

L'apport d'une modélisation fonctionnelle de l'exploitation agricole familiale dans les processus et contextes de développement durable.

Document de travail

E Penot, juin 2009

CIRAD, UMR Innovation/URP SCRID

Résumé

L'enjeu principal de la durabilité du développement porte tout d'abord sur la sécurité alimentaire et la satisfaction des besoins de base pour les familles en agriculture familiale en maintenant le niveau de ressources (eau, sol, espace biodiversité) ... à un niveau plus ou moins constant. Ensuite, il devrait permettre un niveau de vie décent aux agriculteurs (notion de « *livelihood* »). Enfin, il doit permettre une stabilité créatrice de patrimoine et d'une meilleure sécurité dans le temps.

La modélisation des exploitations agricoles liée à une analyse contextuelle peut permettre de quantifier les flux et les revenus et définir les stratégies agricoles compte tenu de leurs contraintes et opportunités. Une modélisation fonctionnelle a été développée sur la base d'un outil informatique (le logiciel Olympe développé par JM Attonaty, INRA et un consortium de chercheurs (CIRAD/IAMM/IRD). Elle est utilisée dans une approche d'aide à la décision pour les producteurs (conseil de gestion classique) ou dans les projets (aide à la conception d'innovation et adéquation aux typologies d'agriculteurs). Ce texte tente de voir en quoi la modélisation peut contribuer à répondre partiellement aux questions posées par les nécessités d'un développement durable.

L'auteur revisite le concept de développement durable sous ses multiples facettes pour explorer l'intérêt d'une modélisation fonctionnelle de l'exploitation agricole dans la prise en compte des facteurs techniques, économiques et environnementaux.

L'apport d'une modélisation fonctionnelle de l'exploitation agricole familiale dans les processus et contextes de développement durable

Introduction : l'enjeu global du développement durable en agriculture dans les Pays en Voie de Développement.

L'enjeu principal de la durabilité du développement porte tout d'abord sur la sécurité alimentaire et la satisfaction des besoins de base pour les familles en agriculture familiale. Ensuite, il devrait permettre un niveau de vie décent aux agriculteurs (notion de « *livelihood* »). Enfin, il doit permettre une stabilité créatrice de patrimoine et d'une meilleure sécurité dans le temps. Uphoff (2002) rappelle qu'il faudra doubler la quantité de nourriture produite avec les taux actuels, avec dans le même temps une réduction de 30 % des terres actuellement allouées à l'agriculture et une réduction sans doute encore plus drastique de la ressource en eau allouée à l'agriculture. L'agriculture doit surtout augmenter sa productivité par un usage plus intensif des ressources et un meilleur usage de l'eau. Cependant les visions malthusiennes de l'agriculture ont toutes pratiquement été dénoncées par la réalité. Un rapport colonial de 1946 indiquait que la population indienne, alors de 300 millions, avait atteint le maximum possible et que dans ce contexte de conflit et de crise à venir, l'indépendance était à préconiser pour éviter à la puissance coloniale d'avoir à gérer un problème jugé insoluble. L'histoire a montré que ce pays dépasse aujourd'hui le milliard d'habitant et ne connaît plus de famines. La pauvreté n'en a pourtant pas pour autant disparue.

Dès 1971, les limites de la croissance et des miracles technologiques apparaissent et font naître de nouvelles approches (le rapport Bruntland en 1987, le rapport Meadows en 1972). La croissance ne peut être exponentielle étant donné les limites de l'accès aux ressources, les pollutions engendrées par des processus de production peu sensibles à l'environnement et mettant en péril la capacité de reproduction des systèmes, et l'évolution des marchés qui fragilisent les exploitants quand ils ne sont pas protégés par des offices par produits agricoles (« *commodity board* », Stabex ...) qui sont devenus obsolètes dans une perspective de mondialisation des échanges.

Un freinage de la croissance, une croissance plus « raisonnée », des modes de production plus durables et moins polluants deviennent les priorités. Le concept malthusien, présent derrière toutes les politiques des années 1950 à 70, est sérieusement remis en cause. Les processus de production productivistes entraînent un certain nombre d'externalités négatives (effets écologiques, déforestation, pollution, érosion des sols, baisse des nappes, pertes de biodiversité, déséquilibres régionaux....) qui entraînent des coûts sociaux globaux pour la société à plusieurs niveaux. Reconnaître et identifier ces externalités est un premier pas. Les quantifier et leur donner un coût en est un autre et on commence à peine à le faire depuis les années 1990 (pour la pollution des nappes au nitrate par les engrais à Vittel ou le lisier de porc en Bretagne). La modélisation permet justement de ré-internaliser ces externalités à condition de les avoir préalablement quantifiées. On reconnaît aussi les externalités positives de certains systèmes de culture sur l'environnement parmi les quelles l'agroforesterie a une place de choix¹ mais il faut bien admettre que la reconnaissance de la valeur de ces systèmes a pris beaucoup de temps. Sur le plan économique, le chiffrage de ces externalités pose visiblement un problème qu'il est pourtant nécessaire si l'on veut à terme ré-internaliser les coûts (ou les bénéfiques) issus de ces externalités. Certaines externalités relèvent de grandes institutions intergouvernementales (la conservation de la biodiversité) et d'autres peuvent être gérées au niveau des exploitations agricoles ou des filières et donc potentiellement réinternalisables

¹ ET aussi les cultures associées, les systèmes à couverture végétale morte ou vives et de façon plus générales, les systèmes de culture avec une rotation ou une combinaison de cultures de mettant pas en péril la reproduction du système.

(Torquebiau & Penot, 2005). De nouvelles approches telle l'éco-développement (I. Sachs, 1980) apparaissent, basée sur des concepts de base de ce qui deviendra le développement durable : une prise en charge équitable des besoins (dont une partie des ressources en conséquence), une prudence écologique sur le développement des systèmes de culture et d'élevage, la recherche de modèles endogènes à chaque contexte historique, culturel et idéologique (Griffon, 2004).

La modélisation des exploitations agricoles liée à une analyse contextuelle peut permettre de quantifier les flux et les revenus et définir les stratégies agricoles compte tenu de leurs contraintes et opportunités. Une modélisation fonctionnelle a été développée sur la base d'un outil informatique (le logiciel Olympe développé par JM Attonaty, INRA et un consortium de chercheurs (CIRAD/IAMM/IRD), (Penot et Deheuvelds, 2007) (Penot, Lebars et al, 2004). Elle est utilisée dans une approche d'aide à la décision pour les producteurs (conseil de gestion en France ou dans les projets (aide à la conception d'innovation et adéquation aux typologies d'agriculteurs (Penot, 2008). Ce texte tente de voir en quoi la modélisation peut contribuer à répondre partiellement aux questions posées par les nécessités d'un développement durable.

1 Développement durable et place de l'agriculture familiale.

« *Le développement durable c'est dans l'ordre : le social, l'environnement et l'économie* » selon I Sachs². Si la technique est le plus souvent une condition nécessaire, elle n'est manifestement pas suffisante répondre aux enjeux de durabilité. Au niveau social, l'objectif du développement est de réduire la pauvreté et les inégalités, clairement affichés par la banque mondiale depuis la fin des années 1970, ce qui, en soi, est une démarche initiale intéressante car elle s'attaque aux sources mêmes des principaux problèmes de la population rurale. L'environnement est devenue une nécessité également politique devant les abus du productivisme et la rareté (relative) de nos ressources non renouvelables (ou apparaissant comme telles). L'économie est vue comme un instrument permettant d'atteindre ces objectifs sociaux et environnementaux. Aux trois piliers originels basées sur le principe des « ressources limitées » : la primauté de l'environnement, la viabilité de l'économie au long terme et l'équité inter et intra-générationnelle, on peut rajouter un quatrième : le pilier « culturel » qui implique la prise en compte du contexte social, religieux et culturel des populations qui utilisent les ressources dans un processus de production agricoles (Griffon, 2004)³. Le développement durable s'impose aujourd'hui comme cadre consensuel, comme un projet planétaire avec des réflexions et analyses d'économistes et d'écologues, avec une primauté sur l'environnement, les politiques environnementales ou la définition de politiques agricoles centrées sur la multifonctionnalité, et une approche plutôt globales et peu encore développées réellement au niveau local, celui des producteurs. L'apport de la modélisation apparaît clairement pour la prise en compte de la complexité des caractéristiques structurelles et de fonctionnement de la multifonctionnalité de l'agriculture. Elle permet de répondre à une bonne définition de la durabilité « économique ». Economie et environnement deviennent les

² Notes sur la Conférence de Ignacy Sachs au Collège de France, à l'occasion d'un colloque du Comité d'Ethique de l'IRD, le 27 mai 2005.

