

Plan de la thèse

Chapitre 0 : Introduction générale

Chapitre 1 : La modélisation de l'offre agricole

Chapitre 2 : L'offre de riz des ménages agricoles malgaches : Etude économétrique à partir d'enquêtes transversales

Chapitre 3 : Les MEGC appliqués aux économies rurales en développement : quel apport dans l'analyse de l'impact des politiques de libéralisation du secteur agricole?

Chapitre 4 : Construction d'un modèle d'équilibre général calculable de l'économie malgache

Chapitre 5 : Réconciliation de données d'enquête de ménage et des comptes nationaux : une approche basée sur un critère de mesure de l'information appliquée à Madagascar

Chapitre 6 : Croissance, distribution et pauvreté : un modèle de microsimulation en équilibre général appliqué à Madagascar

Chapitre 7 : Conclusion générale

Chapitre 0 : Introduction générale

Depuis la mise en oeuvre des plans d'ajustement structurel dans les années 80, l'économie malgache est à la recherche de perspectives de développement. Les années 90 ont été marquées par des profonds bouleversements politiques avec le processus de démocratisation et économiques avec la suite de la mise en oeuvre des plans de stabilisation et d'ajustement structurel. Depuis 1997, une inversion de la tendance involutive observée pendant trois décennies semble se faire jour avec le retour de la croissance et une amélioration des conditions de vie des ménages urbains (MADIO, 1999). Néanmoins, les effets des réformes économiques se font toujours attendre dans le secteur agricole. Malgré des déclarations réitérées, les moyens mis en oeuvre apparaissent dérisoires au vu de l'étendue et de l'ampleur de la crise que traverse le milieu rural. Tandis que la libéralisation a vraisemblablement mis fin à un biais envers le secteur qui se traduisait par des termes de l'échange défavorables aux producteurs agricoles, elle ne semble pas pour autant avoir conduit à une amélioration significative des conditions de vie de la population rurale. Celle-ci représente encore près de 75% de la population malgache et 90% des ménages pauvres vivent en milieu rural.

A travers la description des caractéristiques de l'économie malgache et de sa trajectoire au cours des dernières décennies, notamment depuis la mise en oeuvre des plans de stabilisation et d'ajustement structurel au début des années 80, nous présentons les principales analyses proposées par les économistes du développement qui ont été amenés à se pencher sur l'explication de l'évolution économique désastreuse de Madagascar. Dans un deuxième temps, nous présentons les approches développées dans ce travail pour analyser certains des problèmes rencontrés par l'économie malgache.

Une économie agricole pauvre

Madagascar fait partie des pays en développements les moins avancés (PMA) et est caractérisé depuis le début des années 70 par une régression continue du niveau de vie des ménages. Le taux moyen de croissance annuelle du PIB sur la période est en effet de 0,5%, tandis que le taux annuel de croissance démographique s'est maintenu autour de 3%. La consommation par habitant est ainsi passée de 473 dollars en 1970 à 227 dollars en 1997 (Banque Mondiale, 1998). La pauvreté, qui concernait environ 2/5^{ème} des ménages au moment de l'Indépendance, est un fléau qui touche aujourd'hui près des trois quarts de la population malgache, 90% des pauvres vivant en milieu rural.

L'économie malgache est une économie essentiellement agricole par le poids de l'emploi agricole dans l'emploi total. En 1993, 86% de la population active, soit 5,1 millions d'individus, travaillait dans le secteur agricole. Les deux piliers traditionnels de l'économie malgache se trouvent par ailleurs dans le secteur agricole : les cultures de rente d'une part, notamment le café, la vanille, le girofle et le poivre, et le

secteur rizicole d'autre part. Ces deux piliers sont aujourd'hui également affaiblis. La part des exportations agricoles traditionnelles dans les exportations totales est en chute libre depuis le milieu des années 80. Cette régression s'explique tant par la diminution des volumes exportés que par la détérioration des termes de l'échange. Les exportations traditionnelles ont souffert de l'évolution du contexte mondial, en particulier de la perte de la position dominante sur le marché de la vanille au profit de l'Indonésie, et de la dégradation des conditions de la production au niveau national. Le vieillissement des plantations a notamment contribué à la stagnation de la productivité et la dégradation de la qualité de la production de vanille. Le riz maintient toujours sa place centrale dans les systèmes de production agricole et agroalimentaire, ainsi que dans la consommation, mais le secteur rizicole est caractérisé par la stagnation de la productivité, stagnation qui met en danger l'équilibre alimentaire du pays et maintient une part importante de la population rurale dans la pauvreté.

Concernant les secteurs non primaires, le secteur formel, historiquement caractérisé par l'importance du secteur public et un système tarifaire protectionniste, est aujourd'hui en pleine mutation avec la mise en oeuvre du processus de libéralisation et de privatisation, et, depuis 1990, avec le développement des entreprises de la Zone Franche. Les effets d'entraînement exercés par ces dernières sur l'économie locale (à travers la demande de consommation intermédiaire et, surtout, l'injection de revenu par les salaires), semble avoir constitué le principal moteur de la croissance enregistrée pendant la fin des années 90 (Razafindrakoto et Roubaud, 1998), mais leur contribution reste principalement concentrée en milieu urbain. La stagnation de la productivité dans le secteur agricole et la contraction du secteur formel au cours du processus d'ajustement ont peut-être alimenté l'expansion du secteur informel. Celle-ci a marqué l'économie tout entière, utilisant des ressources vraisemblablement sous-employées tant en milieu rural qu'urbain, mais s'est sans doute trouvée limitée par les difficultés d'accès au système formel de financement des investissements. Aujourd'hui, la croissance du secteur formel puise ses ressources dans la masse des salariés et travailleurs indépendants du secteur informel urbain et il est à craindre qu'elle ne profite que très marginalement à la population rurale, étant donné l'important sous-emploi urbain qu'il reste à résorber.

De l'investissement à outrance à la crise de paiement

A l'orée des années 60, Madagascar semblait disposer d'un certain potentiel de croissance, qui reposait sur des conditions agro-écologiques relativement avantageuses (climat tempéré, précipitations importantes, diversité des milieux agro-écologiques), des ressources naturelles importantes et un niveau de développement humain parmi les plus élevés des pays de la région. L'héritage de la colonisation

pouvait apparaître moins dramatique que dans d'autres pays, et la décolonisation n'avait pas donné lieu aux guerres coloniales puis civiles qui ont enflammé certains pays voisins.

De nombreux analystes situent l'origine de la crise de paiement dans l'échec de la politique d'investissement à outrance (Dorosh et al., 1990). Cette politique, mise en oeuvre à la fin des années 70 par le gouvernement de Didier Ratsiraka, devait permettre d'atteindre trois objectifs : la satisfaction des besoins primaires de la population, la réduction des disparités de revenu, et l'augmentation de l'autosuffisance. Dans cette logique, le revenu par tête devait être doublé avant la fin du siècle et le gouvernement annonça une politique d'investissement à outrance qui fit doubler l'investissement, reflétant l'idée selon laquelle le faible taux d'investissement était la principale raison du peu de croissance économique. Le plan de développement 78-80 allouait 26% de l'investissement aux secteurs sociaux, 25% au secteur industriel et aux transports, tandis que le secteur agricole, qui contribuait pour 40% au PIB en 1977, ne recevait que 16% des investissements. Afin de financer ces investissements et l'importation des biens d'équipement nécessaires à leur réalisation, le plan de développement tablait sur une augmentation forte de l'épargne privée. Cette augmentation se faisant attendre, l'investissement fut financé par des emprunts commerciaux extérieurs à court terme et par la création monétaire. La plupart des projets financés s'avèrent peu productifs. Le refinancement des emprunts intervint avant qu'ils ne dégagent de ressources, ce qui, conjugué à l'augmentation des taux d'intérêts sur le marché financier mondial (de 9,3% en 78 à 16,13% en 81), à une chute des cours mondiaux des produits exportés et aux retombées du choc pétrolier, alimenta le déficit de la balance des paiements.

L'apport de capitaux occasionné par la politique d'investissement à outrance alimenta une poussée de la croissance économique de 10% entre 78 et 80. La formation de capital brut public et privé augmenta de 71% entre 75 et 80. Les dépenses sociales augmentèrent aussi : le budget de l'éducation augmenta de 170% entre 75 et 80. Mais les recettes de l'Etat n'ayant pas augmenté significativement sur la période, le déficit budgétaire augmenta de 240% entre 77 et 80. Entre 78 et 80, le déficit budgétaire moyen atteignait 12,5% du PIB. En même temps, le déficit du compte courant passa de 16 millions de dollars en 77 à 568 millions en 80, atteignant sur la période une moyenne de 13,2% du PIB. Pour financer le déficit de la balance des paiements, Madagascar emprunta lourdement auprès de ses bailleurs officiels et commerciaux. Lorsque le remboursement de la dette contractée entre 78 et 80 survint, les réserves en devises s'épuisèrent rapidement. Le capital commercial à court terme devint très cher et les arriérés de paiement s'accumulèrent. Le gouvernement fut alors contraint de se tourner vers le FMI pour résoudre sa crise de paiement.

