

# Innovation frugale agro-environnementale et développement durable

## Frugal agro-environmental innovation and sustainable development

Paul Bouvier-Patron<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CERGAM, Université Aix-Toulon, France, bouvier@univ-tln.fr

**RÉSUMÉ.** La satisfaction des besoins fondamentaux, dont l'alimentation, peine à se concrétiser au niveau mondial. Les efforts réalisés jusqu'alors tendaient à faire importer des modèles aux acteurs locaux. Or, la prise en compte de l'environnement naturel et du réchauffement climatique nécessite impérativement de basculer sur un modèle qualitatif susceptible de répondre à ces défis. Le nouveau processus requis doit mobiliser la technologie mais à un niveau adéquat pour réaliser des systèmes et produits utiles et adaptés. L'innovation technologique se combine avec l'innovation organisationnelle pour sélectionner des bonnes pratiques (qu'elles soient nouvelles ou anciennes) répondant aux contraintes d'une production et d'une consommation locale appropriables par les acteurs locaux et s'inscrivant dans le développement durable. En conséquence, pour l'agriculture, comme pour d'autres secteurs, l'auteur met en avant l'innovation frugale environnementale. En effet, si la confiscation technologique par le marketing est une impasse sociétale, une démarche frugale n'est acceptable que si elle n'intègre, dans sa conception, la prise en compte du développement durable. Pour sa mise en oeuvre effective, cette innovation repose sur la créativité innovante dont les ressorts principaux sont le bricolage et l'improvisation, au sein de communautés de pratique locales, pour ajuster au mieux selon les contraintes du lieu et du moment. Après une présentation générale des enjeux du développement, de l'alimentation pour tous et de la technologie, où un focus est proposé sur la question de la technologie satisfaisante, à titre pédagogique et pour l'exemplarité, on insistera sur l'évolution possible de la culture de deux céréales mondiales pouvant être vertueuses (et révélatrices du nouveau modèle à suivre) pour une alimentation saine pour tous, respectueuse de l'environnement naturel et faisant face au réchauffement climatique : le Sorgho et le Riz.

**ABSTRACT.** There is a struggle for fundamental needs, including that of nutrition, to be achieved at the global scale. At the moment, the main effort has been to ask local actors to adopt an external model. However, when considerations are taken into account regarding the environment as well as climate change, a shift towards a qualitative model is necessary to help take on this situation. A successful model must mobilize technology at a certain level in order to produce useful and required systems and goods. One must combine technological innovation with organizational innovation in order to select good practices (whether these are new or old practices) that respond to the constraints of local production and consumption that can be compatible with sustainable development. Consequently, for agriculture, as for other sectors, we put forward the concept of environmental frugal innovation. Indeed, if the marketing appropriation of technology is a dead end, then a frugal approach is only acceptable if, at the conception level, sustainable development is taken into account. In order for this to be achieved, this type of innovation must rely on creativity based on improvisation and bricolage, at the local level within a community of local practices. After a general presentation about nutrition, technology and development, where emphasis is placed on the question of satisfactory technology, we propose as an example, for educational purposes, the evolution and cultivation of two world cereals, sorghum and rice. These two could be fruitful (and could lead to a new model to follow) for a healthy diet for all, all while being mindful of the natural environment, especially in the face of climate change.

**MOTS-CLÉS.** Alimentation, Innovation Frugale, Développement Durable.

**KEYWORDS.** Nutrition, Frugal Innovation, Sustainable Development.

## 1. Introduction

Les différences entre individus, entre pays, entre régions s'établissent d'abord par la satisfaction, ou non, des besoins fondamentaux (dont l'alimentation). Un outil qualitatif simple, comme celui de la célèbre pyramide de Maslow [MAS 43], suffit à contextualiser le problème. Pour les pays de l'OCDE, la consommation s'entend souvent, au-delà des biens fondamentaux, comme une quête à l'achat de produits manufacturés venant, principalement, de par des choix stratégiques des entreprises privées, de l'atelier du monde qu'est devenue la Chine en s'appuyant principalement sur le modèle du *Low Cost*. La question de la consommation, pour la population des pays en développement (non membres de

l'OCDE), aspirant néanmoins aux mêmes biens manufacturés, se pose plus centralement sur la très basique satisfaction des besoins fondamentaux liés notamment à l'alimentation.

Certes, la fraction aisée d'une population d'un pays pauvre peut être au diapason de la classe aisée des pays riches. Par ailleurs, une fraction de plus en plus large de pauvres dans les pays riches perd l'accès à des besoins fondamentaux par la précarité et dépend de plus en plus des oeuvres caritatives. En outre, des événements prévisibles mais jugés invraisemblables (comme une guerre ou une pandémie) sur des territoires porteurs de ressources, compte tenu de l'interdépendance des économies et de l'intrication des échanges, ne font qu'augmenter la précarité. Il y a donc lieu de saisir les choses dans leur complexité dynamique, donc nécessairement de façon systémique, en mesurant bien les interactions et les rétroactions susceptibles de modifier un système fragile, et ce par le fait de petits leviers d'effets initiaux incrémentaux pour verser dans une déstabilisation et voire de l'imprévisibilité chaotique ou, a contrario, engendrer un cercle plus vertueux.

En envisageant la question sur *la base de la pyramide* (*Base of the Pyramid* ou BOP : [PRA 05]), on est ramené à l'essentiel : comment satisfaire les besoins de la grande majorité de la population mondiale, notamment concernant le besoin alimentaire.

Ceci revient en particulier à reconsidérer une vision hégémonique depuis la publication de la *Richesse des Nations* en 1776 par A.Smith, assise sur la Division Internationale du Travail où l'avantage absolu de chaque pays serait de se spécialiser selon la richesse de ses dotations factorielles initiales. Smith admet aussi que le marché est une institution, donc un construit social (ce qui a été parfaitement établi par D.North). Le marché n'est pas cet éther baignant l'économie où la main invisible correspondrait à un mécanisme automatique de régulation spontanée. Pour des raisons purement idéologiques et conformes aux intérêts du Royaume-Uni au XIX<sup>ème</sup> siècle, Ricardo, interprétant Smith, oriente l'analyse sur les coûts comparatifs laissant supposer que tout pays à intérêt à se spécialiser comparativement aux autres là où ses dotations factorielles sont les plus favorables. Le glissement par le comparatif invite chaque pays à rentrer dans le libre commerce international en échangeant, par exemple, du grain (produit dont le pays a besoin) contre d'autres biens dont il n'a pas nécessairement besoin du point de vue de la majorité de la population ; et ce, si l'on en reste à l'idée de rechercher d'abord la couverture des besoins fondamentaux d'une population.

La spécialisation, pour l'avantage comparatif, est d'autant plus profitable avec l'usage des machines. L'enjeu technologique est alors, dans ce cadre, la recherche de la productivité des facteurs (de tous les facteurs), l'efficacité (la fin justifiant les moyens) puis l'efficience (centré sur le rendement de l'investissement de départ) pour enfin parvenir à la commercialisation dans l'optique de maximiser le prix de vente tout en minimisant le prix de revient en s'aidant du marketing. Le progrès technique et donc l'évolution technologique joue un rôle décisif dans l'avantage concurrentiel (d'une entreprise, d'une région, d'un pays, d'une zone) au risque d'une course en avant dopée par le marketing dont la finalité échappe au point d'en perdre tout sens quant à l'utilité pratique des produits ou services vendus.

A contrario, l'éloge de la lenteur et de la tradition locale, ne peut pas être, en filigrane, ce qu'il faut redécouvrir à tout prix et comme seul élément porteur de sens : les coutumes et traditions renferment des pratiques et seules les bonnes pratiques sont à encourager.

La sélection des bonnes pratiques se mesure à l'aulne des chocs globaux et locaux. La question du réchauffement climatique -imputable à l'Anthropocène (liée à la Révolution Industrielle, à la Division Internationale du Travail et à la mondialisation)- est un défi majeur à relever outre celui du respect de l'Environnement Naturel. L'innovation technologique doit être un appui pour aider à trouver des solutions constructives, donc en ne l'abandonnant pas aux injonctions du marketing.

En soi, *la base de la pyramide* conduit à une démarche frugale et invite à une réflexion pour la satisfaction des besoins de tous en valorisant des déchets pour réaliser des produits utiles et désirables. Cette démarche ne peut être présentée comme une alternative crédible sans certaines précautions : il

doit pouvoir s'agir de produire autrement sans utiliser intensivement des ressources et sans porter préjudice à l'Environnement Naturel. Cette démarche ouverte et collaborative (au sein de communautés de pratique : [BRO 91]), depuis la base (*Grasroots Innovation*, [SEY 07]), doit donc, pour trouver le niveau technologique adapté (ou satisfaisant au sens de H.Simon) et une organisation ad hoc, privilégier la phase de conception d'une innovation (et d'éco-conception tout en s'inspirant potentiellement de la nature : [BEN 07]), par une co-créativité passant par le bricolage et l'improvisation ([CUN 14] ; [BOU 21ab ; 22]), en intégrant d'emblée la prise en compte de l'Environnement Naturel. C'est cette démarche qui est relative au concept d'Innovation Frugale Environnementale ou l'IFE ([BOU 20 ; 22]).