³ Plusieurs sommets importants ont permis historiquement de développer et hiérarchiser ces 4 piliers ; Founex 1971 sur l'Economie, Stockholm 1972 sur l'Environnement, Rio de Janeiro 1992 sur la biodiversité, l'environnement et l'économie ensemble, Kyoto 1997 sur les gaz à effet de serre et le MND (Mécanisme de Développement propre) et Johannesburg, 2002 sur le social (Weber, 2002). Le rapport Meadows de 1972 sur les limites de la croissance, publié par le Club de Rome introduit le concept du couplage développement /environnement en suggérant la croissance zéro et provoque le débat.

piliers de la réflexion sur le développement durable qui devient une valeur incontournable et consensuelle, donc politique comme le rappellent Godard & Hubert (2002). La stabilité, issue de la durabilité appelle la paix, dont la possibilité d'un développement économique basé sur la confiance des marchés, des productions et des monnaies. La durabilité interpelle sur les effets de la mondialisation. La récupération politique du concept est rappelée par Hubert (2002) : *Le concept de durabilité réhabilite la dimension politique de la gestion des affaires des hommes* ». La Commission « Brundtland, surtout composé de spécialistes de l'environnement, affirme en 1984 « *qu'il est possible de bâtir un avenir plus prospère, plus juste et plus sûr, en le fondant sur des politiques et des pratiques permettant d'étendre et de soutenir les fondements écologiques du développement* » (Camerini, 2003). La conférence de Johannesburg sur le Développement Durable consacre définitivement le terme en 2002.

Dans tous les cas apparaît enfin le rôle primordial des acteurs : producteurs, projets et institutions de développement, Etat, acteurs liés au transport, à la commercialisation et à la vente, consommateurs etc... Un des enjeux du développement durable va tourner autour de ces acteurs spécifiques, de leurs stratégies en fonction de leurs possibilités, contraintes et opportunités, et en particulier sur un acteur majeur de la production agricole : le petit producteur familial. La définition des stratégies de production, d'innovation, l'identification des trajectoires des exploitations et l'impact des changements techniques (et ceux des politiques publiques de développement) implique l'usage d'outils de modélisation permettant une certaine quantification économique. La quantification obtenue est ainsi mise au service d'une analyse qualitative des stratégies paysannes tenant compte des contextes historiques et actuels (notion de trajectoires d'exploitation) que nous appelons contextualisation.

Deux dimensions nouvelles sont apparues avec d'une part la prise en compte de l'enjeu environnemental et, d'autre part, la reconnaissance des autres fonctions que celle de la production de l'activité agricole à travers le concept de multi-fonctionnalité. On y définit aussi des besoins sociaux, a minima pour les plus pauvres, tels la paix sociale, l'harmonie sociale et culturelle, la stabilité économique et pas seulement un nombre minima de calories⁴. On constate que les ressources naturelles ne sont pas illimitées et sont devenues un patrimoine mondial et font l'objet d'enjeux planétaires multi-acteurs (d'où les conférences internationales de 1972, 1992, 1997 et 2002). Les enjeux environnementaux sont de multiples natures et à différentes échelles. On peut identifier à l'échelle globale l'effet de serre, les pollutions agricoles, la gestion des déchets et la gestion des ressources renouvelables (pêche, chasse, qualités des eaux, forêts et déforestation, conservation de la biodiversité, désertification...). A l'échelle locale, on retrouve l'érosion, la pollution localisée des nappes phréatiques et des rivières, la déforestation dans les finages villageois et l'impact sur les bassins versants (ensablement des rizières...). Les enjeux économiques derrière ces considérations environnementales sont nouvelles et considérables, certains devant être dans un futur proche régies par des conventions mondiales (MDP⁵/Kyoto, biodiversité...). Environnement, multi-fonctionnalité et viabilité économique de l'agriculture sont donc les trois principaux thèmes de la durabilité ou du développement durable. Un quatrième pilier : le pilier culturel a été rajouté pour tenir compte des aspects culturels, historiques et plus globalement anthropologiques du développement durable. La mesure des impacts et des externalités et de leur potentielle ré-internalisation sont des marqueurs important qualifiant le Développement durable. La modélisation ex post permet effectivement de mesurer l'impact alors que la modélisation ex ante va permettre à travers une analyse prospective et la création de scénarios d'explorer les domaines du futur proche possible.

⁴ L'horreur du concept des bouches a nourrir des années 1960 !!!

⁵ MDP = Mécanisme de Développement Propre, proposé par le protocole de Kyoto à la conférence éponyme de 1997.

La théorie du développement durable a besoin de se référer aux théories du développement en leur état actuel (Coussy J. 2004). Le débat sur l'échec des explications de la croissance par une approche normative sur quelques critères (taux d'épargne ou d'investissement) doit être dépassé. La prise en compte des risques, du coût réel des instabilités et insécurité n'est pas nouvelle en soi mais leur application effective dans l'analyse des stratégies est finalement relativement récente du fait de l'incertitude croissance du monde rural et des marchés (effet de la globalisation entre autre). De fait, le développement n'est pas une utopie ou une théorie mais surtout une réalité, en Asie en particulier : *un fait historique observable* (Coussy, op cité). Mais dans cette partie du monde, il s'est le plus souvent fait en opposition à l'environnement et n'est donc pas le plus souvent durable. Le déplacement « environnement et développement » vers « développement durable » est un compromis (Guesnerie et al, 2004). Il n'y a pas effectivement de priorité d'une science ou d'une perspective sur une autre (la technique, l'économique, le social ou l'environnement), mais plutôt *une discussion sur une échelle de valeur entre la réduction inégalités, la protection des ressources, ou le taux de croissance* (Guesnerie, op cité). La recherche a finalement fait comme les entreprises, elle s'est appropriée le paradigme de développement durable d'abord pour gérer les rapports avec la société et montrer sa capacité à intégrer une certaine demande sociale. La durabilité fait bien appel au concept clair de transmission d'un patrimoine non amoindri, et, si possible, amélioré. On ira donc au delà du pléonasmisme pour entendre le développement durable, comme un développement « modernisé » qui n'est pas celui basé strictement sur le productivisme triomphant des années 50 et 60. Ce productivisme a souvent été à l'origine de catastrophes écologiques à court ou long terme : pollution des nappes par les pesticides (Bananeraies en Guadeloupe), érosion, dégradation de la fertilité des sols et des milieu (savanes à *Imperata cylindrica* d'origine anthropiques par les feux répétés en Asie du Sud-Est...), déforestation à outrance, ...et aussi a des niveaux planétaires plus globaux comme l'effet de serre, les pluies acides...Les coûts réels de telles externalités ne sont pas encore pleinement connus même si localement on possède des éléments de réponse (impact de l'érosion sur les rendements et le cout d'entretien des périmètres irrigués, coût de dénitrification des nappes...).

2 Innovation, développement durable et croissance économique.

Une agriculture durable dépend aussi des coûts de production, de la productivité, des innovations. La sécurité alimentaire et la gestion des risques sont des priorités stratégiques. Le développement rural et intégré se fait au niveau des paysages et des territoires. Les droits de propriété et l'accès à la terre constituent des facteurs importants de pérennisation des activités. La libéralisation mondiale des marchés (globalisation) implique une asymétrie de l'information et des phénomènes d'accumulation, de monopole, voire d'exclusion. Les enjeux sociaux en sont également directement liés. Les formes de régulation du marché, les politiques nationales et agricoles ; les politiques de décentralisation, de démocratisation implique la nécessité de prévoir, connaître, anticiper, appliquer des principes de précaution, mettre de mettre en place des scénarios permettant une aide à une meilleure décision. La diversité des savoirs, le mélanges des savoirs externes, scientifiques, et locaux (traditionnels) et leur trajectoires (Penot, 2001) est également une fonction importante de la compréhension des stratégies paysannes et de la soutenabilité des décisions. Le développement durable intègre donc les notions de viabilité économiques et écologiques, mais aussi les concepts d'équité sociale (ou de moindre différenciation sociale) et la diversité culturelle.