Du point de vue de la stabilisation macroéconomique, l'intervention des institutions de Bretton Woods peut être considérée comme un succès. Les mesures d'assainissement financier mises en place au

cours de la phase de stabilisation ont en effet conduit à une amélioration du déficit du gouvernement et de la balance des paiements, grâce à la diminution des dépenses publiques, la restriction des importations, la diminution des emprunts bancaires et à de nombreuses dévaluations, et ce, malgré la détérioration des termes de l'échange. Parallèlement, la politique monétaire restrictive a permis de maîtriser l'inflation. Plus que la diminution, c'est aussi le changement de nature des déficits qui constitue une évolution importante. Ainsi, le déficit de la balance courante, autrefois attribuable au moins en partie à une politique de change restrictive, reflète aujourd'hui les besoins réels de financement de l'économie malgache. Il est à craindre néanmoins que ce déficit ne s'avère insoutenable si la balance commerciale continue à se dégrader.

La deuxième phase du PAS, supposée améliorer l'efficacité de l'économie grâce à des incitations par les prix et l'ouverture à la compétition mondiale, a profondément transformé le fonctionnement de l'économie malgache. La libéralisation est un des principaux instruments de cette phase. Par libéralisation il faut entendre l'ouverture de l'économie au commerce à travers la suppression des barrières non tarifaires et des taxes sur les exportations et l'abaissement des tarifs, l'ouverture aux capitaux extérieurs, l'élimination des prix administrés, la diminution des transferts et des subventions aux entreprises publiques, le démantèlement et la privatisation de certains monopoles publics, notamment le monopole de commercialisation du riz.

L'échec des politiques agricoles : biais envers l'agriculture, pénurie de devises et sous-investissement

Du fait du poids de l'agriculture dans l'économie, l'échec des politiques agricoles depuis l'indépendance constitue un élément central dans l'explication de l'évolution économique désastreuse de Madagascar.

L'existence d'un biais envers l'agriculture constitue une explication des performances médiocres du secteur et de l'augmentation de la pauvreté sur la Grande Ile. Malgré l'objectif affiché par le gouvernement de Didier Ratsiraka d'atteindre l'autosuffisance alimentaire, le secteur agricole a en effet subi un biais à travers la politique de fixation des prix, les politiques commerciales et la politique d'investissement. Ce biais était justifié par la priorité donnée au développement industriel qui nécessitait des prix alimentaires peu élevés. Du milieu des années 70 aux réformes de 83, les agences para-étatiques avaient le monopole de la commercialisation sur tous les produits agricoles. Ce monopole permettait au gouvernement, d'une part de contrôler les prix des produits vivriers consommés localement, d'autre part de déconnecter les prix mondiaux et les prix aux producteurs des cultures d'exportation.

L'analyse des effets du biais envers le secteur agricole repose sur la mesure des effets direct et indirect des politiques économiques sur les prix des biens échangeables (Krueger et al., 1988). L'effet direct est la différence entre le prix au producteur et le prix mondial (au taux de change officiel) exprimée en pourcentage du prix mondial. Cet effet correspond au taux de protection nominal. Les producteurs de café ont ainsi été lourdement taxés sur la période 72-87 (l'effet direct se situait aux alentours de -50%), mais avec d'importantes variations tant sur le prix au producteur que sur le niveau de l'effet direct. Du fait de la forte inflation, les prix réels aux producteurs ont chuté de 45% entre 78 et 83 (Dorosh et al., 1990). Les dévaluations successives du franc malgache ont permis au gouvernement de relever les prix aux producteurs sans réduire les revenus des taxes à l'exportation. Les taux de taxation (protection négative) ont été encore plus élevés pour la vanille et le girofle avec une moyenne de -71% sur la période (Dorosh et al., 1990). Les producteurs étaient ainsi taxés à travers la fixation de prix inférieurs à ceux du marché mondial et cet écart servait non seulement à rémunérer les différentes agences para-gouvernementales en charge de la commercialisation mais aussi à financer le budget de l'Etat.

L'effet indirect sur les prix des biens agricoles résulte des politiques macro-économiques et des politiques commerciales des autres secteurs qui affectent le taux de change. Ainsi, les taxes à l'importation et les quotas sur des biens industriels et de consommation augmentent les prix des biens importables, ce qui encourage un report de la demande sur les biens non échangeables et un report des ressources productives vers la production de biens non échangeables. Ces mouvements inverses provoquent une augmentation du prix des biens non-échangeables et donc une appréciation du taux de change réel. Beaucoup de produits agricoles étant échangeables, la combinaison de politiques protectionnistes sur les biens industriels et de l'appréciation du taux de change résulte en une augmentation du prix des biens non agricoles par rapport aux biens agricoles.

L'effet total (direct et indirect) est mesuré par la différence entre le prix à la frontière calculé au taux de change en vigueur et déflaté par l'indice des prix non agricoles, et le prix à la frontière calculé au taux de change qui prévaudrait en l'absence de restrictions commerciales sur les importations et les exportations. Les calculs suggèrent que les politiques commerciales et macro-économiques ont résulté en une appréciation du taux de change réel de 62% entre 78 et 82 et de 48% entre de 83 et 86 (Dorosh et al., 1990). La prise en compte de l'effet indirect des politiques commerciales augmente l'écart entre prix mondial et prix au producteur. L'effet total moyen pour le café atteint alors 79% entre 76 et 87, tandis que pour la vanille et le girofle, l'effet moyen atteint 87% sur la période (Dorosh et al., 1990).

L'analyse en termes de biais envers l'agriculture ne s'applique pas uniquement aux cultures de rente. Dans le cadre du contrôle des prix, le gouvernement malgache a cherché à maintenir des prix alimentaires à la consommation peu élevés en milieu urbain, afin de maintenir les salaires réels. De 1975

à 1982, le prix du riz à la consommation a ainsi chuté de 55% en termes réels, se situant autour de 39% en dessous du prix F.O.B. Les effets direct et total atteignaient en moyenne -38 et -64% respectivement entre 1975 et 1982 (Dorosh et al., 1990). Le maintien de cette différence était rendu possible par le contrôle des quantités importées et la régulation du marché intérieur. Le volume acheté par les agences d'Etat de 1975 à 1980 représentait 10 à 12% de la production totale tandis que le marché parallèle absorbait 20 à 25% de la production. Le reste de la production, soit environ 65%, était autoconsommé. Les achats officiels étant insuffisants pour satisfaire la demande de riz dans le réseau de distribution subventionné, l'écart entre le volume acquis intérieurement et la demande adressée au réseau officiel a été progressivement comblée par des importations, vendus à des prix également subventionnés. Entre 1975 et 1980, la part des importations dans la disponibilité totale de riz a ainsi augmenté de 5,5% à 13%. La situation commerciale s'est dégradée au début des années 80. Les acquisitions du gouvernement n'ont représenté que 6% de la production nationale en 1981, en partie du fait d'une chute de 16% du prix réel aux producteurs. La demande de riz au réseau officiel de distribution ayant continué à augmenter, le gouvernement s'est vu contraint d'importer 351 000 tonnes de riz (soit 24% des disponibilités totales de riz) en 1982. Ainsi, de bien exportable, le riz est devenu en une décennie un bien importé.

Pour les analystes des institutions de Bretton-Woods, c'est donc le caractère non incitatif des prix qui a été à l'origine de la chute de la production rizicole. Cette analyse a logiquement conduit ces organismes internationaux à prôner la libéralisation des prix et le retrait de l'Etat dans l'organisation de la collecte et de la commercialisation dans le cadre de la première phase de l'ajustement structurel (1982-1989). Dans ce cadre, le commerce du riz a été libéralisé sur l'ensemble du territoire en 1986 et le monopole d'importation de l'Etat a été aboli en 1990. Parallèlement, l'Etat s'est désengagé de l'approvisionnement et de la distribution des intrants agricoles ainsi que de la gestion des périmètres irrigués.