Si cette démarche peut et doit effectivement s'appliquer à tous les produits de tous les secteurs, on peut l'envisager d'abord sur le domaine de l'agro-alimentaire et, plus finement encore, sur l'alimentation humaine (et animale). L'alimentation (qui fait partie intégrante des besoins fondamentaux humains) est la plus sensible au climat, au changement et au réchauffement climatique, à la détérioration de l'Environnement Naturel, aux guerres, aux maladies, aux mauvaises pratiques agricoles mais aussi de consommation (ajoutant ainsi, à la sous-consommation forcée, le problème de la malnutrition de par la perte de repères et le bouleversement des modèles traditionnels via des effets d'imitation, de prix relatifs des denrées et d'importations subventionnées). Dès lors, au cercle vicieux pauvreté-malnutrition-maladie, peut s'adjoindre la mobilisation inappropriée des technologies. L'alimentation est donc un témoin du fonctionnement de la mondialisation, à la croisée de toutes les contradictions et/ou problèmes économiques contemporains.

L'opposition culture vivrière (alimentation humaine) et culture fourragère (alimentation animale) est habituelle mais des plantes à culture peuvent être à double usage ; elles peuvent certes cependant avoir une destination principale. L'élevage s'entend de moins en moins pour des animaux-outils quoique le cheval ou le bœuf de labour ont un potentiel énorme pour une agriculture durable : notamment pour le semage, y compris pour des pratiques techniques en mobilisant un semoir mais aussi pour envisager, de façon moins fastidieuse, d'utiliser de l'engrais pour chaque plant plutôt qu'en épandage ; les dispositifs techniques dédiées, moyennant une formation, sont accessibles à tout agriculteur.

La mécanisation, investissement onéreux et de plus en plus technologique, hors agriculture intensive, est rarement adaptée (partout et pour tous), voire pas nécessaire ou même contreproductive (notamment comme substitut à la force animale, laquelle est bénéfique aux sols partout où elle est utilisée).

La mécanisation oriente trop exclusivement son usage à l'élimination de la force animale et à l'organisation exclusive de cheptels comme destinés à la production, à l'aide de la technologie, de lait et/ou de viande (avec certes des possibilités de transformation par l'industrie agro-alimentaire).

Par ailleurs, la puissance des courants végétariens dans l'OCDE conduit à réviser l'arbitrage entre les surfaces réservées au pâturage ou aux récoltes et, dans les récoltes, entre la part à réserver aux cultures fourragères par rapport à l'alimentaire. Le débat peut se prolonger à un autre niveau avec les surfaces à réserver aux cultures alimentaires (animales ou humaines) et celles dédiées à la production d'énergie (avec les agro-carburants).

Dans tous les cas, la production, le stockage et la distribution jouent un rôle clef dans les choix de cultures et de consommation : une production intensive pour de gros volumes à stocker et/ou à distribuer mondialement n'a pas la même incidence qu'une production locale destinée à une consommation locale (circuit court). Le niveau technologique requis n'est pas identique.

Finalement, à un autre niveau encore, mais pouvant rationaliser le débat, le réchauffement climatique vient comme une contrainte maîtresse et supérieure dictant le calendrier des récoltes et le choix des orientations de culture, des méthodes et/ou de leurs finalités. L'équation à résoudre est complexe avec simultanément : une élévation des températures, des risques de sécheresse généralisés

et croissants, l'aléa climatique (inondations, vents violents, froid intense, gel répété et/ou tardif, canicule), la raréfaction de l'eau (ou sa trop grande abondance en cas d'inondation), la diminution des nappes phréatiques et leur difficile renouvellement, l'épuisement des ressources naturelles et l'effondrement de la biodiversité, l'appauvrissement et/ou la dégradation des sols (cf. Encadré 1), les pollutions (cf. Encadré 2) des sols et de l'eau (la pollution de l'eau découlant principalement de celle des sols par ruissellement ou débordement ou encore par infiltration profonde), le bénéfice-risque contrasté des produits phytosanitaires chimiques (fertilisants, herbicides, insecticides, pesticides), les modes de consommation (souvent importés et standardisés), les problèmes de pénuries temporaires ou durables, les difficultés de stockage, le prix de l'énergie, la dépendance à la technologie, les variations de revenus, etc. Dans ce cadre très contraint, comment proposer une solution compatible avec le Développement Durable pour satisfaire le plus grand nombre avec une population mondiale en perpétuelle augmentation ?

L'appauvrissement et la dégradation des sols sont la conséquence de la détérioration ou de la perte des écosystèmes, du défrichement (avec la déforestation) pour l'extension de cultures (souvent des monocultures), de la mécanisation, du sarclage (consistant à racler le sol pour détruire les plantes indésirables ; à l'opposé, du binage qui consiste à aérer le sol sans nécessairement désherber afin de faciliter la respiration racinaire des plantes cultivées), de la nature et de l'intensification des intrants chimiques. Dans ce dernier cas, [ROO 85] : « la fertilisation minérale entraîne l'acidification du sol et la pollution des nappes, l'irrigation favorise la salinisation des zones arides, la lutte phytosanitaire peut entraîner des pollutions et la mécanisation provoquer tôt ou tard des tassements, des dégradations physiques des sols et de l'érosion». La dégradation des sols est donc en lien direct avec l'agriculture intensive et/ou l'élevage intensif et/ou le surpâturage. Les phénomènes de ruissellement (après des pluies intenses sur des sols tassés, décapés et appauvris : donc non résilients) et d'érosion (par le vent ou l'eau) en résultent et ils sont amplifiés par le relief et l'aridité

#### **Encadré 1. Appauvrissement et Dégradation des sols**

La pollution des sols résulte de la concentration plus ou moins importante de substances chimiques toxiques liée à l'utilisation de produits phytosanitaires de synthèse, au passage d'engins lourds, aux rejets par l'industrie, à la démultiplication des surfaces artificialisées. Cette pollution se diffuse ensuite dans l'Environnement Naturel via l'eau, l'air ou les organismes vivants (bactéries, plantes, champignons) et entraîne des perturbations dans les écosystèmes mais aussi a une incidence sur la santé humaine et animale.

#### **Encadré 2. Pollution des Sols s sols**

L'enjeu de l'eau est prioritaire comme le souligne la FAO (2020). L'aide technique et technologique doit porter principalement sur l'accès à l'eau utilisable pour les cultures (la potabilité étant une autre nécessité vitale pour l'homme) mais aussi pour la réparation des sols et leur dépollution.

La combinaison d'innovation organisationnelle et d'innovation technologique, adaptée à la situation, relève de l'Innovation Frugale Environnementale. Il est donc assez clair que l'agro-écologie va dans le bon sens et implique des pratiques telles que l'utilisation accrue d'engrais organiques (alors que les engrais conventionnels chimiques (de synthèse) proviennent de sources non vivantes et minérales par un processus d'élaboration artificiel) et la prévention de l'épuisement des nutriments du sol. Plus un sol est riche en matières organiques, plus il est potentiellement fertile.

Dans la hiérarchie des enjeux et sur le plan de la pertinence de son orientation, la technologie est décisive, dans le respect de l'Environnement Naturel, sur les questions d'accès et de traitement de l'eau, de dépollution, de la mise à disposition d'outils localement adaptés, de la qualité du circuit production-stockage-distribution-valorisation des récoltes, de l'énergie mais aussi de la vie quotidienne.

Une question essentielle est de savoir si des semences améliorées (hybrides), pour des cultures plébiscitées commercialement et fortement valorisées par l'agro-alimentaire, sont en rapport avec les besoins locaux à satisfaire et prioritaires dans les objectifs d'une alimentation pour tous. Au-delà, l'autre question liée à une étape plus sophistiquée, est celle des enjeux sur la brevetabilité du vivant. La technologie, pour l'alimentation, est donc une arme à double tranchant capable du meilleur (par



exemple, permettre l'accès à l'eau et en particulier à l'eau potable ou encore dépolluer les sols) mais aussi probablement du pire (en privant du droit de paysans locaux à cultiver librement des semences, notamment traditionnelles).

Le changement climatique est susceptible de remettre les choses à leur place en hiérarchisant des évidences, déjà connues souvent, mais négligées ou oubliées par pure vision commerciale.