Le développement des années 1960-70 n'a pas été accompagné d'une réduction significative de la pauvreté. L'effet sur les classes de producteurs les plus pauvres n'a donc généralement pas été probant, à part éventuellement dans les zones où la révolution verte a été effective, mais l'on sait que cette dernière n'est pas durable au sens écologique et a mené d'ailleurs à la

définition de la double révolution verte (Griffon, 2000) ou l'environnement est enfin pris en compte. Le développement durable est donc censé intégrer les notions qui permettent justement d'une part une action efficace d'aide aux plus pauvres, de transmission d'un patrimoine non dégradé. Le développement a souvent été vu comme une somme d'actions visant à éliminer, ou corriger, les dysfonctionnements des systèmes, dans une perspective de libéralisme économique plus ou moins régulé par les actions de l'état. Cette pondération du marché et des dysfonctionnements par les actions de l'Etat (En Afrique en particulier avec les offices de produits et dans le reste du monde avec les « projets de développements ») a d'ailleurs eu généralement un impact non négligeable puisque l'arrêt de nombre de ces mesures à la fin des années 1990, à travers le terme de globalisation (libéralisation effective des marchés), a souvent mené les producteurs vers une précarité encore plus importante. Le développement des marchés, l'ouverture de ces derniers et la multiplicité des opportunités et des niches a aussi permis une diversification synonyme de sécurité ou de moindre sensibilité aux aléas, à la volatilité des prix internationaux ou la spéculation, un phénomène assez récent depuis les années 1990. Les blocages de type malthusiens sont réduits par la création d'une technologie plus productive à l'origine de la conception des projets de développement centrés sur les « paquets technologiques » dans une logique de priorité au changement technique et à l'impact économique direct. Une telle approche ne tient pas compte des autres facteurs, sociaux, culturels ou historiques qui font justement toute la complexité de la compréhension de l'évolution des systèmes de production que nous pourrions définir comme une forme de « contextualisation », liée à la modélisation. La vision « Shumpéterienne » du producteur en tant qu'entrepreneur a imposé la définition des domaines d'activités, et donc de l'espace de liberté dont jouissent les producteurs dans l'espace économique. Le développement n'est pas seulement synonyme de croissance économique ; il s'accompagne de transformations qui aboutissent ultérieurement à la modification du contexte et donc des processus de décision des acteurs pour s'adapter à cette évolution des contextes. Une définition du développement qui n'a pas vieilli est celle de Francois Perroux (1964) : « le développement est la combinaison des changements en taux et sociaux d'une population qui la rend apte à la faire croître, cumulativement et durablement son produit réel global ». La référence à l'évolution des mentalités et des règles sociales nous apparaît ici primordiales et finalement très en avance pour l'époque (1964 !!!) car la notion de durabilité y est déjà présente. Il reste aussi à définir le « produit réel global ». La notion de produit a aussi évolué avec la prise en compte des fonctions multiples de l'agriculture ou les produits ne sont pas toujours et seulement des objets monétarisés. *Sans croissance économique, il y aura un manque de ressources disponibles* : ne serait ce que par l'augmentation naturelle de la population et par l'augmentation croissante des besoins de base de la population. *Sans environnement sain, la productivité dévorera la base du progrès humain*, en référence à la qualité de l'environnement et donc à la durabilité écologique. Sans justice sociale, les inégalités consumeront les meilleurs efforts envers un changement positif, ce qui pose le problème de l'équité. On retrouve dans cette définition les éléments de base de la définition des « livelihood systems » posés par Chambers et Conway (1992). L'équité sociale, facteur de paix et de sécurité ; donc d'équilibre ; concours à la durabilité. Le vrai développement est centré sur les êtres humains. L'acteur est toujours partie d'un système, technique, social, économique et politique. L'acteur et le système, dans un contexte donné sont donc indissociables (Crozier et al, 1978).

La durabilité, sur le plan social, appelle à l'équité ; source de non-conflits et de distribution juste et raisonnée des fruits de la croissance (par définition inexistante dans la théorie néolibérale basée sur la concurrence et la disparition des plus faibles). L'équité est contingente au droit, ou des formes de régulations dont se dotent les sociétés, droits coutumiers traditionnels

ou droit « écrit « moderne » de type Napoléonien, et renvoie donc aux valeurs qui fondent une société. Le lien avec la stabilité d'une société est évident puisque c'est bien quand l'inégalité sociale atteint un état incompatible avec les valeurs sociales partagées par tous qu'elle devient alors inacceptable et génère des tensions aboutissant à diverses formes de violence plus ou moins déstabilisantes, de la grève à la guerre civile...). On peut d'ailleurs tenter de mesurer la capacité d'un système à résister aux attaques et aux aléas à travers la mesure de robustesse ou de résilience et sa capacité à résister aux chocs et à revenir à sa situation initiale, ou du moins à différents cas de figure ne remettant pas en cause sa stabilité à long terme. On parle d'écosystèmes résilients mais il en est de même avec les sociétés humaines, soumis à de nombreux chocs et pressions de toute nature. La diversité, en opposition à la spécialisation, est souvent apparue comme génératrice de résilience.

Le développement passe donc par la prise en compte de la durabilité, de la stabilité, de l'équité, autant de facteurs non strictement technico-économique qui nous éloigne de la vision simpliste du productivisme des années 1950 et nous amène à considérer les zones rurales agricoles comme des systèmes complexes. On reconnaît la complexité de la gestion des ressources naturelles par les communautés, par les producteurs, la complexité de la prise de décision dans des environnements au mieux incertains, au pire, risqués, et la complexité de la satisfaction des besoins de l'acteur particulier qu'est le producteur. Ces besoins vont bien au-delà de la simple satisfaction de besoins de base et le dépassement d'une ligne imaginaire appelée ligne de pauvreté par la simple expression du revenu. La complexité d'un système appelle des solutions souvent aussi complexes par la nature des inter-actions entre facteurs liés à la décision et leur impact. Il n'y a pas de solution miracle, de panacées, de messages technologiques universels, de réponses simples à des problèmes complexes. La nature même de cette complexité a été niée pendant des décennies en matière de développement en zone tropicale. Un développement durable serait donc inscrit dans des limites de viabilité : un espace particulier que l'on pourrait comparer à l'enveloppe de vol d'un avion⁶ : à l'intérieur de cette dernière, tout est possible, en dehors de celle-ci, le risque augmente très rapidement, pouvant aller jusqu'à la destruction. Il nous appartient donc de définir avec précision cette espace de viabilité à caractère multiple (social, technique, économique et politique).

La croissance continue pour toute la planète apparaît donc comme un leurre, ou un vaste mensonge selon la position politique que l'on adopte. L'idée de développement contient au passage la notion d'évolution historique et la prise en compte de l'épaisseur du temps. La perspective historique ne peut donc pas être absente d'une analyse contextualisée de l'évolution des systèmes de production. L'agriculture a souvent été considérée comme le fondement initial du développement, en plusieurs temps : agraire d'abord, industriel ensuite, tertiaire enfin (Lewis, 1954, Mazzoyer, 2001). Cette approche a souvent été vérifiée en Europe de l'Ouest, en Indonésie, en Inde, au Mexique.... Elle a souvent été permise par le biais d'un financement du développement agricole obtenu par la mise en valeur de ressources naturelles, le plus souvent le pétrole, à condition que celle-ci ait été bien gérée (ce qui n'a pas été le cas pour d'autres pays comme l'Algérie ou le Nigéria). Cependant, l'Industrie a aussi offert des biens de productivité (semences, engrais, pesticides..) et des offres d'emploi (dans la pluri-activité aussi..) à l'agriculture qui devient alors un débouché de l'industrie ? L'industrie agro-alimentaire, avec la transformation des produits de base en produits plus complexes, est devenue de fait le moteur de la productivité du secteur agricole, en France ou en Indonésie par exemple. Cette transformation des produits, et l'évolution de la demande des consommateurs, a aussi débouché sur des réglementations, un souci de qualité et de traçabilité croissant. Tout système est soumis à une loi d'émergence (griffon, 2004) ou à partir de plusieurs avenir possibles, un seul se dégage du fait des circonstances particulières à ce

⁶ Les limites du domaine de vol sont comprises dans l'enveloppe de vol d'un avion qui déterminent les limites de conditions de vol pour des conditions météorologiques et des conditions d'utilisation données.

temps donné. Si le hasard est primordial, le schéma est de type darwinien, par contre, il devient en « auto-organisation évolutionnaire » sous la pression environnementale. D'autres types de pression, économique, politiques ou techniques jouent sur l'évolution des systèmes, d'où l'intérêt des simulations et de l'analyse prospective permettant l'éliminer les scénarios les moins probables et de proposer des futurs possibles en fonction des contextes potentiels.