D'autres analystes ont souligné le problème de la pénurie de devises et le caractère inadapté du modèle de Nerlove dans ce contexte (Azam et al., 1991). L'analyse économétrique d'un modèle d'offre qui considère trois situations vis-à-vis de la disponibilité des intrants et des biens de consommation permet de montrer que l'effet du prix sur la production n'est pas significatif en cas de rationnement pur, tandis que l'offre de biens manufacturés a un effet stimulant sur la production. Dans le cas de Madagascar, ce modèle semble décrire de manière satisfaisante l'offre de riz et de café entre 1967 et 1984.

D'autres modèles microéconomiques ont été proposés pour expliquer la faiblesse de réponse de l'offre dans un contexte d'absence ou de défaillance des marchés des biens ou des facteurs mais n'ont pas été appliqués à Madagascar. Les modèles de ménages apparaissent néanmoins pouvoir décrire de manière satisfaisante le comportement des ménages agricoles malgaches. L'importance de l'autoconsommation et

de l'utilisation de travail familial dans la production ainsi qu'un environnement caractérisé par l'absence de certains marchés, notamment du crédit, et l'importance des coûts de transaction, constituent des caractéristiques qui justifient sinon d'utiliser des modèles non séparables (De Janvry et al., 1991), du moins de faire appel aux développements de la théorie des ménages agricoles (Singh et al., 1986).

Le sous-investissement dans le secteur agricole du fait de la priorité donnée au développement du secteur industriel dans les années 70 est également un élément souvent évoqué pour expliquer les faibles performances et les problèmes rencontrés aujourd'hui par le secteur agricole malgache. Au cours de la décennie 1975-1984, la part de l'investissement dans le secteur agricole a en effet chuté de 40% par rapport à la période 1964-1968. Cela a conduit non seulement à la dégradation des infrastructures, mais également au "sous-provisionnement" de la recherche agronomique, avec des conséquences importantes sur l'évolution de la productivité agricole.

Aujourd'hui, après deux décennies de stabilisation et d'ajustement, le secteur formel marque une certaine reprise, grâce notamment au développement des entreprises de la zone franche, mais les effets des politiques de libéralisation tardent à se traduire par une amélioration des conditions de vie de la population rurale. L'analyse de l'évolution des prix du riz au cours de la période a permis d'établir que la libéralisation a conduit à une augmentation du prix réel du riz mais a également contribué à une augmentation de sa variabilité spatiale et temporelle (Barrett, 1997). Le désengagement rapide de l'Etat a par ailleurs laissé un vide institutionnel que le marché ne parvient pas à combler (Droy, 1997; Roubaud, 1997).

Malgré l'amélioration des termes de l'échange, la stagnation de la productivité agricole constitue toujours un frein au développement du secteur agricole et menace à terme le développement du secteur industriel et l'équilibre du pays tout entier. Les objectifs de stabilisation macroéconomique ayant été atteints, différentes stratégies de développement s'offrent donc aujourd'hui pour l'économie malgache. Les investissements peuvent en effet continuer à porter soit sur le développement du secteur formel, soit se tourner vers le secteur agricole, qu'il s'agisse de recherche agronomique ou de réhabilitation des infrastructures. L'effort peut alors porter soit sur le secteur vivrier, en particulier rizicole, soit sur les cultures de rente. Tandis que l'augmentation de la productivité du secteur vivrier peut constituer une solution à la fois à la pauvreté rurale en améliorant le revenu des producteurs agricoles et à la pauvreté urbaine en contribuant à maintenir des prix alimentaires peu élevés, le rétablissement de conditions de production favorables pour les cultures de rente traditionnelles constitue un moyen d'améliorer la balance commerciale. Si la lutte contre la pauvreté constitue une priorité, il convient d'évaluer quelle stratégie de développement constitue le moyen le plus efficace d'atteindre cet objectif ou, alternativement, de

déterminer sous quelles conditions les stratégies considérées permettent de réduire efficacement la pauvreté.

A la recherche de fondements microéconomiques

Deux courants d'analyse se sont développés de manière relativement indépendante en économie du développement. La théorie de la croissance et la planification du développement ont donné lieu au développement d'un courant de nature macroéconomique résolument modélisateur. Parallèlement, la multiplication des enquêtes de ménages a accompagné le développement d'un courant d'analyse microéconomique qui a donné lieu à une littérature foisonnante, largement préoccupée par la validation (ou l'invalidation) des modèles théoriques de comportements des agents dans la tradition de l'individualisme méthodologique.

De nombreux macroéconomistes se sont néanmoins préoccupés de fournir des fondements microéconomiques à leurs modèles. Cela est particulièrement vrai pour les économistes spécialisés dans le développement des modèles d'équilibre général appliqués (MEGA) aux économies en développement. L'utilisation qui est faite par ces modèles de la micro-économie des ménages reste néanmoins largement en deçà des avancées théoriques réalisées par cette discipline au cours des dernières décennies, en particulier en ce qui concerne la modélisation du comportement des ménages agricoles. Les difficultés posées par la réconciliation des données provenant de différents niveaux de l'économie ont notamment conduit à une sous utilisation des données microéconomiques pour la construction de modèles agrégés. Par ailleurs, la structure du cadre comptable couramment utilisé comme base de donnée pour les MEGA, apparaît a priori peu adapté à l'intégration de comportements microéconomiques complexes tels que ceux issus de la théorie des ménages agricoles.

L'approche choisie dans notre travail repose sur la volonté d'explorer des questions qui se posent à différents niveaux mais qui portent toutes sur les perspectives de développement de l'économie malgache. Le lien méthodologique qui relie le traitement des trois questions tient à la volonté, d'une part, de considérer systématiquement le niveau microéconomique (l'agent "ménage") soit comme objet de la recherche, soit comme unité de décision (unité au niveau de laquelle sont définis les comportements), dans tous les cas comme unité au niveau de laquelle est défini le critère principal d'évaluation des effets des chocs étudiés, c'est-à-dire le bien-être, mesuré à travers le revenu des ménages, et, d'autre part, de ne pas perdre de vue les implications au niveau agrégé des comportements étudiés, et de prendre en compte, lorsque l'approche le permet, les effets d'équilibre général. L'exploration conjointe de modèles microéconomiques et macroéconomiques nous a logiquement amené à souhaiter faire converger les

avancées réalisées dans ces deux domaines. C'est en partie ce qui a motivé la construction d'un modèle de microsimulation en équilibre général.

Un autre élément relie les questions posées dans cette thèse : dans tous les chapitres, le secteur agricole a reçu une attention particulière, qu'il s'agisse de comprendre le comportement des ménages agricoles (Chapitre 1 et 2), d'évaluer l'apport de la modélisation en équilibre général dans l'analyse de politiques de libéralisation agricole (Chapitre 3), d'analyser les implications macroéconomiques de politiques ou de chocs touchant l'agriculture (Chapitre 4) ou d'étudier les problèmes distributifs posés par différentes stratégies de développement (Chapitre 5 et 6).

La volonté d'explorer les problèmes qui se posent dans une économie donnée à des niveaux différents rend nécessaire la maîtrise d'outils et de méthodes d'analyse qui sont utilisés de manière plus ou moins courante en économie du développement et qui ont vocation à être intégrés dans les systèmes de décision des pays concernés. En termes épistémologiques, l'approche peut être caractérisée par les termes de quantitative et appliquée, tandis que les questions posées sont plutôt de nature positive.

La première partie (Chapitre 1 et 2) porte sur la modélisation de l'offre agricole et l'importance du riz dans le fonctionnement de l'économie malgache et, plus précisément, sur le comportement des ménages agricoles producteurs de riz. Cette question se décompose en plusieurs sous questions, qui ont des portées différentes. Les hypothèses de départ sont que les ménages agricoles des pays en développement sont des agents rationnels caractérisés par leur double statut de producteur/consommateur, et que cette caractéristique est à l'origine de comportements complexes dont l'analyse doit s'appuyer sur des estimations et sur l'étude de la composition de la population en acheteur nets/vendeurs nets. L'étude de ces questions repose sur une analyse microéconométrique des comportements d'offre et de demande à partir de données collectées pour l'année 96 auprès de 2000 ménages producteurs de riz. Les techniques mises en œuvre sont issues de l'analyse de la production, de la consommation et du comportement des ménages producteurs-consommateurs. Les principaux problèmes abordés dans cette partie sont l'analyse des déterminants de la production et de la consommation de riz à Madagascar, et l'étude des éléments qui différencient les acheteurs nets des vendeurs nets de riz, en particulier la stabilité de cette classification des ménages. L'objectif de cette partie est de tenter de répondre à la question de l'impact d'une augmentation du prix du riz sur la production, la consommation et le revenu des ménages.

