comment remettre un peu plus de raison, de justice sociale et de durabilité dans ces systèmes agricoles et alimentaires mondiaux ? De nombreuses recherches sont menées sur ce sujet qui n'est pas facile mais la recherche ne peut pas être le seul agent (?) à traiter ce sujet, il faut une collaboration avec les politiques publiques

et l'ensemble des acteurs, incluant la société civile, le secteur privé et les instances de conseil agricole. Cela permet l'hybridation entre savoirs traditionnels et connaissances nouvelles et favorise l'appropriation des résultats et leur impact. La nouvelle agriculture doit donc être plus sociale et inclusive, plus territorialisée et multi-acteur.

- **Numérisation et digitalisation de l'agriculture** : avec l'utilisation d'outils numériques et de techniques modernes, intelligence artificielle, agriculture numérique. Ces technologies vont vite, changent la donne, au Nord et au Sud où elles permettent de faire des pas de géant. Elles peuvent d'une part servir à mettre plus de pesticides, plus d'OGM, mais elles peuvent aussi aider à calculer le rendement d'une culture et à le modéliser face aux fluctuations climatiques pour conseiller les pouvoirs publics dans leurs prises de décision, surtout pour prendre des inflexions sur le long terme (cas des cultures pérennes par exemple). Les données au Sud sont parcellaires et détenues massivement par des opérateurs privés et non par les États comme en Europe. L'Intelligence Artificielle pourra aider dans les prises de décision pour changer des systèmes de culture (comme pour le maïs, culture devenue impossible au Zimbabwe). Pour changer de culture, il faut convaincre les agriculteurs et les consommateurs car on modifie les habitudes alimentaires. En Haute-Garonne, le maïs est de moins en moins cultivé, remplacé par le sorgho, même si les aliments dérivés ne sont pas similaires. Changer de culture est coûteux, il ne faut pas se tromper dans ces choix. La digitalisation, le meilleur accès aux données et la modélisation permettent de se tromper le moins possible sur les choix à faire : les bonnes cultures aux bons endroits et avec les bons paramètres. Ces outils numériques permettent d'optimiser, sur une base annuelle, les prévisions de rendements et les niveaux de production agricole à différentes échelles (parcelle, exploitation, territoire), avec l'objectif d'anticiper des crises de famine ou de malnutrition. Ils permettent également aux agriculteurs d'être reliés par téléphonie mobile aux circuits de distribution et marchés et de gérer ainsi la vente de leurs produits au bon prix. Le CIRAD est centre de référence pour la FAO sur ces modélisations de plus en plus fines.

Le CIRAD travaille sur ces cinq piliers de façon à ce que les résultats de ses recherches servent les territoires, qu'ils soient utilisés par les producteurs et tous les acteurs socio-économiques des filières et qu'ils puissent conduire à une durabilité environnementale et une viabilité économique et sociale. En définitive, le CIRAD œuvre pour une agronomie qui promeut l'utilisation raisonnée de l'agro-biodiversité, les pratiques culturales et les variétés adaptées au changement climatique, la protection raisonnée des cultures. Cette nouvelle agronomie est la voie indiquée pour assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations à l'échelle mondiale.

La nouvelle agronomie, ce n'est pas un retour en arrière, il ne faut pas croire que tout était meilleur avant. Nous avons connu des épisodes noirs de famines, de maladies et de crash économique. La nouvelle agronomie, c'est trouver une raison, réfléchir à ce qui nous entoure, utiliser tout ce que la science met à notre disposition pour améliorer la situation et surtout pour trouver une voie durable, qui soit à la fois locale, contextualisée et qui fasse système mondialement, pour pouvoir progresser vers une trajectoire qui mette moins en danger notre planète et notre sécurité alimentaire mondiale.