La croissance est une succession de déséquilibres comme le rappelait Hirschman (1958) avec des effets de complémentarité. Le développement n'est donc, et ne peut pas être, linéaire car il dépend de facteurs complexes, plus ou moins en interactions, qui créent des phases d'innovations, de changements techniques ou organisationnels, des évolutions des systèmes techniques et sociaux avec plus ou moins de cohérence, générateur de stabilité ou de conflits, d'inertie etc.. L'équilibre n'est donc, dans cette approche, qu'un état temporaire, qui peut être viable (avec une forte résilience) ou non viable si il est instable (équilibre apparent). Il ne peut pas non plus y avoir de croissance sans limite comme dans la théorie (théorie de la transformation sectorielle) car cette dernière ne prend pas en compte la nature limitée et fragile de certaines ressources renouvelables. L'érosion ou la déforestation rend plus fragile les sols, leur potentiel de production et augmente le risque de perte sur les cultures.

3 Pour une prise en compte raisonnée du risque

Le risque climatique ou économique apparaît comme un facteur primordial à prendre en compte et une partie de la résilience d'un système sera dépendante de la capacité à identifier et gérer les risques de toutes nature, en particulier les risques techniques (dits « de culture »), les risques climatiques, les risques économiques (liés à la volatilité des prix) et les risques écologiques longtemps négligés au profit d'une rentabilité immédiate (Penot, 2004).

La gestion du risque dans un monde devenu de plus en plus incertain et dérégulé apparaît comme une composante majeure des stratégies paysannes. Les phénomènes de diversification des cultures et activités, la recherche de systèmes de culture plus durables et moins soumis aux aléas dont certains on fait leurs preuves depuis longtemps (les systèmes agroforestiers par exemple) deviennent prioritaires pour les producteurs. L'incertitude génère une forte demande en sécurité et, de façon générale, en stabilité. On peut définir des degrés d'acceptabilité du risque, donc des seuils. Les tests de robustesse d'un choix technique et de résilience d'un système de production permis par la modélisation relève de cette démarche. Si l'optimum (issu de la programmation linéaire par exemple) a souvent été le but recherché dans les démarches productiviste, voire sectorielle, il apparaît souvent risqué. Le risque minimum, considéré comme acceptable par l'acteur, est devenu la norme d'autant plus que le contexte devenait incertain et surtout de plus en plus imprévisible. Si la programmation linéaire utilisée dans la recherche de l'optimum (ou de la maximisation d'un facteur de production), a eu son heure de gloire dans les années 1960 et 1970, la modélisation et la recherche de solutions plus souples et moins risquées a pris le pas en intégrant le comportement des acteurs, rarement centré systématiquement sur la maximisation ou même l'optimisation, mais plutôt à la recherche d'un équilibre minimisant les risques.

Risque et décision sont donc étroitement liés. Du conseil « *top down* » (du centre à la périphérie ou via la voie hiérarchique du haut vers le bas) à l'« aide à la décision », on intègre les notions de prévision, d'anticipation, ou plus exactement de prospective. On recherche des mécanismes de stabilisation et on tente d'organiser la réactivité des acteurs. L'incertitude augmente aussi le besoin d'assurance et de précaution. Ce changement de posture a fondamentalement changé le travail des chercheurs car les actions dérivées des recommandations intègrent l'impact potentiel. Le concept de durabilité a finalement plusieurs dimensions et l'on peut distinguer les aspects environnementaux, économiques, sociaux et institutionnels des systèmes durables :

- La **durabilité environnementale** concerne la productivité des ressources naturelles vitales, conservée ou si possible améliorée pour les générations futures.
- La **durabilité économique** concerne le maintien ou l'amélioration d'un niveau de vie, lié à des niveaux de revenus. Le maintien d'un certain niveau de dépense requiert un maintien à terme du revenu supportant cette dépense. La durabilité économique est obtenue lorsqu'un niveau minimum de bien-être économique peut être maintenu à terme.
- La **durabilité sociale** porte sur l'exclusion sociale (minimisée) et l'équité sociale (maximisée). Une initiative est socialement durable si elle repose sur un ensemble donné de relations et d'institutions sociales pouvant être entretenues ou adaptées à terme.
- La **durabilité institutionnelle** est atteinte lorsque les structures et les processus en vigueur ont la capacité de continuer à jouer leur rôle à long terme. Elle est obtenue lorsque les institutions, les structures et les processus ont la capacité de continuer à exercer leurs fonctions sur le long terme.

Ces quatre modalités sont inter-actives et l'analyse de l'une entraîne la prise en compte partiellement des trois autres et donc des risques afférents. La durabilité environnementale a longtemps été reléguée derrière les nécessités immédiates de la croissance productiviste et confinée aux mouvements dits écologiques pour finalement, revenir au premier plan dans les années 1990. La durabilité institutionnelle a ouvert la porte sur les problèmes de gestion gouvernementale de sujet tels que l'agriculture ou l'environnement et plus globalement de gouvernance. Seuls les deux premiers types de durabilité sont éventuellement modélisables avec un certain niveau de quantification et des outils simples de mesure du risque.

4 Développement et politiques publiques

Certaines politiques publiques ont été développées pour contrer ces cycles, déséquilibres et autres contraintes sur le développement : i) planification, rôle plus important de régulation par l'Etat (Keynes) avec les offices par produits ou les politiques de correction des asymétries d'information sur les prix, contrats et marchés par exemple, ii) ajustement structurel en Afrique dans les années 1980, iii) aide publique au développement par le biais de crédits et d'assistance technique pour contrer les faillites ou mauvaise gouvernance des états (corruption...)...et plus récemment sous le vocable pour le moins généraliste et flou de lutte contre la pauvreté (« poverty alleviation »). Les politiques d'ajustement structurel si chères au FMI et quelque fois contre l'avis de certaines autres institutions (Banque Mondiale, Stiglitz...) ont permis une certaine stabilité macro-économique, au détriment du social sous l'hypothèse, fallacieuse pour certains mais hélas confirmée depuis, qu'une structure qui marche bien autorise le développement de chacun et donc un développement tout court. La situation de la plupart des Etats africains en 2009 peut effectivement nourrir quelques doutes à ce sujet. Ces politiques ont aussi permis l'ouverture extérieure et la libéralisation intérieure ce qui a quelque fois été dévastateur pour des pays peu préparés et surtout peu compétitifs. Les consignes de libéralisation ont d'ailleurs souvent été prises en défaut par rapport aux effets recherchés localement par des projets de développement « sectoriels » devenus « intégrés » ou « durables » dans les années 1990 et 2000. . Elles ont été progressivement démantelées (dérégulation) sous le prétexte qu'elles limitaient les potentialités de croissance par la liberté économique. Cette dérégulation accompagnatrice de la mondialisation et du désengagement global de l'Etat au niveau du développement en général et de l'agriculture en particulier a le plus souvent débouché sur la fragilisation accentuée du monde rural agricole et augmenté les inégalités sociales. Le jeu des acteurs, leurs stratégies, leurs trajectoires sont devenus des objets de recherche importants dans un monde plus global, plus fragile (phénomènes de

dépendances), mais aussi plus flou du à l'incertitude sur les prix et l'évolution des marchés. L'importance accrue du secteur privé au détriment des fonctions traditionnelles des Etats a ainsi fait émerger les entreprises comme un des acteurs principal dans cet Etat libéral que nous rencontrons sur toute la planète. Les spécificités des pays, des politiques tend à être gommée par le caractère apparemment universel et universaliste de la politique de globalisation/mondialisation. Les paysans, et surtout les organisations paysannes, deviennent des enjeux de développement de plus en plus assuré par une nouvelles catégorie d'acteurs ; les ONG et les associations.