La deuxième partie porte sur l'utilisation et la portée d'un outil communément utilisé dans le domaine de l'économie du développement, qui a vocation à devenir un outil d'aide à la décision et qui continue à être un objet de recherche et de développement. Il s'agit d'évaluer l'apport des Modèles d'Equilibre Général Calculables dans l'analyse de la libéralisation du secteur agricole dans les économies en développement. La libéralisation du commerce extérieur est systématiquement prônée par les

institutions de Bretton Woods dans le cadre des plans d'ajustement structurel. L'échec coûteux des stratégies de substitution aux importations dans les pays latino-américains, a conduit les bailleurs de fond internationaux à promouvoir un modèle de développement extraverti, à l'image de celui des pays asiatiques. Quant à la libéralisation du secteur agricole, elle s'appuie sur la mise en évidence de l'existence d'un biais envers l'agriculture. L'étude de cette question s'appuie sur une revue de la littérature portant sur les MEGC appliqués à la question de la libéralisation de l'agriculture (Chapitre 3). Dans un deuxième temps, nous nous sommes attachés à évaluer la sensibilité des résultats d'un modèle d'équilibre général appliqué à l'économie malgache par rapport à différentes hypothèses de bouclage (Chapitre 4). Par rapport aux modèles en équilibre partiel, les modèles d'équilibre général présentent l'avantage de permettre la prise en compte de la dotation fixe de l'économie en ressources productives, de l'existence d'une contrainte budgétaire pour les ménages et présentent par ailleurs une cohérence comptable et théorique.

La troisième et dernière partie (Chapitres 5 et 6) porte sur le développement d'un modèle qui devrait contribuer à réconcilier les courants d'analyse micro et macroéconomique des problèmes du développement. Cela suppose tout d'abord de réconcilier des données issues d'enquêtes de ménages avec des données des Comptes Nationaux (Chapitre 5). Dans un deuxième temps, la construction d'un modèle de microsimulation en équilibre général suppose de mettre en cohérence les mécanismes déterminant le fonctionnement des différents niveaux de l'économie malgache. La microsimulation repose sur quelques principes importants. Le premier est l'utilisation de l'information au niveau individu ou ménage, selon l'unité de décision identifiée. Le second est l'estimation des comportements au niveau microéconomique à partir des données de base. Le modèle mis en œuvre présente par ailleurs la caractéristique de modéliser de manière endogène la détermination des prix des biens et des facteurs. Les caractéristiques de ce modèle permettent de se passer de l'hypothèse d'agent représentatif, et donc de mesurer des indicateurs d'inégalité et de pauvreté sans hypothèse restrictive sur la distribution des revenus au sein de groupes. Les questions posées dans le Chapitre 6 se rattachent au débat sur les liens entre croissance, distribution des revenus et pauvreté. Ce débat s'est structuré autour de la question suivante : quels sont les mécanismes économiques qui sous-tendent l'évolution des inégalités au cours du processus de développement? Dans le cas de l'économie malgache, la question porte plus particulièrement sur l'existence de stratégies de développement égalitaires, ainsi que sur l'efficacité de différentes stratégies de développement dans la lutte contre de la pauvreté.

Références bibliographiques

- Azam J.P., J.C. Berthélemy et C. Morrisson (1991) "L'offre de cultures commerciales en économie de pénurie." *Revue Economique* 3:553-573.
- Banque Mondiale (1998) *Madagascar. An Agenda for Growth and Poverty Reduction*. Country Economic Memorandum. Rapport n° 18473-MAG. La Banque Mondiale : Washington, D.C.
- Barrett C.B. (1997) "Liberalization and food price distributions: ARCH-M evidence from Madagascar." *Food Policy* 22:155-173.
- Bourguignon F. (1995) "Inégalité et modélisation appliquée du développement." Miméo, Paris.
- De Janvry A., M. Fafchamps et E. Sadoulet (1991) "Peasant household behavior with missing markets: Some paradoxes explained." *Economic Journal* 101:1400-1417.
- Dorosh P., R. Bernier et H. Sarris (1990) *Macroeconomic Adjustment and the Poor : the Case of Madagascar*. Cornell Food and Nutrition Policy Program, Monographie 9.
- Droy I. (1997) "Que sont les greniers à riz devenus?" *Revue Economie de Madagascar* n°2.
- MADIO (1999) *Résultats des enquêtes emploi 1998*. MADIO : Antananarivo.
- PNUD (1998) *Rapport sur le développement humain 1998*. Economica : Paris.
- Krueger A., M. Schiff et A. Valdès (1998) "Agricultural incentives in developing countries : measuring the effects of sectoral and economywide policies." *World Bank Economic Review* 2:255-271.
- Razafindrakoto M. et F. Roubaud (1998) "Madagascar à la croisée des chemins." *Revue Economie de Madagascar* n°3.
- Roubaud F. (1997) "La question rizicole à Madagascar : les résultats d'une décennie de libéralisation." *Revue Economie de Madagascar* n°2.
- Singh I., L. Squire et L. Strauss (1986) *Agricultural Household Models: Extensions, Applications, and Policy*. Johns Hopkins University Press : Baltimore.

Chapitre 1 : La modélisation de l'offre agricole

1.0. Introduction

L'étude de la réponse de l'offre agricole est un domaine où de nombreuses approches ont été développées. Cette multiplicité est liée à la diversité des problèmes auxquels cherchent à répondre les modélisateurs. En effet, les décideurs politiques ont besoin de réponses concernant l'impact sur l'offre de politiques de prix, de politiques de crédit et de politiques d'investissement afin de définir une politique sectorielle qui permette d'atteindre des objectifs en termes de production. Par ailleurs, ces politiques se situent dans des contextes où elles doivent non seulement répondre à des préoccupations liées à la lutte contre la pauvreté et à la protection de l'environnement mais également prendre en compte les contraintes macro-économiques qui affectent la marge de manœuvre des économies.

Chronologiquement, les premières approches ont été développées à partir du modèle de Nerlove. Celui repose sur la spécification ad hoc d'une relation entre l'offre et des variables exogènes telles que les prix et suppose d'avoir des données de panel. Il a été très largement développé sur des données agrégées. Les développements récents de ce type de modèles s'intéressent à la forme des anticipations de prix.

Les estimations de fonctions de production sur données transversales sont couramment utilisées pour déduire des fonctions d'offre à travers les résultats de la théorie micro-économique de la production. Les élasticités-prix dérivées de ces modèles sont par nature des élasticités de long terme puisqu'elles reposent sur la réallocation totale des facteurs et sur des anticipations correctes de prix. Idéalement, les estimations de fonctions de production pour l'étude de la réponse de l'offre devraient se faire sur des données transversales de panel afin d'observer des variations dans les prix. Les séries longues de données transversales sont néanmoins rares aussi cette approche n'a-t-elle pas souvent été mise en oeuvre.

Les modèles structurels, ou modèles de programmation mathématique, ont été développés tant au niveau sectoriel qu'au niveau des ménages. Ils demandent la connaissance d'un nombre important de paramètres techniques. Les paramètres des fonctions d'offre peuvent ensuite être déduits à partir des résultats de simulation. Les élasticités-prix dérivées de ces modèles sont par nature des élasticités de court terme. Si ces modèles utilisent la même base théorique que les modèles précédents (maximisation du profit sous contrainte), ils n'utilisent pas en revanche les résultats de la théorie marginaliste, qui s'appuie sur des hypothèses de flexibilité et d'anticipations parfaites.

Une des caractéristiques de l'agriculture des pays en voie de développement et de Madagascar en particulier est que les producteurs consomment une part importante de leur production vivrière. Or les modèles traditionnels utilisés pour l'étude de la réponse de l'offre agricole prennent rarement en compte cette dimension et font généralement l'hypothèse de la récursivité des décisions de production et de

consommation. De nombreux modèles de ménages ont été développés depuis le milieu des années 80 pour prendre en compte ces aspects.

Ce chapitre a pour objet de présenter différentes approches de la modélisation de l'offre agricole au niveau microéconomique. La présentation des bases de la théorie de la production fait l'objet de la première section. La deuxième section présente les problèmes posés par l'estimation économétrique de fonctions de production sur données transversales. L'approche par la programmation linéaire est présentée dans la section 1.3 et les modèles de ménage sont présentés dans la section 1.4. L'apport potentiel de ces approches dans le cas de l'analyse de l'offre agricole à Madagascar est discuté en conclusion.