Ainsi, rappelons avant toute chose que si le Maïs [POR 55] s'est développé partout en détrônant des cultures locales (en Afrique notamment) -sachant qu'il est gourmand en eau, intensivement utilisateur de pesticides et très sensible aux aléas climatiques-, le Sorgho est résistant aux aléas climatiques, peu demandeur de pesticides et a besoin de beaucoup moins d'eau.

De sorte que d'origine africaine, le Sorgho devient peu à peu plébiscité et cultivé notamment aux USA (premier producteur mondial de Sorgho fourrager) et en France (avec, pour objectif, de réduire la dépendance des agriculteurs français au Soja transgénique brésilien qui, au-delà de son origine, conduit à la déforestation massive de l'Amazonie).

Les Sorghos fourragers sont utilisés en alimentation animale ou comme fourrage en ensilage ou pâture dans les pays occidentaux mais avec d'autres potentialités comme la production énergétique (agro-carburant ou biomasse).

Plusieurs types de Sorgho sont utilisés en Afrique [CRU 19] : le Sorgho fourrager (après ensilage ou en pâture directe par les animaux) ; le Sorgho grain (à destination de l'alimentation humaine mais également animale) ; le Sorgho sucrier valorisé comme fourrage ou bien pour la production de sucre ou d'alcool.

Le choix de l'espèce et de la semence, par type de Sorgho, dépend des ressources disponibles en eau, du type d'agriculture (extensif ou intensif) mobilisant des intrants différents (organiques ou de synthèse). Avec les semences paysannes en Afrique, si le rendement est modeste, il est stable car bien adapté aux changements climatiques [BEU 12]. Par ailleurs, les rendements de cultures Biologiques peuvent être équivalentes (ou légèrement inférieures selon les études) et, dans certaines circonstances supérieures (<https://rodaleinstitute.org>).

Après (2.) une présentation du contexte et des enjeux généraux de la technologie et de l'alimentation où nous nous interrogerons sur le niveau technologique satisfaisant, nous examinerons (3.) deux évolutions de cultures relatives à l'alimentation : celle du Sorgho en Afrique et celle du Riz en Thaïlande.

## 2. De l'innovation HighTech au niveau technologique satisfaisant

Ce que l'on observe actuellement existe dans le rapport Meadows paru en 1972 alors que l'on ne parlait pas même à cette époque de changement climatique. Il y a donc un effet de loupe, aujourd'hui, par une variable déjà à l'œuvre mais alors cachée : le réchauffement climatique.

La croissance de la population mondiale et le mode de vie aligné sur l'OCDE s'opère pour une planète restant de taille identique. La *base de la pyramide* remet en question un modèle intensif trop utilisateur de ressources et fondé sur l'effet d'imitation. Ainsi la question est moins de priver le consommateur africain du Blé importé d'Ukraine ou de Russie que de lui soumettre d'autres possibilités comme des produits locaux et de lui signifier la commensurabilité du prix des biens alimentaires : le circuit court par des produits locaux donnant des revenus aux agriculteurs et couvrant les besoins alimentaires n'a pas le même coût global et le même effet sur l'Environnement Naturel que des produits importés et subventionnés. Le prix d'accès, en raisonnant en coûts complets, discrimine ce qui doit être cher par rapport à ce qui doit être meilleur marché. Les produits alimentaires locaux ont plus de valeur nutritive, plus de bénéfices pour la santé que ceux importés.

La classe aisée qui désire le produit importé pour un effet de snobisme et d'imitation du *Modèle Occidental* peut payer un prix élevé et doit le payer d'autant plus qu'elle ne joue alors pas le modèle local.

La question est, dès lors, plutôt organisationnelle au sens où l'enjeu est de savoir comment les agriculteurs locaux sont en capacité de nourrir les villes ([BAS 14] ; [JAC 22]) où se masse désormais la population. Par contre, l'accès à l'eau et au sol, l'énergie, la quête d'un niveau de production (sans épuiser les ressources en respectant l'Environnement Naturel), la gestion de l'aléa climatique, du stockage et de la distribution puis de la commercialisation relèvent autant de problèmes d'organisation que de problèmes technologiques. L'énergie solaire est sûrement la plus décentralisable localement (susceptible de se dispenser des infrastructures de réseau -pour autant déjà qu'elles existent et/ou qu'elles soient fonctionnelles-) et en s'affranchissant des barrières naturelles ou des distances et serait cruciale pour la production (domestique, agricole paysanne, artisanale et/ou en petits ateliers ou en petites entreprises) ainsi que pour l'usage courant (accès à l'eau potable, extraction par des puits, traitements éventuels de salubrité, eau sanitaire, cuisson alimentaire, éclairage, propreté, assainissement, traitement des déchets, moyens de communication dont téléphone et Internet, déplacements à courtes distances, énergie motrice pour des outils les plus courants, etc).

Les initiatives locales en ce sens, appuyées par des ONG et en relation avec des centres ou des collectifs de recherche de l'OCDE sont le lieu des vrais échanges et des importations effectives à réaliser. La technologie doit permettre, à moyen terme, de se passer des énergies fossiles ou, à court terme au moins, d'en réduire l'usage, en améliorant les moteurs thermiques ou diesel des groupes électrogènes, des véhicules légers ou lourds et ceux des machines agricoles utilisées (d'une décortiqueuse de grains à des broyeuses ou des moulins pour grains à un petit tracteur ou de plus grosses machines).

C'est une orientation première tant que l'énergie solaire, respectant l'Environnement Naturel, décentralisable et appropriable localement, pour alimenter des batteries (équivalentes en puissance pour se substituer aux moteurs diesel et à leur autonomie), ne sera pas opérationnelle techniquement et viable économiquement pour des revenus faibles (en comparaison du pouvoir d'achat OCDE).

Ceci dit, le champ d'application de l'innovation sur les systèmes techniques, dans des conditions d'usage extrême (poussière, chaleur, humidité, contrastes thermiques élevés) est là particulièrement attendu et manque cruellement (ce qui peut s'expliquer par la faiblesse ou l'absence de rentabilité perçue pour les entreprises disposant des capacités de R&D, de savoir et de savoir-faire). Il y a donc fort à parier que la couverture de ce besoin technologique sera essentiellement le fait d'initiatives de *Makers* [AND 12], au sein de *communautés de pratique* [BRO 91] via [GER 05] des *FabLabs* (soutenus ou accompagnés par des entreprises pour l'étape industrielle : soit dans une démarche commerciale, soit dans une démarche philanthropique mais bonne pour l'image et la réputation). Le *Maker* désigne l'être créateur-fabriquant pour une réappropriation et un retour sur le faire et le savoir-faire en mobilisant la technologie de façon créative et co-créative afin de satisfaire localement des besoins individuels ou collectifs. Le *FabLab* (espace d'expérience et de réalisations) est un lieu permettant d'échanger des savoir et savoir-faire, de concevoir et de réaliser, à l'aide de la technologie informatique et numérique, tous les objets imaginables utiles et adaptés.

Permettre des conditions de vie décentes, dont une alimentation abordable et saine, en respectant l'Environnement Naturel dans une perspective de Développement Durable, apparaît comme suffisamment fédérateur partout dans le monde pour qu'une impulsion effective et substantielle existe. L'orientation vers l'usage de produits utiles robustes, sobres, réparables localement, à un prix accessible, est un enjeu essentiel de la démarche frugale.

L'équipement adapté, plus ou moins technologique, ainsi que sa maintenance, n'ont pas nécessairement à être achetés en propre (avec ou sans crédit) par chaque agriculteur mais peuvent être

les biens détenus collectivement au sein d'une coopérative, ce qui permet de répartir les charges et les coûts.

Pour les cultures agricoles, la technologie est un élément spécifique, parmi d'autres variables pouvant être pensées de façon indépendantes (cf. tableau 1)

Variable	Variable Opposée
Agro non alimentaire	Agro alimentaire
Export	Subsistance locale
Rendement élevé	Rendement réduit
Mobilisation intensive de Ressources	Sobriété
Culture Non Biologique	Culture Biologique
Usage de produits phytosanitaires	Pas d'utilisation
Utilisation de produits phytosanitaires de synthèse	Produits phytosanitaires Organiques
Respect Environnement Naturel Non Prioritaire	Respect Prioritaire
Politique Publique orientée Mondialisation	Autosuffisance alimentaire
Degré de Mécanisation fort (force mécanique)	Mécanisation faible (force animale ou humaine)
Capacité de Stockage	Incapacité de Stockage
Circuit de distribution Long	Circuit de distribution Court
Semence industrielle à brevet propriétaire	Semence Paysanne locale/échangée
Dépendance aux énergies fossiles	faible dépendance aux énergies fossiles
Technologie HighTech	LowTech

**Tableau 1.** Variables liées aux Choix du Modèle Agricole (source : auteur)

En graduant l'importance de chaque variable selon un contexte donné, un profil est révélé pouvant, notamment, montrer l'importance jouée par la technologie dans l'activité agricole. La technologie utilisée pour la culture n'est pas intrinsèquement orientée mais est orientable dans sa configuration HighTech vs LowTech. On peut ainsi réaliser une agriculture destinée à l'export utilisant intensivement des ressources et faiblement mécanisée avec peu de technologie et sans préoccupation environnementale.