L'Etat se définit un rôle dans des actions de contrôle, correction et gouvernance entre les deux grandes philosophies économiques que sont le laisser faire des acteurs économiques (libéralisme) et le contrôle étatique plus marqué sous la forme de la planification. L'enjeu de base de tout développement durable est donc d'assurer l'enrichissement des sociétés, enrichissement par nature toujours inégal, sans créer de fractures sociales génératrices de conflits et de violences. On peut donc se poser la question en terme de « trajectoire » de développement durable comme on le fait pour les trajectoires des exploitations agricoles. La définition d'une trajectoire implique de prendre en compte le patrimoine et ses modes de transmission. La dynamique de fonctionnement des systèmes agraires, leurs trajectoires et les éléments qui les déterminent sont donc au cœur de notre analyse sur l'évolution des systèmes de production et la définition des stratégies. Si la structure et les modes de fonctionnement (régulations) des sociétés nous intéressent, les flux, dons, échanges, rapports de production entre individus nous sont encore plus nécessaires pour comprendre les conditions de la production agricole.

Le concept de pauvreté est assez réducteur et peu opérationnel du fait du flou autour de sa définition. La pauvreté ce n'est pas seulement un revenu manifestement inférieur a des standards, c'est aussi un problème d'accessibilité à des services (crédit ...), une information technique, des valeurs sociales, l'éducation...). Landais (2002) identifie des « valeurs-objectifs » au développement durable. Les composantes sociales chères a Conway (équité, justice sociale, qualité de vie..) implique une sociale du développement durable, ou durabilité sociale. Ainsi, Conway (1987) définit la durabilité comme la capacité d'un agro-éco-système à maintenir sa productivité lorsqu'il est soumis à des événements perturbateurs majeurs, de toute nature. Il introduit ainsi la notion de résilience. La définition du développement durable de IUCN (1992) est basée sur ces principes : « *Living sustainably depends on accepting a duty to seek harmony with other people and with nature. The guiding rules are that people must share with each other and care for the Earth. Humanity must take no more from nature than nature can replenish. This in turn means adopting life-styles and development paths that respect and work within nature's limits* » (IUCN, WWF & UNEP, 1992). Altieri (1989) définit l'agriculture durable comme un système qui vise à maintenir sa productivité sur le long terme, sans dégrader les ressources utilisées. Landais (2002a) propose un cadre conceptuel de la durabilité basé sur les quatre éléments suivantes : i) un lien économique, entre exploitation et territoire, 2) un lien social, mode s'insertion de l'exploitation les réseaux sociaux et économiques, iii) un lien intergénérationnel (transmission patrimoniale) et iv)un lien environnemental et écologique, entre l'exploitation agricole avec son environnement naturel. Comme le rappelle S Perret, avec Landais (2002b), *on ne peut que reconnaître la difficulté à traduire en termes scientifiques le projet de développement durable, en particulier eu égard à ses dimensions idéologiques, politiques et éthiques. Les nouvelles postures de recherche qu'il impose nécessitent notamment l'abandon de l'expérimentation normative et l'appréhension de nouvelles échelles spatiales et temporelles, plus vastes.*

5 Quelle recherche-action pour un développement durable

Le caractère « durable » du développement intègre donc les éléments sociaux, techniques et économiques qui concourent à la stabilité et surtout à la non- dégradation du patrimoine « global » légué par les générations successives. on peut noter une évolution intéressante des institutions de développement, de financement (les bailleurs de fonds) et de recherche (dans l'accompagnement), et, finalement, des politiques des pays concernés de l'approche productiviste universaliste des années post seconde guerre mondiale à la prise en compte de l'environnement, du caractère multifonctionnel de l'activité agricole, de la pluri-activité, et des facteurs sociaux et historiques qui font que l'homme, produit de son histoire et de son contexte, débouche sur l'acteur... les acteurs d'ou la prise ne compte de la nécessité de comprendre les systèmes complexes que sont les systèmes agraires.

Se pose donc le problème de l'opérationnalité de toute action de développement et en particulier des modalités de la recherche-action dans son rôle crucial dans l'appui aux communautés rurales dans l'innovation et la mise en pratique d'une gestion durable de leur environnement (Allen, 2000). L'opérationnalité de la modélisation est également en question. De même que l'usage immodéré d'un outil de modélisation peut aboutir à une instrumentalisation stérile, l'engagement dans ce genre d'intervention peut entraîner l'agronome à confondre réussite dans l'action (si tant est qu'il y ait réussite) et validité des connaissances comme le rappelle Sébillote (1994). *Le domaine de la recherche-action constitue en fait une famille de méthodologies ,initialement définies et expérimentées par des chercheurs en sciences sociale* (Lewin 1945, 1947 ; 1951 cité par Liu 1994, Selener 1997, Allen 2000) comme le rappelle S Perret (op cité). Les démarches participatives du mouvement *farming system* (Chambers 1983, Collinson 1985, Hildebrand 1978, Mettrick, 1993....) sont apparentées à la recherche-action, développée et théorisées ensuite par Tourte, Lefort, Albaladejo & Casabianca, Ces approches ont privilégiées les recherches participatives, pour finalement intégrer le « partenariat » basée sur la concertation, une méthodologie commune et une volonté partagée d'action.

Les outils existent tant pour la modélisation/formalisation des systèmes de production que pour la vérification des hypothèses techniques, mais le cadre d'action, le développement durable, est assez flou pour ne pas permettre une focalisation opérationnelle immédiate ayant un impact réel sur le développement (Feintrenie et Penot, 2004). Il y a donc nécessité de mieux comprendre les éléments du développement durable qui vont être potentiellement réellement opérationnels dans notre approche sur la compréhension des stratégies paysannes. Se pose alors une question majeure : la gestion des ressources sur une base durable peut elle être réellement prise en charge par les populations rurales ?

Une approche de développement durable réellement opérationnelle s'inscrit donc bien dans la rencontre entre des acteurs, dont les producteurs sont à la source de la génération de biens et services commerciaux et environnementaux, et également générateurs d'externalités, et un territoire qui focalise ressources, enjeux, espoirs et potentialités de la population qui lui est associé. Il est d'ailleurs symptomatique que l'on ait souvent ressenti la nécessité de mettre en place des observatoires pour être capable de suivre les dynamiques en cours dans des espaces agraires eux-mêmes imbriqués dans un monde globalisé en pleine mutation rapide depuis la fin des années 1990 La modélisation avec l'outil Olympe permet également une approche régionale plus particulièrement développée par Legrusse et al (2006) ?

La prise en compte des externalités en est peut-être le facteur le plus marquant qui a débouché réellement sur de nouvelles politiques comme par exemple celle des CTE avec la prise en compte de la multi-fonctionnalité dans la PAC 1999 (Politique Agricole Commune). Comme

nous le rappelle R Lifran⁷, Azariadis (1985), en identifiant l'existence de seuils pour les externalités produites par l'agriculture (pollution, dégradation des milieux) a ouvert la voie à la recherche sur les « trappes de développement ». Le caractère irréversible de certaines dégradations ou évolutions (pollution d'une nappe sous-terrainne par exemple) induit des trappes au sens d'une impasse technique, menant généralement à des coûts de réhabilitation soit exorbitants soit impossibles à supporter pour une communauté. Bien évidemment ceci implique un point de vue particulier sur les processus d'innovation et le changement technique, sur les processus d'intensification et l'emploi de quantités non négligeables d'engrais et de pesticides dont l'action sur l'environnement ne peut plus être négligé.

Il y a une différence fondamentale de rationalité entre intensification et optimisation des activités à l'échelle des ménages agricoles. La diversité et la diversification ont d'ailleurs un statut paradoxal dans la pensée économique comme dans la pensée agronomique (Lifran, Salles, 2005). L'analyse des stratégies de développement fondées sur la seule intensification (dans une optique productiviste) ont montré des échecs comme des succès marqués (comme la révolution verte à Java dans les années 1970 ou les projets sur les plantes pérennes en Malaisie, Indonésie et Thaïlande dans les années 1980). Les contraintes d'allocation du temps, de capital réellement disponible et de trésorerie justifie une approche de modélisation à l'échelle du ménage/système de production, mais aussi à l'échelle des communautés villageoises du fait des nombreuses interactions entre exploitations agricoles sur l'accès et la gestion des ressources.