1.1. Les bases de la théorie de la production

Les deux types d'approche de l'étude de l'offre agricole (programmation mathématique ou fonctions non linéaires) reposent sur des bases théoriques communes dont la formalisation conduit à l'écriture de deux composantes du modèle. En effet, deux éléments déterminent la réponse du producteur. Le premier est la relation technique qui existe entre une combinaison particulière d'inputs et le niveau de l'output. Cette relation est représentée par la fonction de production. Le deuxième élément est le comportement du producteur concernant le choix des inputs étant donné les prix des inputs variables et de l'output, et les quantités de facteurs fixes dont, par définition, le stock ne varie pas au cours de la période considérée pour l'analyse. L'intégration de ces deux éléments conduit à la définition du profit ou d'une fonction de coût, qui donnent le profit maximum ou le coût minimum que peut atteindre le producteur dans un environnement donné.

L'hypothèse de départ de la modélisation de la production est que la relation qui existe entre intrants et produits peut être écrite sous une forme mathématique. Une autre hypothèse de base porte sur la séparabilité des intrants et des produits. Par ailleurs, les intrants considérés dans la formalisation sont généralement les intrants qui sont rares économiquement et sur lesquels le producteur peut exercer un contrôle. Ces éléments permettent d'écrire la fonction de production sous la forme :

$$q = q(x)$$

où q et x sont des vecteurs de produits et d'intrants, respectivement.

Pour que cette fonction soit définie, il est nécessaire que pour toute combinaison d'intrants, il n'existe qu'un seul niveau de production. Si ce n'était pas le cas, le producteur aurait le choix entre plusieurs niveaux de production et l'on peut supposer qu'il choisirait le plus élevé. Ainsi, on considère que

la fonction de production donne le niveau de production maximale qui peut être atteint avec une combinaison d'intrants donnée. On exclut donc la possibilité d'inefficacité technique.

Les hypothèses posées précédemment ne constituent pas une base suffisante pour la construction d'une théorie qui décrivent correctement la production. Il faut ajouter un ensemble d'hypothèses sur la forme de la fonction de production : on considère en général que cette fonction est croissante, continue et concave. A partir de cette formalisation, l'étude des effets sur la production de variations dans la disponibilité des intrants a conduit à la définition de certaines grandeurs :

- le produit moyen de l'intrant x_i :
$$PM_i = \frac{q(x)}{x_i}$$

- la productivité marginale de l'intrant x_i :
$$pm_i = \frac{\partial q(x)}{\partial x_i}$$

- l'élasticité de la production par rapport à l'intrant x_i :
$$\varepsilon_i = \frac{\partial q(x)/\partial x_i}{q(x)/x_i}$$

- l'élasticité d'échelle :
$$\eta = \frac{\partial \ln q(\lambda x)}{\partial \ln \lambda}$$

L'étude de la réponse de l'offre s'intéresse plus particulièrement à deux concepts fondamentaux liés aux signes et aux valeurs de ces grandeurs : la loi des productivités marginales décroissantes, et les économies d'échelles.

La loi des productivités marginales décroissantes énonce que lorsque la quantité d'un input est augmentée en maintenant les quantités de tous les autres inputs fixes, la production croît, mais le taux de croissance de la production diminue avec l'augmentation de la quantité d'intrant. L'élasticité d'échelle détermine des propriétés importantes des fonctions de production lorsque toutes les quantités d'intrants varient simultanément. Si $\varepsilon = 1$, la fonction de production est dite à rendements constants. Si $\varepsilon < 1$, la fonction de production est à rendement décroissants. Enfin, si $\varepsilon > 1$, la fonction de production est à rendements croissants.

La définition de la fonction de production utilisée précédemment suggère que le producteur choisit toujours le niveau maximal de production atteignable avec la combinaison d'inputs dont il dispose. En réalité, si cette disponibilité est en effet fixe pour certains intrants, elle est variable pour d'autres lorsque ceux-ci peuvent être achetés. Se pose alors le problème du choix de la combinaison d'inputs permettant non pas un niveau de production maximum mais un profit maximum ou un coût minimum.

L'écriture du programme d'optimisation permet de dériver les fonctions d'offre de produit et de demande d'intrants variables.

L'approche la plus immédiate (dite approche primale) consiste à considérer que le producteur maximise son profit. Le modèle structurel qui se trouve à la base de la modélisation de l'offre peut alors s'écrire sous la forme :

$$\text{Max} \mathcal{D} = pq - rx$$

$$\text{sous contrainte } q = q(x)$$

où q est le vecteur des produits et x est le vecteur des intrants, et p et r les vecteurs de prix des produits et des intrants respectivement.

La résolution de ce programme se fait en deux étapes. On cherche tout d'abord les valeurs des x_i qui maximisent le profit, c'est-à-dire telles que :

$$\frac{\partial \mathcal{D}}{\partial x_i} = p \frac{\partial q(x)}{\partial x_i} - r = 0$$

Un des résultats fondamentaux de la théorie est que, dans un univers de concurrence pure et parfaite, la productivité marginale d'un intrant est égale à son coût. Cette propriété est utilisée pour déduire les fonctions d'offre de bien et de demande d'intrants du programme du producteur. Cependant, on verra que ce résultat n'est pas exploité dans les modèles de programmation mathématique.

Le vecteur des solutions, noté x^* , est fonction des paramètres exogènes au modèle, p et r . On en déduit ensuite la production optimale $q^* = q(x^*)$, qui est également fonction de p et de r . La fonction $q(p,r)$ est appelée fonction d'offre.

L'approche duale consiste à considérer comme fonction la minimisation des coûts et aboutit aux mêmes fonctions d'offre de produit et de demande de biens que l'approche primale. Du fait du principe de dualité, il existe une équivalence directe entre la production et le coût, et entre la production et le profit. Pour chaque fonction de production la maximisation du profit impose que la fonction de coût associée a les mêmes propriétés de régularité et reflète les mêmes conditions techniques de production.

Encadré 1.1 : Application du modèle du producteur dans le cas d'une fonction Cobb-Douglas

Considérons une fonction de production de la forme Cobb-Douglas à deux facteurs de production qui s'écrit :

$$Q = A x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2}$$

où x_1 est un facteur fixe

x_2 est un facteur variable

Le profit s'écrit :

$$\Pi = p Q - w x_2$$

où p est le prix du produit

w est le prix du facteur variable

La maximisation du profit conduit au résultat classique d'égalité entre la productivité marginale du facteur variable et son coût :

$$\partial \Pi / \partial x_2 = \alpha_2 p Q / x_2 - w = 0$$

La demande de facteur variable s'écrit donc : $x_2 = \alpha_2 (p/w) Q$

On en déduit la fonction d'offre:

$$Q = A^{1/(1-\alpha_2)} x_1^{\alpha_1/(1-\alpha_2)} (\alpha_2/w)^{\alpha_2/(1-\alpha_2)} p^{\alpha_2/(1-\alpha_2)}$$

L'élasticité-prix de l'offre est donc égale à : $\alpha_2/(1-\alpha_2)$

La valeur de l'élasticité-prix de l'offre dépend donc de la contribution à la production du facteur variable.

1.2. L'estimation de fonctions de production sur données transversales

Les modèles les plus courants d'étude de l'offre sur données individuelles, utilisent le programme de maximisation du profit sous contrainte de la fonction de production, celle-ci étant estimée économétriquement à partir de données transversales d'exploitations agricoles (Skoufias, 1994). Les fonctions de production peuvent être de la forme Cobb-Douglas, mais le développement de formes fonctionnelles plus flexibles du type CES ou translog a élargi les possibilités de représentation (Jacoby, 1993). Le choix de la forme fonctionnelle appropriée pose de nombreux problèmes dans la mesure où les élasticités estimées dépendent de la forme fonctionnelle choisie.

Simultanéité et hétérogénéité

L'estimation des fonctions de production agricole soulève fréquemment des problèmes de simultanéité et d'hétérogénéité (Deaton, 1994). Un point de départ classique pour l'étude des caractéristiques de la production à travers une estimation économétrique est la régression d'une fonction de la forme :

$$\ln\left(\frac{q_h}{T_h}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln T_h + \beta_2 \ln L_h + \beta_3 \ln Z_h + u_h \quad (1)$$

où T_h est la terre, q_h la production, L_h le travail, Z_h un autre intrant et u_h le résidu.

Ainsi, dans ce cas, le signe de β_1 renseigne sur la relation entre la productivité de la terre et la taille de l'exploitation, tandis que β_2 est la productivité marginale du travail et β_3 est celle de l'intrant. Si cette productivité est supérieure au coût de l'intrant, alors on considère généralement qu'une intervention sur la distribution ou les conditions d'accès à cet intrant est économiquement efficace et donc justifiée. Trouver un signe négatif pour β_1 est un résultat classique pour lequel il existe plusieurs interprétations :

- une production élevée par tête constitue une assurance contre le risque pour les petits producteurs;
- le travail salarié (utilisé principalement dans les exploitations les plus grandes) est moins productif que le travail familial car il doit être supervisé.