A contrario, on peut réaliser une agriculture respectueuse de l'Environnement Naturel (idéalement *Biologique*) pour satisfaire l'export (comme cela peut être le cas à Madagascar, y compris pour l'aquaculture avec les crevettes à *label Biologique*) ; et/ou encore satisfaire des besoins locaux (pour une autosuffisance alimentaire qualitative de territoires articulant villages et villes) en s'inscrivant dans le cadre du Développement Durable.

A chaque fois, la question peut se poser de mobiliser, ou pas, la technologie la plus HighTech. C'est là autant affaire de ressources financières, de nécessité et d'utilité (comme c'est le cas en Israël par exemple dans le désert du Néguev pour la production d'eau potable mais aussi de l'eau ainsi que des systèmes pour l'irrigation des cultures).

Cette neutralité de la technologie montre l'importance de sa doctrine de l'emploi, des moyens financiers disponibles, de l'importance des communautés de pratique, du rôle de la co-créativité et des connaissances et/ou compétences disponibles. L'enjeu est donc plutôt la diffusion et la décentralisation

de la technologie au niveau local. Cette diffusion/décentralisation peut reproduire un modèle de dépendance avec des conseillers techniques occidentaux. Cependant, à défaut d'une appropriation locale de tous les aspects (de la conception à l'utilisation), on peut songer au moins à une mise à disposition aisée dans l'usage et pour le prix d'accès, une possibilité d'emploi sans conditionnalité d'aide extérieure et une capacité de réparabilité locale en cas de problème. L'expertise, la compétence, le savoir-faire, le bricolage, l'improvisation ([CUN 14] ; [BOU 21ab ; 22]) doivent être encouragés, stimulés au niveau le plus décentralisé.

Le champ d'investigation concernant la technologie appropriable par des tiers qui en auraient besoin (par exemple, autour de l'énergie solaire et de ses dérivées, cf. supra) relève d'un état d'esprit propre aux *Makers* [AND 12], dans des communautés de pratique [BRO 91] et au sein de FabLabs [GER 05], comme noeud de partenariat et de transmission d'une technologie accessible pour tous plutôt que pour un modèle importé à orientation commerciale pure axé sur l'enjeu des marchés à l'export.

Cette orientation de recherche sur des technologies supports à l'activité agricole incite ici aussi et surtout à se poser la question du niveau technologique satisfaisant. Le besoin, dans les pays toujours en voie de développement, ne porte pas sur des solutions HighTech clefs en main non appropriables comme le seraient des produits protégés par des brevets propriétaires induisant une dépendance et un enfermement dans un carcan technologique aux effets non maîtrisables.

Substituer des graines locales ou des types de cultures par d'autres importées est en soi un problème (la dépendance de l'Afrique au Blé Européen est significative d'une dérive) mais augmenter la dépendance par des injonctions liées à des choix technologiques importés comme pour les semences manipulées génétiquement (d'où le terme : Organisme Génétiquement Modifié ou OGM) , que ce soit pour le marché local ou pour l'exportation, est une étape supplémentaire vers un lessivage des possibles par un système d'emprisonnement de l'usage avec des effets d'irréversibilité (sur l' Environnement Naturel et la biodiversité) ainsi que des pratiques obligatoires (dont celles de l'emploi de pesticides de synthèse dédiées à la semence) au détriment de tout le savoir et le savoir-faire adapté.

Le bouclage avec la crise climatique est réel quand on croise la perspective d'un modèle économique avec la déforestation (suite au défrichement pour le bois-énergie, pour une culture intensive, pour l'exploitation d'essences d'arbres) concernant des forêts primaires (poumons verts de la planète). La culture du Soja transgénique au Brésil (destiné notamment à fournir l'alimentation d'élevage animal en France) est en lien direct où la déforestation.

Le désastre n'est cependant pas propre aux Organismes Génétiquement Modifiés puisque la substitution de productions locales par des productions à l'export comme l'huile de palme en Indonésie conduit au même résultat dans le but de servir l'économie mondiale.

L'Indonésie est donc un leader de production d'huile de palme destinée au marché agro-alimentaire ou celui des agro-carburants mais au prix de la déforestation (où au moins un quart de la déforestation dans le pays est liée à la récolte de l'huile de palme).

Plus globalement, la logique industrielle de l'agriculture favorise les semences hybrides sélectionnées pour le rendement (donc la productivité) or les variétés à haut rendement pénalisent la richesse génétique des semences, affectent la biodiversité et les écosystèmes, sont énergivores (notamment d'énergies fossiles), polluent les sols et l'eau, engendrent des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et exigent beaucoup de produits phytosanitaires de synthèse (engrais, herbicides et pesticides) ; ces derniers étant dédiés aux semences hybrides sélectionnées, cela forme un système économique d'une solution propriétaire où *tout* doit être acheté (ce qui revient, par conception, à rendre l'agriculteur dépendant en le piégeant d'abord par la perspective de rendements -probables à court terme mais délicats à réaliser à long terme-). Cette logique, impulsée de l'extérieur, perturbe ou casse les savoir et savoir faire locaux et s'avère irresponsable du point de vue du Développement Durable. Pour inverser les choses, le rôle de la technologie consisterait, autour d'une innovation



organisationnelle sélectionnant les bonnes pratiques, à : a/ élaborer des engrais, des herbicides, des insecticides et des pesticides non chimiques de type biologiques (réalisables éventuellement par les paysans eux-mêmes mais plus certainement par des entreprises locales (comme *Bio Phyto Collines* : biophyto-benin.com), disposant d'une compétence permettant de proposer des produits efficaces, et pas plus onéreux que des produits de synthèses, quand il s'agit de renforcer ou compléter les produits phytosanitaires organiques locaux ; b/ proposer des solutions techniques d'usage (comme le micro dosage : [AUN 07]) ou des préconisations d'utilisation selon le lieu, la période, la situation ou le calendrier.

Dans l'optique de servir une alimentation à tous, la démarche frugale est une invitation, non plus seulement pour réutiliser des déchets, pour engager une réflexion sur une technologie propre n'engendrant que des sous-produits réutilisables indéfiniment (*du berceau au berceau ou Cradle to Cradle* (CtoC) : [BRA 02]).

Il faut donc déjà sélectionner les bonnes pratiques d'une alimentation pour tous compatibles avec le Développement Durable (qu'elles relèvent de la tradition comme la rotation des cultures -en laissant toujours une zone en jachère- avec une culture principale commercialement et une autre pour une culture secondaire mais destinée à couvrir le sol et à l'enrichir, à le réparer ou encore destinée au pâturage ; ou de la modernité comme le micro dosage d'engrais organiques appropriés). Cette démarche implique de raisonner à long terme et éloigne de l'objectif habituel de la rentabilité à court terme d'une activité économique.

Même en situation de stress hydrique, associer une culture céréalière adaptée (comme le Sorgho) à un légume permet d'atteindre un rendement équivalent à celui en monoculture mais avec une récolte additive de légumineuses riches en protéine. Ce type d'association céréales/légumineuses optimise l'utilisation des ressources en eau : du fait de l'effet bénéfique de la légumineuse sur la fixation des ressources et d'une limitation de l'évaporation de l'eau du sol grâce à une couverture végétale plus dense. On obtient la sécurité alimentaire et le maintien de la fertilité des sols sans gaspiller des ressources (en eau notamment).

C'est donc bien la conception, très en amont, d'une technologie propre, donc sans effet sur l'Environnement Naturel et laissant des sous-produits réutilisables indéfiniment qui préside à l'Innovation Frugale Environnementale en renfermant nécessairement une part d'Innovation Organisationnelle nécessaire pour obtenir une Innovation Produit respectueuse de l'Environnement Naturel.

### **3. Alimentation soutenable dans un contexte nécessaire du respect de l'Environnement Naturel et de réchauffement climatique : le Sorgho en Afrique et le Riz en Asie**

Les variétés de semences paysannes autoproduites constituent encore 70 % à 80 % de celles échangées entre les paysans africains [CIR 13]. Ces semences détenant le patrimoine génétique le plus large [CLA 16] sont donc susceptibles d'une plasticité permettant de répondre le mieux aux défis climatiques (des aléas jusqu'à la question même du réchauffement climatique conduisant aux canicules, aux sécheresses et/ou aux inondations) et du Développement Durable en économisant les ressources et en minimisant par ailleurs les intrants (surtout ceux artificialisés proposés avec les semences industrielles).