Une approche opérationnelle et conceptualisée du développement durable implique donc d'identifier les processus d'innovations, les modalités du changement technique et les règles, au sens des arrangements institutionnels, nécessaires pour maintenir une cohérence entre développement économique et maintien d'un environnement permettant la durabilité économique et écologique. Une telle approche, telle le rappelle Lifran (2006) : *consiste à relativiser une conception de la production agricole reposant sur la substitution 'intrants chimiques aux équilibres des agro-systèmes, pour adopter la vision d'une production agricole utilisant au mieux les équilibres de la nature comme inputs.*

Conclusion

Les années 1990 ont été marquées par un renouveau de l'économie du développement. La globalisation, ses excès, la constatation de la présence « d'éléphants blancs » du développement⁸ et de la non-neutralité politique du développement en lui-même, tant pour les financeurs que pour les pays qui ne bénéficient, n'y sont pas étrangers. Les défaillances sociales graves des programmes d'ajustement structurel en Afrique, la remise en cause des liens entre croissance/inégalités et croissance/pauvreté et finalement les leçons apprises de l'application de la théorie sur la croissance, les interrogations sur les modes de gouvernance et le rôle de la démocratie dans le développement ont créé les conditions d'une réflexion plus générale sur le pourquoi et le comment du développement et sur les extensions jusque là oubliées : environnement, externalités, multifonctionnalités et gouvernance. Le réductionnisme initial du développement centré sur la croissance pure doit beaucoup à la diffusion d'un *utilitarisme vulgaire appliqué aux sciences économiques*, et relève plus d'une emprise croissante de l'idéologie libérale, systématiquement prônée par les institutions internationales que sont la banque mondiale, le FMI ou l'OMC. Comme le rappelle B Prévost⁹ « *Les limites d'une approche en termes purement matériels (croissance du PIB par habitants pour définir*

⁷ Dans une note sur un projet ADD en 2005 sur la riziculture malgache

⁸ ainsi sont dénommés les projets pharaoniques, démesurés, inadaptés ou tout simplement totalement inefficaces qui ont fleuri dans les années 1960-80.

⁹ Dans une conférence sur « philosophie et idéologies de la lutte contre la pauvreté, CIRAD, 12 avril 2006.

le développement, revenu net par personne pour définir la pauvreté.....) ont ainsi conduit à élargir les notions et concepts mobilisés pour reformuler les impératifs du développement, à l'occasion de sommets internationaux comme ceux du Millénaire ou de Monterrey. C'est ainsi, par exemple, que l'idée de durabilité finit, progressivement, par englober toutes les dimensions du développement. »

On part du principe que parmi les principaux acteurs du développement rural, les producteurs occupent une place primordiale car ils ont à l'origine des processus de production et de transformation du milieu qui génèrent ces productions. La prise en compte des différentes aspects de la durabilité appelle donc l'analyse à plusieurs niveaux : individuels/Collectifs, micro/méso économique et lien avec le monde supra territoire, l'Etat, le macro économique (niveau national et international), niveau de flux entrées sorties mais aussi celui des externalités, etc. Le prix des produits exportés est par nature le lien le plus immédiat qui conditionne les revenus et les stratégies des producteurs de produits d'exportation issus de plantes pérennes. La modélisation des exploitations agricoles peut alors apporter dans ce contexte une quantification relativisée par le contexte. La mesure de l'évolution du lieu agro-écologique fait largement appel à des mesures quantitatives dénuées de toute valeur marchande directe mais dont les effets peuvent le plus souvent être indirectement mesurés (une chute de rendement par exemple suit à une dégradation des sols ...).

Le problème avec les données économiques sur la gestion des exploitations est qu'elles sont très marquées dans le temps, donc périssables, et ne peuvent être extrapolées ou réellement valorisées que si elles ont été utilisées dans un outil de prospective permettant la prise en compte de une ou plusieurs données en fonction d'hypothèses de base. La modélisation (formalisation), et la simulation (outil), apporte alors la souplesse d'interprétation possible de l'évolution des systèmes et confère un caractère dynamique à des données initialement statiques et datées.

Enfin, si la plupart des externalités dues à l'agriculture sont connues, elles ne sont politiquement et économiquement reconnues que depuis peu ce qui pose le problème de la détermination de leurs valeurs en tant que biens, services ou contraintes. Il est alors possible de valoriser les connaissances que ces externalités en les intégrant dans un calcul économique plus global. Nous avons ici la réalisation concrète d'un des enjeux du développement durable que d'être simplement capable d'intégrer économiquement les éléments qui le composent.

Plus prosaïquement, le contexte maintenant incontournable du développement durable, tant dans la recherche –action que dans les actions de développement elle-même nous force à intégrer ce qui était autrefois négligé, mais finalement non négligeable et appelle à de nouveaux outils permettant une souplesse d'analyse, par la modélisation et la prospective. C'est donc cette perspective particulière qui m'a amené à développer des travaux dans le domaine de la modélisation autour d'un outil repensé pour nos besoins plus spécifiques, tenant compte en particulier des spécificités des cultures pérennes, sur longue période.

Les grandes conventions sur le climat la biodiversité et le développement durable ont aussi créé le besoin d'une réelle capacité de réponse aux enjeux posés par ces questions. Les partenaires politiques et institutionnels ont donc aussi demandé d'approcher et d'outils permettant d'intégrer cette « nouvelle donne ». Un exemple concret pourrait être celui du problème des puits de carbone et du marché associé au mécanisme de développement propre qui doit normalement démarrer en 2012. Il faut donc être capable de répondre à ces enjeux en les anticipant et en étant capable de proposer des solutions (économiques et techniques). Un autre exemple est celui de la prise en compte de la multi-fonctionnalité de l'agriculture, l'évolution des CTE vers les CAT et les diverses voies possibles de subventions des activités agricoles. Les modalités possibles offertes aux agriculteurs en France impliquent de pouvoir disposer d'un outil de modélisation permettant toutes les comparaisons possibles avec une

analyse sur les risques et les variations de tous les prix et coûts. Un des partenaires les plus actifs du réseau sur la modélisation des exploitations agricoles avec Olympe¹⁰ est justement le BTPL, un organisme regroupant des coopératives laitières dont l'enjeu actuel est de passer de l'ancienne PAC à la nouvelle en intégrant aussi les nouvelles modalités de ces contrats.

Une modélisation économique réellement fonctionnelle et opérationnelle de l'exploitation agricole peut aider, et qu'outil, à une quantification, à une vision dynamique des évolutions et finalement à l'aide à la décision. Le cadre global de l'analyse sur le secteur de la production a changé depuis les années 1980 et les éléments constitutifs d'un développement durable sont devenus incontournables. L'utilisation d'un outil dédié (Olympe) permet alors de construire des scénarios prospectifs, de tester des hypothèses et de mesurer sur le plan économique (revenus, productivité du travail...) l'impact des changements techniques. L'usage d'un outil commun permet de réaliser des analyses comparatives intéressantes, d'utiliser un vocabulaire technique ou économique commun et de travailler sur des bases. Understanding the dynamics of farming systems is a key factor in our ability to deal with changes in a very rapidly changing world and the characterization of farming systems can no longer provide only a static picture at a given date as sustainable development takes into account the factor "time" in the long run. Innovations and technical changes leading to new farming pathways are of primary concern to development stakeholders in the context of globalization, decentralization and privatization processes which have largely contributed to the reduction or even withdrawal of Government support from the agricultural and rural sector.

Références

- Aknin, A., Géromini, V., Schembri, P., Froger, G. & Méral, P. (2002) Environnement et développement. Quelques réflexions autour du concept de développement durable. In : *Développement durable. Doctrines pratiques, évaluations*. IRD Editions, Paris, France, pp51-71
- Albaladejo, C. & Casabianca, F. (editors) (1997) *La recherche-action: ambitions, pratiques, débats*. Document Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, num. 30. INRA, Versailles, France
- Albaladejo, C. & Casabianca, F. (1997) Eléments pour un débat autour des pratiques de recherche-action. In : *La recherche-action: ambitions, pratiques, débats*. Document Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, n° 30. INRA, Versailles, France, pp127-149.
- Attonaty, J.M., Le Grusse, P., Le Bars, M. (2000) Towards new instruments to help negotiation concerning irrigation. In: *International Symposium of Information Technology*, December 1-4, 2000, Beijing, China, 8p.
- Attonaty, J.M., Chatelin, M.H., Garcia, F. (1999) Interactive simulation modelling in farm decision making. *Computers and Electronics in Agriculture* 22 (1999): 157-170
- Aubry, C. (1995) *Gestion de la sole d'une culture dans une grande exploitation. Cas du blé en grande culture dans la région picarde*. Thèse de doctorat INA-PG, Paris, France, 283p et annexes.
- Azariadis, C., 1990, Threshold externalities in Economic Development, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 105, n°2, pp. 501-521.
- Barzman M, Caron, P, Passouant, M et Tonneau JP. Observatoire Agriculture et Territoires Étude pour la définition d'une méthode de mise en place d'observatoires Le présent document

¹⁰ Dont l'auteur est, avec Olivier Deheuvels, CIRAD-CP, un des animateurs scientifiques pour le pôle montpeliérain.

constitue le rapport d'une étude financée par le ministère de l'agriculture et de la pêche – DGER – sur le chapitre 37 11.