Une autre explication est que l'équation (1) omet de l'hétérogénéité non observée - en l'occurrence la qualité de la terre - et que cette variable omise est systématiquement corrélée avec les variables explicatives. Par exemple, les exploitations dans les zones marginales semi-désertiques sont en général grandes tandis que les exploitations des zones fertiles sont plus petites. Qu'un jardin produise plus de valeur ajouté à l'hectare qu'un pâturage n'implique pas que tous les pâturages devraient être reconvertis en jardins. La variable omise de qualité de la terre est négativement corrélée à la superficie, ce qui conduit l'estimateur du coefficient à être biaisé de sa vraie valeur nulle à une valeur négative. Des études montrent que l'introduction de la qualité de la terre dans les variables explicatives diminue voire annule le biais (Benjamin, 1993).

Des arguments similaires peuvent être appliqués aux autres variables de la fonction de production. Par exemple, on trouve parfois que la productivité marginale des engrais est bien supérieure à ce qu'on attend dans un cadre de production efficace. Cela signifie-t-il qu'il existe des problèmes de disponibilité des engrais et qu'il faut améliorer leur distribution? Pas si ce que l'on observe est que les exploitations ayant des terres de meilleure qualité, ou des exploitants plus efficaces, sont aussi celles qui adoptent plus

facilement des nouvelles technologies. Dans ce cas la production de ces exploitations est élevée, non pas à cause d'une productivité marginale élevée des engrais mais à cause de variables non observables qui sont corrélées à la fois avec les inputs et l'output.

L'hétérogénéité omise induit une corrélation entre les variables explicatives et le terme d'erreur dans un sens qui a les mêmes conséquences que le biais de simultanéité. L'estimation d'une fonction de production peut souffrir d'un biais de simultanéité même en l'absence d'hétérogénéité car les inputs comme les outputs sont sous le contrôle du producteur et ne peuvent pas prétendre à l'exogénéité. La combinaison des problèmes de simultanéité et d'hétérogénéité rend inopérant le recours aux variables décalées pour résoudre le premier : alors qu'il est vrai que les semences doivent être plantées avant la récolte, l'hétérogénéité des exploitants fait que les semis ne sont pas exogènes pour la récolte. Le résultat de toutes ces considérations est que la fonction estimée par la régression des outputs sur les inputs correspond rarement à une technologie réelle.

Il existe de nombreuses solutions économétriques à ces problèmes. On doit tout d'abord remarquer que sous les hypothèses néoclassiques standards du modèle de ménage (modèle de décision), les véritables variables exogènes de la production sont les prix des inputs et des outputs et que les techniques appropriées d'estimation sont soit l'utilisation de variables instrumentales dans la fonction physique de production, soit l'estimation d'une spécification duale, dans laquelle la technologie est spécifiée comme une fonction de profit dont les dérivées sont des fonctions de demande d'inputs et d'offre d'outputs, toutes fonctions des prix.

Il y a deux problèmes ici, l'un théorique et l'autre pratique. Tout d'abord, beaucoup d'économistes du développement sont à l'aise avec des fonctions physiques reliant inputs et outputs et ne sont pas prêts à se conformer à une vision néoclassique marginaliste de l'agriculture dans les PVD. Cette réticence s'appuie souvent sur des faits réels, comme les nombreuses défaillances des marchés dans ces pays. Le deuxième problème est lié à la difficulté d'estimer des fonctions satisfaisantes reliant les outputs et les inputs à leurs prix tandis que pour l'estimation de fonctions physiques l'omission de l'hétérogénéité garantit souvent de bons résultats. Ce problème pratique est aggravé dans les cas où il y a relativement peu de variations de prix entre les exploitations.

Lorsque des données de panel sont disponibles le problème de l'hétérogénéité peut être résolu en faisant l'hypothèse qu'elle prend une forme additive dans l'équation (1). Des estimations sans biais des paramètres peuvent alors être obtenues avec les MCO appliqués soit aux différences entre périodes, soit aux écarts avec la moyenne individuelle.

Estimations de fonctions multiproduits

Un autre problème posé par l'estimation économétrique de fonctions de production agricoles sur données non expérimentales est que les consommations de certains intrants ne sont pas connues par culture. Les approches les plus courantes pour pallier aux données manquantes ont été d'estimer des fonctions de production jointes qui spécifient une relation entre une quantité d'output et des quantités agrégées d'intrants, ou bien d'utiliser des relations correspondantes entre quantités et prix issues de programmes duaux de maximisation de l'utilité espérée. La méthodologie proposée par Just et al. (1983) est basée sur les hypothèses suivantes concernant la production agricole :

- i) la plupart des intrants sont alloués par les agriculteurs à des activités de production spécifiques;
- ii) il existe des contraintes physiques qui limitent la quantité totale d'intrants qu'un agriculteur peut utiliser dans un temps donné;
- iii) la combinaison des outputs est uniquement déterminée par l'allocation des intrants à différentes activités productives, en plus des effets aléatoires et incontrôlables.

Une fonction de production multiple est une relation technique qui spécifie les combinaisons possibles d'outputs qui peuvent être produites à partir d'une combinaison d'intrants. Des généralisations des fonctions Cobb-Douglas et CET ont été proposées :

$$y_1 y_2^\delta = \alpha_0 x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} x_3^{\alpha_3} \quad (1)$$

$$\left(\delta_1 y_1^c + \delta_2 y_2^c \right)^{1/c} = q(x_1, x_2, x_3) \quad (2)$$

où les outputs sont notés y_k et les intrants x_j .

Une modélisation plus courante d'une technologie multi-produits est la contrainte structurelle des modèles de programmation mathématique :

$$Ay \leq x$$

où y et x sont des vecteurs d'outputs et d'intrants respectivement et A est une matrice de coefficients techniques.

L'avantage de cette formalisation est qu'elle est cohérente avec les hypothèses formulées plus haut et que la combinaison d'outputs est complètement déterminée lorsqu'on connaît la combinaison d'intrants pour chaque produit. Dans les formulations (1) et (2) en revanche, l'augmentation de la quantité d'intrants allouée à une culture donnée peut conduire à l'augmentation de la production d'une autre culture. Cette implication absurde résulte non pas de l'utilisation du concept de frontière de production jointe (la

formalisation (3) l'utilise également) mais de la restriction imposée par l'hypothèse selon laquelle cette frontière est séparable par rapport aux inputs et aux outputs.

Le problème posé par l'estimation de fonctions de production multiple rejoint donc le débat sur le choix entre les méthodes économétriques et l'approche par les modèles de programmation mathématique pour l'étude de la réponse de l'offre.

1.3. Les modèles de programmation mathématique

Dans les modèles de programmation mathématique, la forme exacte de la fonction technique de production est supposée connue et l'on construit un modèle linéaire complet pour décrire le système de production. Ce modèle comprend des fonctions de productions linéaires et additives pour chaque activité possible ainsi que des contraintes sur l'utilisation des ressources. Une fonction objectif est également spécifiée : il s'agit généralement d'une fonction de profit restreinte dans laquelle on peut introduire le risque. La résolution répétée de ce système d'équations avec différents prix permet de décrire des relations prix-production pour chaque culture et chaque exploitation type.

La réponse de l'offre agricole ainsi décrite a pour caractéristique principale d'être irrégulière ("en marches d'escalier") et ne peut donc pas être réduite à une forme fonctionnelle simple. Il est en revanche possible d'estimer économétriquement les relations prix-output à partir des résultats des simulations.

Un des avantages de la programmation mathématique est sa capacité à représenter la complexité des inter-relations liées à des exploitations produisant plusieurs cultures : les modèles de programmation mathématique prennent en effet en compte la concurrence qui existe entre les différentes activités productives pour l'utilisation des ressources. Un modèle de programmation mathématique à N produits et M intrants permet ainsi de reproduire :

NxN effets du prix des produits sur les productions;

MxM effets du prix des inputs sur leur utilisation;

MxN effets du prix des produits sur l'utilisation des inputs.

Le mot effet est approprié à ce type de modèles car les relations prix-production au niveau individuel ne sont pas lisses et continues, aussi n'est-il pas possible de les réduire à un paramètre du type élasticité. La spécification des modèles construits par cette approche leur permet d'être utilisés dans un domaine de validité plus large que les modèles économétriques. Enfin, cette approche permet de représenter des facteurs techniques et institutionnels qui agissent sur l'offre et qui sont difficilement représentés par d'autres formalisations. La construction de fonctions d'offre à partir de modèles de

programmation mathématique manque cependant de précision statistique car, du fait de la nature non-stochastique des coefficients, on aboutit à des valeurs insignifiantes de t . Le coefficient R^2 donne néanmoins une indication de la qualité de la fonction estimée.