Or, les semences industrielles (sélectionnés et répertoriés pour certification à la vente), nommées hybrides, menacent peu ou prou l'Afrique.

Outre les semenciers industriels, la fondation *Gates* (*Bill&Melinda Gates Foundation* ou *BMGF*) existe ainsi depuis 2000 et est dotée désormais de 70 milliards de dollars en tant que capitaux versés dans un fonds d'investissement profitable, mais dans des secteurs parfois controversés, pour réinvestir les dividendes dans le but de financer, par philanthropie (ou pour contrôler et orienter ou influencer),

des projets mondiaux destinés à améliorer alimentation, santé, éducation, conditions de vie humaine) plaide pour la globalisation et l'intensification des cultures agricoles. La philanthropie masque des stratégies de techno-sciences pour l'Afrique par extension du modèle prévalant dans l'OCDE. Cette fondation finance notamment le programme *Alliance pour la Révolution Verte en Afrique* (*African Green Revolution Alliance : AGRA*) qui, par ses experts, estime que les semences améliorées (ou hybrides) de Sorgho (par exemple) permettraient d'obtenir des rendements de 3 à 4 tonnes à l'hectare en Afrique de l'Ouest (contre 1 à 1,5 pour les variétés paysannes). Cependant, l'achat de semences hybrides représente déjà en soi un prix très élevé pour les petits exploitants (comparativement au recours habituel aux semences traditionnelles). Par ailleurs, le passage à la production intensive implique quasi-obligatoirement le remplacement de semences traditionnelles reproductibles par les espèces hybrides que les cultivateurs doivent nécessairement acheter chaque année. La liberté de l'agriculteur (c'est déjà le cas au sein de l'OCDE) est réduite par cette obligation d'achat et c'est là une tendance lourde (indépendamment des dérogations ou exceptions) par le renforcement de la législation sous la pression des lobbies tendant à favoriser la propriété intellectuelle (bien discutable concernant le vivant puisque l'argument sanitaire -la garantie d'innocuité offerte, de la semence ou du plant, par une certification-, qui est en soi une bonne chose, a une contrepartie confiscatoire de la liberté paysanne en la rendant esclave du semencier). Pour échanger ou commercialiser des semences (et ses dérivées comme les plants), il faut que celles-ci soient inscrites dans un catalogue officiel des espèces et des variétés en tant que semences certifiées (Certificat d'Obtention Végétale ou COV, forme de Propriété Intellectuelle spécifique, distincte du droit des brevets, selon les critères Distinction, Homogénéité, Stabilité : DHS). Un changement de paradigme s'opère en Europe après 1945 [CLA 16] « par une offre semencière privée de variétés génétiquement homogènes et traçables » ; des variétés sélectionnées et homogènes au détriment de la liberté de cultiver des semences anciennes variées et diversifiées dont le patrimoine génétique riche permet une adaptation aux lieux et aux situations.

L'Afrique a été provisoirement mise à l'abri tant que l'agriculture intensive, promue partout (et nommée trompeusement *Révolution Verte* dans les pays en développement), était circonscrite en zonage et en type de culture (permettant alors le maintien de l'agriculture locale familiale) ; les grands organismes internationaux et des grandes entreprises se focalisant sur les grandes exploitations de cultures exportatrices et jugées hiérarchiquement plus importantes (le Blé, le Maïs, le Coton notamment) en délaissant les cultures autochtones jugées secondaires (cultures vivrières indigènes : Sorgho, le Mil, le Manioc, l'Igname, la Banane Plantain, le Niébé.

Peu connu, le Niébé est une des principales légumineuses produites en Afrique, issue de la famille des lentilles, mais assimilable aux haricots d'Europe.

Le basculement pour le modèle intensif en Afrique s'opère, dans le cadre de l'OMC, par la mise en place de normes communes et impliquant notamment l'adhésion à un système réglementaire (susceptible notamment de priver les paysans locaux de la liberté de semer, d'exploiter et de commercialiser). Le dispositif réglementaire s'appliquant ainsi en Afrique n'est autre que celui, Européen, de l'*Union pour la Protection des Obtentions Végétales* (UPOV) : il s'agit, par type variétal, de proposer des semences hybrides sur catalogue après certification. Ce dispositif, dans sa version la plus restrictive en date de 1991, s'applique en Afrique et interdit aux agriculteurs locaux toute utilisation de semences autoproduites en dehors de leurs propres champs. Aussi, l'inscription au catalogue constitue techniquement, financièrement et légalement une barrière à l'entrée élevée particulièrement infranchissable pour tout agriculteur local voulant commercialiser une semence traditionnelle.

Au-delà de la question de la propriété intellectuelle (et de la HighTech associée) sur le vivant, le plus important est de s'interroger sur le sens des choses. Le but est-il de faire du profit grâce au vivant ou bien de répondre à la question d'une alimentation saine pour tous et respectueuse de l'Environnement Naturel ?

Si la réponse est la deuxième possibilité, l'effort d'innovation, comme déjà évoqué, doit porter sur les moyens décentralisés, localement, pour accéder aux ressources sans les épuiser mais aussi produire, stocker et distribuer en respectant l'Environnement Naturel.

Pour appréhender concrètement les évolutions souhaitables permettant de respecter l'Environnement Naturel et de répondre au défi du réchauffement climatique, prenons deux exemples : celui du Sorgho, plante d'origine Africaine consommée aussi en Asie (et qui remporte un succès croissant en Europe et aux USA pour l'alimentation animale) ; celui du Riz, d'origine plutôt asiatique, mais consommé aussi en Afrique.

### 3.1. Le Sorgho

Tous les phénomènes (économiques, sociaux, militaires ou climatiques) produisant des fluctuations, les propres denrées exportées d'Afrique subissent aussi les cours mondiaux. C'est vrai pour l'alimentaire mais c'est aussi vrai pour l'exploitation forestière, l'extraction minière et industrielle (privée ou sous licence publique).

Le Sorgho d'Afrique, en Afrique, tend à être remplacé par le Blé européen (voire le Riz asiatique). Peu importe la cause à ce stade (résultat de la cupidité des entreprises de puissances exportatrices, des doctrines d'organisations internationales, du business des élites locales ou du découragement politique) car la cause ne change pas la situation de la dépendance de l'Afrique au niveau des biens fondamentaux nécessaires. Tout ce qui n'est pas produit localement dépend de volumes, de qualités et de prix internationaux (dont les ressorts sont extérieurs à l'Afrique) et cet assujettissement permanent aux conditions extérieures, au-delà de la dépendance (toujours démultipliée), fragilise les populations.

En Afrique, le Blé importé (surtout d'Europe, là où il est produit massivement en bénéficiant des aides de la Politique Agricole Commune : PAC), et parfois subventionné aussi localement, s'avère donc être une céréale généralement peu onéreuse à l'achat (et moins que les produits locaux). La farine de Blé est réputée plus facile à travailler. Le pain de Blé est désormais très apprécié par la population locale citadine. La facilité consiste donc à importer du blé alors que le pain traditionnel à base de céréales locales non importées est délaissé. Or, des artisans boulangers africains pourraient proposer des pains spéciaux avec des mélanges de farine (Blé, Mil, Sorgho, Soja, Manioc ou autres) dans des proportions variables : une gamme de produits variés pour satisfaire tous les clients et à tous les prix.

La formation des artisans, l'accès à des machines adaptées et l'éducation (ou la rééducation) alimentaire et nutritionnelle, pour une nourriture saine et équilibrée locale, constituent un apprentissage long mais nécessaire.

Les céréales en Afrique sont diverses mais, vu de l'extérieur, trop souvent réduites au Mil.

Pour le comprendre, le Millet désigne plusieurs poacées (graminées) dont les graines sont petites (Millet à petits grains ou perles : Mil) ou plus grosses (Millet à gros grains : Sorgho), cultivées surtout dans des régions arides et sèches (en Afrique et en Asie) : il s'agit d'un aliment nutritif, souvent consommé sous forme de galettes.

Le piège de l'appauvrissement du sol (donc de l'appauvrissement de la population locale), dont il faut sortir, est celui de la monoculture intensive destinée à l'export. Si dans les zones arides d'Afrique ou d'Asie, les sols exploités sont dégradés (et vidés de leur matière organique et de leurs nutriments), nous avons vu qu'une restauration est possible en cultivant mieux, via de bonnes pratiques, sans dépenser plus mais en gagnant plus. Les agriculteurs doivent pouvoir valoriser les ressources naturelles de manière durable et autonome par des bonnes pratiques : gestion organique de fertilité du sol ; association cultures-élevages (l'élevage contribue à la fertilisation des sols, à la production de lait notamment et augmente l'éventail des options de valorisation pour les petits agriculteurs) et/ou association culturale de céréales et de légumes (la rotation des cultures et les cultures intercalaires avec

des légumineuses fixatrices d'azote) ; un labour par traction animale plutôt que mécanique et en limitant la fréquence ; conservation de la biodiversité de la faune et de la flore et des écosystèmes.