Borlaug,-N-E (2003). The green revolution: its origins and contributions to world agriculture. *Journal-of-Bioresource-Sciences*. 2003; 4(1): 11-22.

Borlaug,-N-E (1999) How to feed the 21st century? The answer is science and technology. In "The-genetics-and-exploitation-of-heterosis-in-crops-Proceedings-of-an-international-symposium,- edited by Coors,-J-G; Shivaji-Pandey, CIMMYT,-Mexico-City,-Mexico,-17-22-August,-1997. 1999;

Borlaug,-N.E.; Narvaez,-I.; Aresvik,-O.; Anderson,-R.G.A green revolution yields a golding harvest.*Columbia Journal of World Business*, 4. Sept/Oct 1969. p. 9-19.

Bedu, L., Martin, C., Knepler, M., Tallec, M. & Urbino, A. (1987) *Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement*. Département Systèmes Agraires du Cirad, ENSSAA Dijon, CNEARC Montpellier, Collection Documents Systèmes Agraires, n°8, Montpellier, France

Benoit, M. *et al.* (1988) *Diagnostic global d'exploitation agricole : une proposition méthodologique*. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, INRA-SAD, 47p. 128

Biarnès, A. & Milleville, P. (1998) Du fonctionnement de l'agrosystème aux déterminants des choix techniques. In : *La conduite du champ cultivé. Points de vue d'agronomes*. Orstom Editions, collection A travers champs, Paris, France, pp13-25.

Bosc, P.M. & Jamin, J-Y. (1995) Diffusion des techniques: conditions d'adoption et effets des innovations. In: *Innovations et Sociétés, quelles agricultures ?, quelles innovations ?*, Vol. 3, INRA-CIRAD-ORSTOM publishers, Montpellier, France, pp151 -173.

Boserup, E (1965).

Boulaine, J. (1992) *Histoire de l'agronomie en France*. Lavoisier, Collection Tech & Doc, Paris, France.

Brossier, J. (1987) Système et système de production. Note sur ces concepts. *ORSTOM, Cahiers de Sciences humaines*, 23(3-4) : 377 -390.

Camerini, C. (2003) *Les fondements épistémologiques du développement durable. Entre physique, philosophie et éthique*. Editions L'Harmattan, Paris, France, 139p.

Capillon, A. & Sébillotte, M. (1980) Etude des systèmes de production des exploitations agricoles. Une typologie. In : *Séminaire Inter-Caraïbes sur les systèmes de production. Pointe à Pitre, 4-8mai 1980*, IICAINRA, Paris, pp85-111.

Capillon, A. (1985) Connaître la diversité des exploitations : un préalable à la recherche des références techniques régionales. *Agriscopes*, 6 : 31-40.

Capillon, A. (1993) *Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques*. Thèse de Doctorat de l'INA-PG, Tome I, institut National Agronomique Paris -Grignon, France.

Cerf, M., Papy, F., Aubry, C. & Meynard, J.M. (1990) Théorie agronomique et aide à la décision. In : Brossier, J. *et al.* Editeurs, *Modélisation systémique et systèmes agraires. Décision et organisation*. INRA, Paris, France, 181-202.

Chambers, R. (1983) *Rural development : putting the last first*. Longman publisher, London, UK.

Chia, E. (1987) *Les pratiques de trésorerie des agriculteurs. La gestion en quête d'une théorie*. Thèse de 3eme cycle, Faculté de Sciences Economiques, Université de Dijon, France, 510p.

Conway, G. (1987) The properties of agroecosystems, *Agricultural Systems*, 24 : 87-117.

Crozier, M. & Friedberg, E. (1977) *L'acteur et le système*. Editions du Seuil, Paris, France, 437p.

- Couty J. Cent fois sur le métier. *Courrier de la planète*, N ° 74, octobre- décembre 2004. P 28-32.
- Darré, J.P. (1996) *L'invention des pratiques dans l'agriculture. Vulgarisation et production locale de connaissance*. Editions Karthala – CNRS, Collection Hommes et Sociétés, Paris, France, 194p.
- De Bonneval, L. (1993) *Systèmes agraires, systèmes de production. Vocabulaire français-anglais*. INRA éditions, Paris, France, 285p.
- Deffontaines, J.P. (1991) L'agronomie, science du champ. Le champ, lieu d'interdisciplinarité : de l'écophysiologie aux sciences humaines. *Agronomie*, 11 : 581-591.
- Deffontaines, J.P. (1998) *Relations entre la gestion des ressources naturelles et le développement durable en agriculture ? Un point de vue d'agronome*. Contribution aux Journées Nature, Sciences & Sociétés, 1998, 5p.
- Dent, B. (1994) Théorie et pratique en recherche-système: considerations sur le role de la modélisation. In : *Recherches -Système en Agriculture et Développement Rural* , Symposium International, Montpellier, France, 21- 25 Novembre 1994, pp110-121.
- Deheuvels O. & Penot E., 2008. Olympe, a multiscale tool to explore management options in Agroforestry Systems. In: B. Rapidel, O. Roupsard and M. Navarro (Editors), *Modelling agroforestry systems with perennial crops: connecting agroforestry researchers with modellers*. CATIE, Turrialba, 25-28 Feb 2008.
- DFID (1999) Sustainable livelihoods guidance sheets. DFID, London, UK. livelihoods@dfid.gov.uk
- Dixon, J. & Gulliver, A. (2002) *Farming systems and poverty. Improving farmers' livelihoods in a changing world*. FAO-World Bank, FAO Publisher, Rome, Italy, 412p.
- Dubois, J.L. & Mahieu, F.R. (2002) La dimension sociale du développement durable : réduction de la pauvreté ou durabilité sociale. In : *Développement durable. Doctrines, pratiques, évaluations*. IRD Editions, Paris, France, pp73-94.
- Dupré, G. (éditeur) (1991) *Savoirs paysans et développement*. Editions Karthala – Orstom, Paris, France, 526p.
- Feintrenie L., Jacmin C, Penot E. (2006). L'exploitation agricole familiale au Cambodge à travers les âges... numéro spécial des Cahiers Agricultures : « L'exploitation agricole, mythe ou réalité ? ».
- Gras, R. et al. (1989) *Le fait technique en agronomie : activité agricole, concepts et méthodes d'études*. Editions Inra, L'Harmattan, Paris, France.
- Guesnerie, R. (présidé par) (2003) *La recherche au service du développement durable*. Rapport du groupe de travail, Ministère Délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, Secrétariat d'Etat au Développement Durable, Paris, France, 43p.
- Guesnerie R., Henry C. & Tibiana L. Au delà des mots d'ordre. *Courrier de la planète*, N ° 74, octobre- décembre 2004. P 28-32.
- Godard, O., 1994, Le développement durable : paysage intellectuel, *Nature, Sciences et Sociétés*, vol. 2 (4)
- Godard, O. et J.M., Salles, Entre Nature et Société, les jeux de l'irréversibilité dans la construction économique et sociale du champ de l'environnement
- Griffon M. (2000). La révolution doublement verte. Dossier Du CIRAD. CIRAD ; Montpellier
- Hubert, H. (2004) *Pour une écologie de l'action: savoir agir, apprendre, connaître*. Editions Arguments, Paris, 430p.
- INRA-SAD (1980) *Éléments pour une problématique sur les systèmes agraires et le développement* . Compte rendu de l'Assemblée Constitutive du Département SAD, Toulouse, 20 novembre 1979, INRA-SAD, Paris, France.