Une des difficultés majeures de cette approche est l'obtention d'une classification des exploitations agricoles, qui minimise le biais d'agrégation. Une estimation non biaisée d'offre agrégée ne peut être obtenue que si des critères très stricts d'homogénéité sont appliqués lors de la classification. En plus des résultats connus pour les modèles statiques, il est nécessaire que les exploitations d'un même groupe grandissent dans les mêmes proportions et aient la même vitesse d'innovation. En pratique, il n'existe pas de méthodes de classification qui élimine totalement le biais d'agrégation.

L'approche par la programmation linéaire a donné lieu au développement de modèles multi-marchés à prix endogènes reposant sur la maximisation de la somme des surplus des producteurs et des consommateurs (Gérard, Boussard et Deybe, 1995). Un des inconvénients de ce type de modèles, rappelée par Sadoulet et De Janvry (1995), est que la condition pour que la maximisation de la somme des surplus des producteurs et des consommateurs corresponde à un équilibre compétitif est que chaque marché soit traité comme la solution d'un équilibre partiel. Cela implique que la solution du modèle ne prend pas en compte le revenu généré par le secteur dans la fonction de demande, ce qui exclut l'extension à l'équilibre général.

Les deux approches utilisées pour l'étude de la réponse de l'offre diffèrent fondamentalement par l'utilisation qu'elles font des dérivées du programme d'optimisation du producteur. En effet, l'utilisation des éléments de la théorie marginaliste permet de dériver du modèle structurel les fonctions d'offre de produit et de demande d'intrant, tandis que ces fonctions ne sont déduites a posteriori des modèles de programmation mathématique qu'à partir des résultats de simulations et ne reposent pas sur les résultats de la théorie marginaliste. Dans les deux cas cependant, les aspects de production sont déconnectés de ceux de la consommation. Le développement de modèle de ménage depuis le milieu des années 80 permet de prendre en compte les interactions qui existent entre les décisions de production et de consommation. Ces interactions sont particulièrement fortes dans les cas où l'autoconsommation et l'utilisation de main d'œuvre familiale sont importantes.

1.4. Les modèles de ménage

Les modèles de la théorie néoclassique du producteur et du consommateur ne suffisent pas à décrire le comportement des ménages agricoles des pays en voie de développement. En effet, la plupart

des ménages produisent en partie pour le marché et en partie pour leur propre consommation. Ils achètent une partie des intrants et utilisent leurs propres ressources en travail.

1.4.1. Le ménage agricole, producteur-consommateur

Dans la théorie néoclassique du consommateur, l'effet d'une hausse de prix peut se décomposer en un effet de substitution et un effet de revenu. Dans le cas des ménages ruraux, il convient d'ajouter un troisième effet aux effets revenu et substitution : si le prix d'un bien produit et consommé par le ménage augmente, alors le profit du ménage augmente ce qui conduit à une augmentation de la demande de produit - s'il ne s'agit pas d'un bien inférieur. En ce qui concerne les réponses aux prix à la production, l'effet-profit contrecarre les effets de substitution et de revenu (tous deux négatifs pour un bien non inférieur) pour les demandes de produits agricoles vivriers et de biens de consommation non agricoles, et peut donc induire une élasticité positive. De même, il crée une élasticité négative de l'offre de travail familial et positive de la demande de travail salarié. Ainsi, la demande d'un bien normal produit et consommé par le ménage est soumise à deux forces opposées : d'un côté la hausse du prix conduit à une diminution de la demande du fait des effets revenu et substitution, de l'autre, l'effet-profit conduit à une augmentation de la demande.

Afin de prendre en compte l'effet-profit dans le comportement des ménages ruraux, Singh, Squire et Strauss (1986) ont proposé une micro-économie approfondie des ménages agricoles. Le principe de ces modèles est de formaliser conjointement la production et la consommation des ménages agricoles. Le modèle de base est récursif et repose donc sur l'hypothèse que les ménages sont "price-taker" pour l'ensemble des produits qu'ils consomment ou produisent, ce qui permet de considérer que les décisions de production et de consommation sont séquentielles. Un programme classique de maximisation du profit est appliqué, déterminant la demande de travail salarié et la production totale. Ensuite, un programme de maximisation de l'utilité est calculé sous la contrainte du revenu déterminé précédemment. La forme de l'utilité une fois spécifiée, les demandes de biens consommables et de loisir sont calculées. Dans ce modèle, l'effet-profit incite le ménage à diminuer son offre de travail et génère donc une augmentation de la demande de travail salarié.

La présentation formalisée du modèle permet d'en étudier les propriétés.

On considère trois vecteurs de biens consommés :

X_a : vecteur de biens agricoles consommés

X_m : vecteur de biens manufacturés consommés

X_l : loisir

Le ménage maximise son utilité $U(X_a, X_m, X_l)$ sous trois contraintes :

* une contrainte budgétaire : $p_m X_m = p_a(Q - X_a) - w(L - F)$

où p_a et p_m sont des vecteurs de prix des biens agricoles et manufacturés

Q est la production agricole totale du ménage

L est la quantité de travail nécessaire

F est la quantité de travail familial

* une contrainte de temps de travail : $X_l + F = T$

où T est le stock total de travail familial

* une contrainte technologique de production : $Q = Q(L, A)$

où A est la quantité de terre

L est la quantité de travail

En additionnant ces contraintes, on obtient l'équation :

$$p_m X_m + p_a X_a + w X_l = w T + p_a Q(L, A) - w L$$

La résolution de ce programme passe tout d'abord par la maximisation du profit. La condition de premier ordre s'écrit :

$$p_a \left(\frac{\partial Q}{\partial L} \right) = w$$

Or L est la seule variable endogène. On a donc $L^* = L^*(w, p_a, A)$

D'où l'équation : $p_m X_m + p_a X_a + w X_l = Y^*$

où Y^* est la solution optimale.

Le programme de maximisation de l'utilité a pour conditions de premier ordre :

$$\frac{\partial U}{\partial X_m} = \lambda p_m \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_a} = \lambda p_a \quad (2)$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_l} = \lambda w \quad (3)$$

et $p_m X_m + p_a X_a + w X_l = Y^*$

Les solutions des équations (1), (2) et (3) sont des courbes de la forme :

$$X_i = X_i(p_m, p_a, w, Y^*)$$

Ainsi, la demande de biens dépend des prix et du revenu, qui, dans le cas de ménages ruraux, est déterminé par les activités de production. Des changements affectant la production vont donc affecter Y^* et, par suite, la consommation. On cherche l'élasticité-prix du surplus commercialisé :

$$\partial MS_a / \partial p_a = \partial Q / \partial p_a - \partial X_a / \partial p_a$$

D'après la théorie de l'offre, le premier terme est positif (la production d'un bien augmente lorsque son prix augmente). Cherchons le signe de $\partial X_a / \partial p_a$. On a :

$$\partial X_a / \partial p_a = \partial X_a / \partial p_a / y^* = cte + (\partial X_a / \partial Y^*) (\partial Y^* / \partial p_a) = \partial X_a / \partial p_a / y^* = cte + Q_a (\partial X_a / \partial Y^*)$$

D'après la théorie de la demande, le premier terme peut être décomposé en effet de substitution et effet revenu (équation de Slutsky). On a donc :

$$\begin{aligned} \partial X_a / \partial p_a &= \partial X_a / \partial p_a / u = cte - X_a (\partial X_a / \partial Y^*) + Q_a (\partial X_a / \partial Y^*) \\ &= \partial X_a / \partial p_a / u = cte + (Q - X_a) (\partial X_a / \partial Y^*) \end{aligned}$$

D'après la théorie de la demande, le premier terme est négatif (à utilité constante, la consommation d'un bien normal diminue lorsque le prix du bien augmente), tandis que le signe du deuxième terme dépend du statut du ménage. En effet, le terme $(\partial X_a / \partial Y^*)$ est positif d'après la théorie (lorsque le revenu augmente, la consommation d'un bien normal augmente) et on a :

$$Q - X_a > 0 \text{ si le ménage est vendeur net}$$

et $Q - X_a < 0$ si le ménage est acheteur net.

Ainsi, si le ménage est un acheteur net, sa consommation de bien agricole diminue lorsque le prix du bien augmente. En revanche, si le ménage est vendeur net, l'effet-profit peut contrebalancer l'effet négatif standard issu de la théorie de la demande. Dans ce modèle, l'effet-profit intervient négativement sur la production vivrière commercialisée, ce qui constituerait un élément explicatif de la faiblesse des élasticités-prix de l'offre agricole.