Ces pratiques doivent être apprises et diffusées mais aussi réactualisées et faire l'objet d'échanges au sein de communauté de pratiques locales. Produire mieux en protégeant l'Environnement Naturel, dans un contexte de réchauffement climatique, est une manière adaptée de maintenir et valoriser la production locale et de sécuriser le foncier.

Les propriétés du Sorgho sont intéressantes pour sa culture : pour la photosynthèse, certaines variétés connaissent un cycle inférieur à trois mois, ce qui autorise plusieurs récoltes par an au lieu d'une ; pour la sécheresse, sa résistance est remarquable (ce qui est un atout considérable du point de vue du réchauffement climatique) ; ses besoins en eau sont inférieurs comparativement au Maïs et sa culture demande aussi, comparativement, bien moins d'engrais (voire aucun de synthèse) tout comme de travail exigé (et ce à récolte quantitativement égale).

Au-delà même de la question alimentaire, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat : GIEC) encourage les paysans en Afrique à favoriser ces céréales autochtones (ou indigènes) comme le Sorgho supportant mieux la sécheresse et en capacité de s'adapter aux aléas climatiques de plus en plus fréquents et brutaux.

En conditions idéales (c'est-à-dire en faisant abstraction de la diminution des ressources : raréfaction de l'eau de rivière ou pluviale ; pauvreté des sols ; pollution des sols ou des eaux ; déforestation), les rendements sont, sur le papier, supérieurs, pour le Blé et le Maïs, en se basant sur une culture intensive utilisant des semences hybrides, consommatrice d'eau et exigeant des intrants chimiques. En conditions réelles et sans expédients artificiels, la culture basée sur des semences paysannes locales de Sorgho, économe en ressources et interventions culturelles tout en préservant l'Environnement Naturel et en supportant le réchauffement climatique, offrent des rendements acceptables (et améliorables par de bonnes pratiques ainsi qu'une bonne organisation des cultures).

Le problème est donc moins le rendement que la valorisation des produits locaux auprès des consommateurs locaux qui, par facilité, effet de snobisme ou par imitation obtuse d'une soi-disant alimentation (de type occidentale mais mal dosée et conduisant généralement à la malnutrition par les excès caloriques, glucidiques ou lipidiques) se détournent d'une assiette alimentaire saine basée sur des produits locaux.

D'où l'importance de l'organisation des agriculteurs locaux par le biais d'associations et de coopératives locales, régionales et nationales en s'impliquant aussi dans le circuit local de la distribution et de la commercialisation.

Sur le plan nutritionnel, le Sorgho présente de nombreux avantages : naturellement dépourvu en gluten, apport d'amidon, de protéines et de fibres alimentaires, riche en fer, en calcium et en phosphore. Son Index Glycémique est modéré. Accessoirement, le Sorgho est aussi réputé localement comme préventif contre diverses pathologies gastro-intestinales.

En Afrique [FUS 94], il est démontré que le match Sorgho versus Maïs est plié en faveur du dernier dans des conditions de facilité de culture et d'artificialisation ; mais il y a aussi un encouragement à la substitution du Sorgho par le Maïs pour faire de l'exportation de Coton. En effet, le Maïs permet d'obtenir plus de rendement sur une moindre surface (ce qui libère de l'espace pour le Coton). Sauf donc que cette doctrine quantitativiste et d'internationalisation fondée sur le modèle de la culture intensive et de l'exportation (ce qui a pour effet probable d'améliorer le classement du pays et d'attirer les notes positives des organismes internationaux mieux disposés alors à prêter ou à financer), induit la destruction de l'agriculture locale, des pratiques ancestrales (souvent bénéfiques à plusieurs niveaux), de l'Environnement Naturel, des ressources, de la biodiversité, des écosystèmes. Il s'agit donc encore et toujours de sacrifier le Développement Durable sur l'hôtel de la rentabilité apparente à court terme. On augmente ainsi la dépendance, la soumission de l'économie locale aux cours mondiaux et on table sur



des conditions de ressources hypothétiquement stables sans pour autant anticiper les crises économiques, sociales, financières ainsi que l'épuisement des ressources, la destruction de l'Environnement Naturel et le réchauffement climatique.

A contrario, Jacquemot [JAC 21,22] prône, dans une perspective optimiste et durable pour l'Afrique, un modèle d'articulation territoriale entre ville et campagne qui valorise des modalités agricoles permettant de sortir des cercles vicieux tout en encourageant les progrès alimentaire permettant de lutter contre la faim et la malnutrition. La transition vers une agriculture et un élevage respectueux de l'Environnement Naturel, en Afrique comme ailleurs, n'est pas une option mais une solution pour relever de nombreux défis comme satisfaire les besoins alimentaires locaux tout en appréhendant le réchauffement climatique.

L'autre vision, celle d'une culture intensive avec des semences améliorées ou celles résultant d'Organismes Génétiquement Modifiés et des intrants synthétiques, arguant du fait que seul la quantité compte et que l'Afrique détient les plus grandes réserves potentielles de terres arables, est une utopie dangereuse dont le prix est le sacrifice de l'Environnement Naturel, de la biodiversité, les écosystèmes et du développement durable : l'Afrique serait-elle une réserve de terres arables non utilisées mais après défrichement totale, destruction des réserves naturelles, déforestation et expulsion de la flore et de la faune sauvage ?

### 3.2. Le Riz Thaïlandais

Le Riz, lui, est une denrée consommée partout mais produite centralement en Asie et particulièrement en Thaïlande. L'autosuffisance alimentaire semble acquise en Asie en général, et en Thaïlande en particulier, mais la voie du développement est en question.

Le Riz est autant une ressource vivrière en Thaïlande qu'une pratique ancestrale, un mode de vie et une valeur culturelle.

Plus largement, la stratégie Thailand -4.0 [JON 17] vise à développer les chaînes de valeur et l'innovation afin que le pays sorte de son statut intermédiaire pour devenir plus compétitif et attractif, y compris sur la HighTech. Un écosystème d'innovation sur l'alimentation est encouragé.

Soucieuse de son patrimoine agricole et rizicole, la Thaïlande a aussi adopté une législation spécifique aux Indications Géographiques Protégées (IGP) d'inspiration européenne [MIN 19].

La Commission Européenne (CE) a même accepté l'enregistrement d'un Riz aromatique sous IGP : le *Hom Mali* du *Thung Kula Rong-Hai* (zone au Nord Est du pays, où les terres sont irriguées par la mousson et le fleuve Mékong), réputé le meilleur du monde. Ce Riz Thai à long grain a un parfum, le jasmin (*Mali* en Thaïlandais) lié au sol (donc sans lien à la fleur de Jasmin).

Ceci dit, Phélinas [PHE 10] souligne que la Thaïlande a connu le double choc de l'arrivée de nouveaux concurrents à l'export et de l'épuisement des ressources hydriques sachant que la culture rizicole nécessite des besoins importants en eau. De moindres précipitations, des vagues de sécheresse, des défaillances dans le système d'acheminement de l'eau, l'urbanisation et la concurrence interne sur les usages de l'eau mettent en péril la riziculture, d'autant que l'incertitude sur l'eau disponible décourage l'investissement (et, corrélativement, l'innovation).

La riziculture en Thaïlande a pu se maintenir car il s'agit d'un produit d'exportation très demandé avec un cours moyen sur le marché mondial stable ou croissant tandis que la fluctuation à la baisse du taux de change de la monnaie nationale (le *baht*) renforce l'avantage compétitif à l'export.

Le manque de main d'oeuvre est plus préoccupant : l'exode rural pour les sites urbains et le transfert vers des activités industriels conduisent à moins de disponibilité pour l'agriculture et un surenchérissement du prix du travail. Il en résulte une moindre rentabilité à l'export par rapport à d'autres pays où la population agricole reste abondante et bon marché.



La mécanisation pour remplacer la main d'oeuvre et pour irriguer ou drainer les rizières (selon les besoins de la riziculture) est une solution théorique qui ne devient pratique et effective qu'avec la maîtrise locale de la technologie idoine, la diffusion des savoir et des savoir faire mais aussi des prix de machines accessibles (outre l'accès au crédit ou à la location) ; ces équipements pouvant d'ailleurs être mis à disposition au sein de coopératives (idem pour la maintenance). Le crédit pose d'autres problèmes de remboursement pour des revenus pouvant être aléatoires, la location doit se développer et pourrait faire l'objet d'une politique nationale.

Aujourd'hui, la productivité apparente de la Thaïlande est inférieure à celle des autres pays producteurs de Riz. Toutefois, la plus faible productivité s'explique par le fait que la Thaïlande favorise, par son histoire, la culture de semences plus qualitatives.