- Jouve, P. (1986) Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires. *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 11 : 48-56.
- Jouve, P. (1995) *Comparaison des approches francophones et anglophones dans le domaine des recherches sur les systèmes de production agricole*. Document de travail n°6, Cirad-Sar, Montpellier, France, 48p.
- Lamacq, S. (1997) *Coordination entre l'offre et la demande en eau sur un périmètre*
- Landais, E. & Bonnemaire, J. (1996) *La zootechnie, art ou science ? Entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée*. Courrier de l'Environnement de l'INRA, n°27 (Avril 1996) : 23-44..
- Landais, E. & Deffontaines, J.P. (1988) Les pratiques des agriculteurs : point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etudes Rurales*, 109 (1) : 125-158.
- Landais, E. (1998) Modelling farm diversity: new approach to typology building in France. *Agricultural Systems*, 58(4) : 505 -527
- Landais, E. (2002a) Sustainable farming: the foundations of a new social contract ? *In : Dossier de l'Environnement de l'INRA*, n°22 : 23-39.
- Landais, E. (2002b) Le développement durable à l'échelle de la France. *In : Loi d'orientation agricole, savoirs et qualifications professionnelles*, Educagri Editions, Dijon, France, pp 67-74
- Le Gal, P.Y. & Milleville, P. (1994) Du transfert technique à l'aide à la décision. *In : Recherches -Système en Agriculture et Développement Rural*, Symposium International, Montpellier, France, 21 -25 Novembre 1994, pp191-206.
- Le Moigne, J.L. (1984) *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. PUF, Paris, France, 320p.
- Le Moigne, J.L. (1990) *La modélisation des systèmes complexes* . Editions Dunod-Bordas, Collection Afcet- Systèmes, Paris, France, 178p.
- Le Moigne, J.L. (1999) Système. *In : Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences* . PUF, collection Quadriga, Paris, France, pp 900-909.
- Lifran 2005 & M.H. Dabat. Innovations agronomiques et sociales pour sortir des trappes de développement. Notes de mission à Madagascar. 25/02/2006 au 4/03/2006. R.
- Philippe Le Grusse, Hatem Belhouchette, Marjorie Le Bars and Gema Carmona, Jean Marie Attonaty, 2006. Participative modelling to help collective decision-making in water allocation and nitrogen pollution: application to the case of the Aveyron-Lère Basin *Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology, Vol. 5, Nos. 2/3, 2006* 247. Copyright © 2006 Inderscience Enterprises Ltd.
- Martin Jean Yves. Développement durable ?. Doctrine , pratiques, Evaluations. IRD éditions , Paris. 2002. 343 p.
- Manichon, H. (1996) *L'agronomie au Cirad-Ca : analyse et propositions*. Cirad, Montpellier, France, 73p.
- Mazoyer,M. & Roudart, L. (1997) *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*. Editions du Seuil, collection Points Histoire, Paris, France, 705p.
- Maurer, J. L. (1985) La déesse du riz et la "révolution verte" à Java. Paris, PUF.
- Maurer, J. L., Ed. (1989). Anatomie d'un décollage alimentaire: le cas de l'Indonésie. Asie-Afrique:grenier pleins, grenier vides. Paris.
- Mettrick, H. (1993) *Development oriented research in agriculture. An ICRA textbook* . ICRA, Wageningen, The Netherlands, 288p.
- Milleville P. (1987) *Recherches sur les pratiques des agriculteurs*. Cahiers de la Recherche-Développement, n°16, Cirad, Montpellier, France.
- Moison, J.C. (Coordinateur) (1997) *Du mode d'existence des outils de gestion. Les instruments de gestion à l'épreuve des organisations*. Editions Seli Arslan, Paris, France, 286p.

Olivier de Sardan, J.P. (1995) *Anthropologie et développement. Essais en socio-anthropologie du changement social*. Karthala Publ., Paris, France.

Penot, E. (2001). Stratégies paysannes et évolution des savoirs : l'hévéaculture agroforestière indonésienne. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences Economiques. Montpellier, Université Montpellier I.: 360p.

Penot E (2004). Risks assessment through farming system modelling to improve farmers's decision making process in a world of uncertainty. *Acta agricultura serbica*, vol IX, n° 17,(2004), p 33-50. Cacak, Yougoslavie. Disponible également sur le site Web de IRSA. Version anglaise.

Penot E., Le Bars M., Deheuvels O., Le Grusse Ph., Attonaty JM (2004). Farming systems modelling in tropical agriculture using the software "Olympe". Séminaire ECOMOD, Policy modelling international conférence, Paris , Juin 2004. Edité par Ali Bayar. Disponible sur DE rom et sur le site ecomod.

Penot E.(2007) Simulation et modélisation du fonctionnement de l'exploitation agricole. In *Les exploitations familiales agricoles africaines : enjeux caractéristiques et éléments de gestion*. Mohamed Gafsi, Jacques Brossier, Patrick Dugué, Jean-Yves Jamin, coord.. Ed. Quae 2007 556 p

Penot E, Deheuvels O (éditeurs). (2007). Modélisation économique des exploitations agricoles. Modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe. Ouvrage collectif. Editions l'Harmattan, janvier 2007, Paris.

Penot E, 2008. Mise au point d'outils et d'approche pour l'aide à la décision technico-économique et organisationnelle dans les projets de développement agricole à Madagascar. Séminaire international sur la capitalisation des expériences pour l'apprentissage social et le développement. Hotel Carlton, Antananarivo, 10-12 novembre 2008 , ICRA.

Perret S. Quelle agronomie pour le développement durable ? histoires, concepts, pratiques et perspectives. Dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches, Spécialité : Sciences Agronomiques. Institut National Polytechnique de Lorraine. Ecole Doctorale :Sciences et Ingénierie des Ressources, Procédés, Produits et Environnement – RP2E (num. 0410). CIRAD-TERA, Mars 2005.

Papy, F. (1998) Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision. In : *La conduite du champ cultivé. Points de vues d'agronomes* (A. Biarnès, éditeur), Orstom Editions, Paris, France, pp245-259.

Perrot, C. & Landais, E. (1993) Research into typological methods for farm analysis . The why and wherefore In : *Systemes Studies in Agriculture and Rural Development*, Brossier, J. et al., eds, INRA éditions, Paris, France, pp373 -381.

Pichot, J.P. (1994) Introduction à l'analyse des pratiques paysannes. In : *Analyse de la diversité des situations agricoles. Conséquences sur la programmation de la recherche*. Actes de l'atelier d'échanges et de formation, 22-28 octobre 1993, Garoua, Cameroun, Publication Cirad, Collection Colloques, Montpellier, France, pp87-88.

Ruthenberg, H. (1993) *Farming systems in the tropics*. Clarendon Press, Oxford University Press, UK, 424p.

Sachs, I. (1980) *Stratégies de l'écodéveloppement*, Editions Ouvrières, collection Développement et Civilisations, Paris, France.

Sébillotte, M. (1974) Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers ORSTOM, Série Biologie*, (24) 3-25.

Sébillotte, M. (1978) Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. *Compte Rendu de l'Académie d'Agriculture*, 11 (6): 906-913.

135

- Sébillotte, M. (1979) Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles. Trajectoires et typologie. In *Eléments pour une problématique de recherche sur les systèmes agraires et le développement*. Assemblée constitutive du Département SAD, INRA, Paris, France, pp20-30.
- Sébillotte, M. (1987) Du champ cultivé aux pratiques des agriculteurs. Réflexions sur l'agronomie actuelle. *Compte Rendu de l'Académie d'Agriculture*, 73 (8): 69-81.
- Sébillotte, M. (1990) Système de culture : un concept opératoire pour les agronomes. In : *Le point sur les systèmes de culture*. Combe, L. & Picard, D. (éditeurs), INRA, Paris, France, 196p.
- Sébillotte, M. (1994) Recherches-système et action. Excursions interdisciplinaires. In : *Recherches -Système en Agriculture et Développement Rural*, Symposium International, Montpellier, France, 21 -25 Novembre 1994, pp39-79.
- Tourte, R. & Billaz, R. (1982) Approche des systèmes agraires et fonction recherché-développement. Contribution à la mise au point d'une démarche. *L'agronomie Tropicale*, 27 (3) :223-231.
- Weber, J. (2002) Enjeux économiques et sociaux du développement durable. In : *Johannesburg 2002, Sommet Mondial du Développement Durable . Quels enjeux, quelles contributions des scientifiques*, Ministère des Affaires Etrangères, ADPF, Paris, France, pp13-44.
- Yung, J.M. & Zaslavsky, M (1992) *Pour une prise en compte des stratégies des producteurs*. CIRAD Sar, Collection "Document Systemes Agraires", num. 4, Montpellier, France.
- Yung, J.M. (1994) Prise en compte des stratégies des producteurs. Observations méthodologiques. In: *Analyse de la diversité des situations agricoles. Conséquences sur la programmation de la recherche. Actes de l'Atelier d'Echanges et de Formation*, 22-28 octobre 1993, Garoua, Cameroun, CIRAD pub., collection Colloques, Montpellier, France, pp114-115.