A côté de ce Riz à IGP, la chance pour le renouveau d'une production nationale plus qualitative de Riz réside dans le fait paradoxal qu'une grande partie de la riziculture du pays ne bénéficie pas d'une irrigation naturelle fluviale mais repose sur la pluviométrie (et voire les réserves d'eau quand il est possible d'opérer des stockages). En effet, les semences hybrides à haut rendement ainsi que les intrants chimiques liés à ces cultures (engrais, fongicides, pesticides, insecticides et herbicides de synthèse) présentent un plus grand risque économique dès que l'eau est rare ; ce qui devrait défavoriser leur utilisation dans la majorité des rizières. A court terme, c'est constitutif d'une plus grande difficulté d'exploitation mais, à plus long terme, c'est une meilleure garantie contre l'appauvrissement, la dégradation ou la pollution des sols et des eaux (résultant notamment des conséquences directes et indirectes de l'usage d'intrants chimiques phytosanitaires). Il demeure que les semences doivent être bien adaptées car une inadaptation les condamnent aux attaques de maladies et de ravageurs nécessitant alors le besoin de traitements par des intrants (chimiques généralement).

Une démarche de qualité est un positionnement commercial favorable dans une logique d'exportation sur un marché de niche (par rapport à la masse du Riz vendu et consommé dans le monde) mais aussi dans une perspective de Développement Durable car ce que l'on sait moins est que le modèle artificiel de la riziculture intensive n'est pas neutre du point de vue du réchauffement climatique avec de fortes émissions de méthane (au deuxième rang, juste après l'élevage). Le méthane est un gaz à effet de serre d'un pouvoir réchauffant plus puissant que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) servant de référence internationale pour analyser le réchauffement climatique.

Il s'agit donc bien d'inciter les producteurs à abandonner le modèle intensif et toutes les mauvaises pratiques pour en appliquer de nouvelles moins émettrices de gaz à effet de serre. Les riziculteurs sont ainsi encouragés à utiliser des variétés de semences appropriées et des pratiques culturales ou des techniques adaptées (nivellement des sols, gestion alternée de l'eau (par assèchement), application d'engrais organiques après analyse des sols, valorisation de la paille de Riz et du chaume pour éviter le brûlage).

L'engagement pris par la Thaïlande est de réduire ses émissions de gaz à effet de serre, donc de pratiquer des cultures plus respectueuses de l'Environnement Naturel. A ce stade, les riziculteurs sont enfermés dans un cercle vicieux : affectés par le changement climatique (qui provoque sécheresses et inondations intempestives), ils contribuent eux-mêmes à ce dérèglement climatique car, en plus du non respect de l'Environnement Naturel, les rizières intensives rejettent, à la fois (et en quantité), du gaz à effet

La solution principale [LAC 19] n'est pas en soi technologique mais relève d'une innovation organisationnelle et de pratique qui se diffuse à travers le monde : le Système de Riziculture Intensive (SRI) mis au point en 1983 à Madagascar par Henri de Launay (1920-1995 : agronome et prêtre jésuite français). Mal nommé, le Système de Riziculture Intensive promet de meilleurs rendements mais cette pratique va à l'opposé de la culture intensive. Aussi, pour éviter toute ambiguïté, nous lui préférerons le terme de Système de Riziculture Innovant. Le Système de Riziculture Innovant suppose de combiner quatre éléments de base : repiquer des plants jeunes ; en faible densité avec donc de

l'espacement permettant ainsi de donner plus de racines dans moins d'eau (et d'économiser le nombre de plants à repiquer) ; enrichir le sol avec de la matière organique (pour améliorer sa capacité de retenue des nutriments et de l'eau mais aussi augmenter la vie microbienne du sol et fournir un bon substrat pour le développement des racines) ; réduire les apports d'eau et contrôler la bonne croissance de la plante en asséchant pour laisser apparaître des aérobies (ne pouvant apparaître qu'au contact de l'air) favorisant ainsi la croissance sans nécessité d'ajouts d'engrais (et surtout d'engrais chimiques). Ainsi, sans l'adjonction de produits phytosanitaires de synthèse, le Système de Riziculture Innovant (qui suppose un travail plus minutieux et exige un savoir-faire) promet une bonne récolte avec de meilleurs rendements et, comme la rizière n'est pas inondée en permanence, les émissions de méthane sont réduites.

La technique du Système de Riziculture Innovant peine parfois à se développer et à se démocratiser à cause des connaissances requises pour la pratique culturale, notamment concernant la question du contrôle de l'eau qui n'est pas toujours possible dans les régions à mousson et, lorsque cela est possible, s'avère exigeante en termes d'observations, de manipulation technique et de temps de travail. Donc même lorsque la technique du Système de Riziculture Innovante est possible, elle peut démobiliser. La formation de paysans motivés est donc un défi en soi mais qui répond bien aux enjeux : la demande sociétale pour le Développement Durable et les produits qualitatifs ; la nécessité de réparer les sols, de dépolluer et de faire face à la raréfaction de l'eau et au réchauffement climatique.

Une deuxième technique innovante consiste à associer riziculture et élevage, parfois de façon marginale mais efficace. C'est le cas de la riziculture mobilisant une vingtaine de canards par petite parcelle clôturée. Les avantages sont multiples : les fientes des canards fertilisent le sol, leurs piétinements légers aèrent le sol ; en outre, les canards mangent les insectes ou les crabes de la rizière et pondent des œufs. Du coup, par ces intrants endogènes et naturels, la riziculture offre des rendements intéressants (sans dépenses de produits chimiques).

Par ailleurs, replanter des arbres autour de la rizière permet de stabiliser les nappes phréatiques ; avec l'appui d'ONG ou d'entreprises (par exemple *Pur Projet* : [www.purprojet.com](http://www.purprojet.com)) dont l'objectif est d'inciter à réaliser des compensations carbonees en replantant des arbres.

Dans le cadre du principe d'*économie de suffisance* véhiculé par la monarchie thaïlandaise, *Pur Projet* a replanté au moins 100 000 arbres dans le pays, ce qui est certes loin de compenser la déforestation partout dans le monde mais l'initiative marque un point d'inflexion notable.

Le principal obstacle à ces pratiques créatives, outre la formation de paysans mobilisés, reste d'abord le *Green Washing* lié au contournement du respect du cahier des charges en s'affichant vert sur l'étiquette commerciale mais en poursuivant le recours aux produits phytosanitaires de synthèse ; par facilité et roublardise commerciale mais aussi probablement et, simultanément, sous la pression de l'agro-industrie défavorable à des pratiques culturales créatives qui ne proposent ni de semences hybrides ni de produits phytosanitaires de synthèse (les deux étant eux disponibles à la vente auprès de l'agro-industrie et de ses fournisseurs). Les lobbies sont présents en Asie, particulièrement en Thaïlande, qui, à ce jour, s'avère être un utilisateur significatif d'intrants chimiques.

La logique commerciale (au détriment d'une politique favorisant une authenticité locale et un contrôle par les paysans), par la dépendance économique qu'elle entraîne, engendre aussi, corrélativement, et que ce soit en Asie ou en Afrique, le Business de produits contrefaits auxquels n'échappent pas les semences industrielles et les produits phytosanitaire de synthèse. La traçabilité est donc fondamentale mais elle est maitrisable au niveau local par des pratiques respectueuses de l'Environnement Naturel et mobilisant des produits locaux et des intrants organiques.

Ceci dit, la culture rizicole plus respectueuse de l'Environnement Naturel (et idéalement biologique) pourrait tendanciellement s'imposer peu à peu (même contre les agro-industriels) de par les aspirations profondes des populations excédées par les pollutions et les incidences sur la santé humaine, le

sacrifice inutile de l'Environnement Naturel, de la biodiversité et des écosystèmes. Le gouvernement d'un pays peut éclairer le choix des intérêts privés et des lobbies au nom de l'intérêt collectif et du Développement Durable à un moment historique où le réchauffement climatique est un défi incontournable. Dans un modèle soutenable, la technologie a sa place mais libérée des injonctions du marketing.

#### 4. Conclusion

L'exploitation des ressources est exemplaire si elle ne génère aucun déchet mais permet une valorisation totale comme le Cocotier et son fruit la Noix de Coco en Inde ou en Thaïlande mais doit-il s'agir d'exceptions ou d'un modèle de chaîne de valeur (de type *Cradle to Cradle*) à suivre ?

Le réchauffement climatique ou la prise en compte du Développement Durable, qui émergent comme des contraintes nouvelles et de moins en moins contournables pour les industriels, doit conduire à des réorientations stratégiques publiques et privées en mettant l'innovation au coeur de la réflexion concernant la justesse et la pertinence de son emploi comme support d'une agriculture qui doit être durable.

Le schéma classique mis en oeuvre depuis le début de la Révolution Industrielle européenne concernant l'épuisement des ressources, les externalités négatives (dont la pollution et le gaspillage) et induisant le réchauffement climatique est obsolète. Par ailleurs, le techno-marketing engendre une course en avant débridée faisant perdre de vue les enjeux cruciaux concernant la raison d'être de la technologie. C'est pourquoi l'Innovation Frugale Environnementale, qui n'est, en soi, ni un frein au développement technologique et ni un appel au retour à la tradition, repose sur l'innovation organisationnelle, la créativité innovante (passant par le bricolage et l'improvisation), le respect de l'Environnement Naturel, l'élaboration de bonnes pratiques, la conception de produits technologiques utiles et adaptés sans gaspiller de ressources.

Au sein de communautés de pratique, échanger sur de bonnes pratiques, partager des connaissances, des savoir, des savoir-faire, favoriser des apprentissages, mobilise le bricolage et l'improvisation pour coller au contexte du lieu et du moment en faisant mieux autrement.

Concernant, l'agriculture, tout particulièrement, il n'est plus possible de laisser pérenniser des logiques assises sur des besoins croissants de ressources engendrant des effets collatéraux majeurs comme la réduction de la biodiversité, la disparition d'écosystèmes, la déforestation massive.

L'homme a la capacité de choisir son modèle et de respecter l'Environnement Naturel. La technologie peut être une aide précieuse pour y parvenir si l'on sélectionne le niveau technologique satisfaisant. La contrainte forte du réchauffement climatique oriente ce choix.

A l'ère des *Makers* et des *FabLabs*, des communautés de pratique, de la co-création et des initiatives ouvertes participatives, la technologie est décentralisable et adaptable pour les besoins locaux de paysans soucieux de respecter l' Environnement Naturel.

Les États ou les organisations internationales (Organisation des Nations Unies (ONU) dont sa branche pour l'alimentation et l'agriculture : *Food & Agriculture Organization* ou FAO) doivent encourager les initiatives locales et ne pas se leurrer sur les enjeux en important des modèles inadaptés et contre-productifs. Promouvoir l'alimentation pour tous ainsi qu'une bonne nutrition, dans le cadre du Développement Durable, est une priorité qui passe par l'éducation et la création innovante au sein de communautés de pratique locales. L'important est de favoriser, dans le cadre du Développement Durable, la création de chaînes de valeur par une valorisation locale de produits locaux par des paysans mais aussi une industrie agro-alimentaire locale.

## Bibliographie

- [AND 12] ANDERSON,C. (2012), *Makers: The New Industrial Revolution*, Crown Business Book, New York.
- [AUN 07] AUNE,J.B, DOUMBIA,M., BERTHE,A., (2007), "Microfertilizing sorghum&pearl millet in Mali : Agronomic, Economic and Social Feasibility", *Outlook on Agriculture*, vol.36,n°3,.199-203.
- [BAS 14] BASQUIN,H., (CFSI), CHARHON,F. (Fondation de France), CISSOKHO,M. (ROPPA), LE GAUYER,G. (CFSI), ROUILLE D'ORFEUIL,H. (Fondation de France), Vielajus, J-L (CFSI), (2014), *Nourrir les villes : défi de l'agriculture familiale*, PDF, CFSI et Fondation de France, octobre 2014.
- [BEN 97] BENYUS, J., (1997), *Biomimicry, Innovation Inspired by Nature*. Harper Collins, New York.
- [BEU 12] BEUCHER,O., BAZIN,F., (2012), *L'agriculture en Afrique face aux défis du changement climatique*, Organisation Internationale de la Francophonie, étude prospective 5, Novembre, 152 pages.
- [BOU 22] BOUVIER-PATRON,P., (2022), *Innovation Frugale et Création Innovante*, ISTE, série Smart Innovation, 327pages.
- [BOU 12a] BOUVIER-PATRON,P., (2021a), "Co-creation and Innovation: Strategic Issues for the Company", in *Innovation Economics, Engineering and Management Handbook 2*, Uzunidis,D., et al.(dir.), ISTE Ltd, Londres, Wiley, New York.
- [BOU 12b] BOUVIER-PATRON,P., (2021b), "From Improvisation to Innovation: The Key Role of “Bricolage”", in *Innovation Economics, Engineering and Management Handbook 2*, Uzunidis,D., et al., (dir.), ISTE Ltd, Londres, Wiley, New York.
- [BOU 20] BOUVIER-PATRON,P., (2020), Stratégies d'Entreprise & Innovation Frugale Environnementale : proposition d'une matrice stratégique. *Recherches en Sciences de Gestion*, 136(1), 39–65.
- [BRA 02] BRAUNGART,M., MCDONOUGH,W., (2002)., *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press, New York.
- [BRO 91] BROWN,J., DUGUID,P., (1991)., "Organizational learning and communities of practice: towards a unified view of working, learning and innovation", *Organization Science*, 2, 40–57.
- [CES 19] CESSAC,M., (2019), "Agriculture : des semenciers qui s'enracinent" revue *Jeune Afrique* en ligne, 4 septembre, 2019 à 16:38. <https://www.jeuneafrique.com/mag/821924/economie/agriculture-des-semenciers-qui-senracinent/>
- [CIR 13] CIRAD, (2013), "Gérer collectivement la biodiversité agricole en Afrique", *Valorisation et innovation en partenariat*, 24, janvier.
- <http://www.cirad.fr/var/cirad/storage/original/application/18b46b74ad049e02337fd52ac5c74786.pdf>
- [CLAV 16] CLAVEL,D., (2016), "Afrique : une politique semencière sous influence", *Natures Sciences Sociétés*, EDP Sciences, vol.24, n°2, 2016, p.168-172.
- [CRU 19] CRUZ J.F., HOUNHOUGAN,D.J., HAVARD,M., FERRE,T., (2019), *La transformation des grains*, Collection Agricultures Tropicales en Poche, Presses Agronomiques de Gembloux, 182p.
- [CUN 14] CUNHA,M., REGO,A., OLIVEIRA,P., HABIB,N., (2014), "Product Innovation in Resource-Poor Environments: Three Research Streams", *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 202–210.
- [FAO 20] FAO, (2020), *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020 : Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>
- [FUS 94] FUSILLER,J.-L., (1994), "Afrique de l'Ouest et du Centre : Maïs ou Sorgho ?", *Agriculture et Développement* n° 2, Mai 1994, p20-28.
- [GER 05] GERSHENFELD,N., (2005), *FabLab: the coming revolution on your desktop-from personal computers to personal fabrication*, Basic Books, New York.
- [JAC 22] JACQUEMOT,P., (2022), "Afrique, des campagnes et des villes - Des systèmes agroalimentaires territorialisés", 3 octobre 2022. <https://www.willagri.com/2022/10/03/afrique-des-campagnes-et-des-villes-des-systemes-agroalimentaires-territorialises/>
- [JAC 21] JACQUEMOT,P., (2021), *Souverainetés agricole et alimentaire en Afrique, la reconquête*, L'Harmattan.
- [JON 17] JONES,C., PIMDEE,P., (2017), "Innovative ideas: Thailand 4.0 and the fourth industrial revolution", *Asian International Journal of Social Sciences*, 17(1), 4 – 32.
- [LAC 19] LA CROIX, (2019), "Arroser moins pour récolter plus: le riz thaï qui défie la sécheresse", *La Croix Numérique*, 12/12/2019 à 07:32 <https://www.la-croix.com/Economie/Arroser-moins-recolter-riz-thai-defie-secheresse-2019-12-12-1301066026>
- [MAS 43] MASLOW,A.H., (1943), "A theory of human motivation", *Psychological Review*, 50(4), 370–396.

- [MIN 19] Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation Français, (2019), Fiche Thaïlande  
<http://agriculture.gouv.fr/politiques-agricoles-fiches-pays>
- [PHE 10] PHELINAS,P., (2010), "Le marché, l'état et la compétitivité du riz Thaïlandais", *Annales de Géographie*, Armand Colin , 2010/1, n° 671-672, p.156-173.
- [POR 55] PORTERES,R., (1955), "L'Introduction du Maïs en Afrique", *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, vol.2, n°5-6, Mai-Juin 1955, p. 221-231.
- [PRA 05] PRAHALAD,C., (2005). *The Fortune at the Base of the Pyramid: Eradicating Poverty through Profits*, Wharton School Publishing, Philadelphie.
- [ROO 85] ROOS,E., (1985), "Dégradation des terres et développement en Afrique de l'Ouest", *Bulletin de Recherche Agronomique Gembloux*, vol.20, n°3/4, p.505-537
- [SEY 07] SEYFANG,G., SMITH,A., (2007), "Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda", *Environmental Politics*, 16(4), 584–603.