Si on abandonne l'hypothèse que les ménages sont "price-taker" pour les biens qu'ils produisent et consomment, alors on doit abandonner l'hypothèse de récursivité. C'est ce qui se produit dans une situation de défaillance des marchés.

1.4.2. Défaillance des marchés

L'absence de marchés constitue un cas extrême de défaillance. En général, les marchés existent, mais les gains à l'échange peuvent être supérieurs ou inférieurs aux coûts de transaction liés à l'échange, ce qui conduit certains ménages à ne pas avoir recours au marché. De Janvry, Fafchamps et Sadoulet (1991) proposent une définition de défaillance liée aux ménages et non pas aux produits afin d'éclairer les problèmes de participation au marché. Quand un bien peut être acheté et vendu par un ménage agricole, le prix de vente représente en général une fraction du prix d'achat. La largeur de la bande de prix dépend des coûts de transport (aller et retour) jusqu'au lieu d'échange, des marges de commercialisation, du coût d'opportunité du temps passé à vendre et à acheter, du risque associé à l'incertitude sur les prix, et d'un certain nombre de coûts de transaction spécifiques à chaque ménage. Moins les infrastructures sont développées, moins les systèmes de mises sur le marché sont compétitifs, moins l'information est parfaite, plus les transactions sont risquées et plus la bande de prix est large.

Si le prix implicite d'un bien ou d'un facteur produit et consommé par le ménage est à l'intérieur de la bande de prix, il n'y a pas d'échange : il est plus intéressant pour le ménage d'être autosuffisant. Si le prix implicite est au-dessus de la bande de prix, alors le ménage devrait acheter le produit jusqu'à ce que le prix implicite rejoigne le prix d'achat. Si le prix implicite est en dessous de la bande de prix, alors le ménage devrait vendre le produit jusqu'à ce que le prix implicite atteigne le prix de vente.

Des effets d'équilibre général sont susceptibles d'élargir la bande de prix dans la mesure où tous les ménages d'une région ont tendance à être des acheteurs nets ou des vendeurs nets les mêmes années puisqu'ils subissent les mêmes aléas climatiques. En effet, si une année est favorable, la borne inférieure de la bande de prix est susceptible de diminuer, ce qui réduit les chances pour que le prix implicite soit en dessous de la bande et que le ménage soit vendeur. Inversement, si l'année est mauvaise, la borne supérieure de la bande de prix augmente, ce qui diminue les chances pour qu'un ménage soit acheteur net. Ainsi, plus les marchés sont étroits, plus les prix sont susceptibles d'être corrélés positivement aux mouvements de prix implicite et moins les ménages auront recours au marché pour ces biens.

Les auteurs proposent par ailleurs un modèle de comportement des ménages susceptible de mettre en évidence ces problèmes à travers une formalisation mathématique.

Chaque ménage produit deux types de cultures :

une culture de rente : q_r

une culture vivrière : q_v

et utilise deux types d'intrants :

du travail : q_l

d'autres intrants : q_x

La production est soumise à une fonction technologique de production : $G(q,z) = 0$

où q est le vecteur des produits (>0) et des intrants (<0)

z est un vecteur de caractéristiques structurelles de l'exploitation.

Chaque ménage consomme trois types de biens :

des biens d'alimentation : c_v

des biens manufacturés : c_m

du loisir : c_l

et est doté de stocks initiaux de temps T , de biens i : B_i et de liquidités S .

Enfin, chaque ménage est "price-taker" pour la culture de rente, les intrants et les biens manufacturés. Le travail et les cultures vivrières sont produits par le ménage et éventuellement échangés sur le marché. Quand le marché existe pour ces biens, on considère que la substituabilité entre l'offre familiale et l'offre extérieure est parfaite et que leur prix est exogène. Dans le cas d'une défaillance du marché, le ménage doit équilibrer l'offre familiale (q_i+T_i) et la demande (c_i) pour ces biens, qui sont alors considérés comme des biens non-échangeables. Le ménage maximise une fonction d'utilité sous contraintes :

$$\text{Max } U(c,z)$$

$$\text{s.c. } \sum p_i c_i \leq \sum p_i (q_i + B_i) + S$$

$$G(q,z) = 0$$

$p_i = p_i^*$, prix exogène pour les biens échangeables

$q_i + B_i \geq c_i$, pour les biens non-échangeables

La lagrangien associé à cette maximisation s'écrit :

$$L = U(c,z) + \lambda [\sum p_i (q_i + B_i - c_i) + S] + \eta G(q,z) + \sum \mu_i (q_i + B_i - c_i)$$

Les biens échangeables et non échangeables peuvent être traités de manière symétrique dans l'écriture des conditions de premier ordre de la maximisation sous contrainte, en définissant pour chaque bien non échangeable un prix endogène $p_i = m_i / \lambda$. En supposant l'existence d'une solution, les quantités

optimales (q_i, c_i) et les prix endogènes (p_i) des biens non-échangeables, sont donnés par la résolution du système :

$$\partial U / \partial c_i = \lambda p_i, \text{ pour } i \in C = \{v, m, l\} \quad (1)$$

$$\eta(\partial G / \partial q_i) = - \lambda p_i, \text{ pour } i \in P = \{r, v, l, x\} \quad (2)$$

$$\sum p_i c_i = \sum p_i (q_i + B_i) + S \quad (3)$$

$$G(q, z) = 0 \quad (4)$$

$$q_i + B_i = c_i \text{ pour les biens non échangeables} \quad (5)$$

$$p_i = p_i^*, \text{ pour les biens échangeables} \quad (6)$$

Le comportement du ménage peut alors être décomposé en décisions de production et décisions de consommation :

- en tant que producteur, le ménage choisit les niveaux d'inputs et d'outputs qui satisfont (2) et (3), ce qui revient à maximiser une fonction de profit généralisée définie pour les biens échangeables et non échangeables.

- en tant que consommateur, le ménage choisit les niveaux de consommation qui maximisent son utilité sous la contrainte de revenu.

Ainsi, si tous les marchés existent et qu'il n'y a donc pas de biens non échangeables, tous les prix sont exogènes et les décisions sont prises séquentiellement : les consommations dépendent des décisions de production (dont dépend le revenu) mais pas inversement. On rejoint donc un modèle standard de séparabilité. Si, en revanche, certains marchés n'existent pas, les deux systèmes de décision sont liés par les prix endogènes p_i qui satisfont la condition d'équilibre (5) entre offre et demande.

1.5. Conclusions

De nombreuses questions se posent à Madagascar sur la définition d'une politique permettant le décollage du secteur agricole. En effet, ce secteur est un poids lourd de l'économie malgache mais qui, avec plus de 80% de la population active engagée dans la production agricole, ne contribuent qu'à hauteur de 34% au PIB du pays.

La production agricole malgache est par ailleurs caractérisée par une atomisation de l'offre. L'estimation de fonctions de production sur données transversales permet d'estimer les élasticités-prix de long terme de l'offre agricole agrégée et par culture. Ces paramètres doivent permettre de caractériser la

capacité de réaction de l'offre agricole malgache à des incitations par les prix. Certains inconvénients soulevés par l'estimation économétrique des fonctions de production pour la dérivation des paramètres de réponse de l'offre agricole peuvent être résolus à travers la construction de modèles de programmation mathématique. En effet, la description explicite de l'ensemble des opportunités de production et des contraintes auxquelles sont soumis les producteurs permet de représenter le comportement des producteurs dans un cadre moins irréaliste que celui qui sous tend l'approche économétrique. Ces modèles présentent néanmoins l'inconvénient de ne pas pouvoir être étendus facilement à un cadre d'équilibre général, ce qui limite leur contribution à l'analyse des problèmes macro-économiques. Cela pose problème dans la mesure où les décisions de politique économique sont fortement soumises aux contraintes macro-économiques qui affectent l'économie malgache (pénurie de devises, endettement...).

Les structures de production dominantes sont des exploitations familiales de petite taille qui produisent en grande partie pour leur propre consommation et utilisent principalement leur travail familial. Ces caractéristiques justifient une approche en termes de modèle de ménage afin de prendre en compte les effets-profit. L'hypothèse de récursivité des décisions de production et de consommation doit également être levée car de nombreux ménages sont autarciques soit pour un bien de consommation, soit pour un l'utilisation d'un intrant. La défaillance des marchés de crédit est également une cause importante de non récursivité de ces décisions. Bien que le contenu théorique de ces modèles semble répondre aux préoccupations de réalisme du modélisateur, les difficultés techniques de l'estimation d'équations simultanées par le maximum de vraisemblance et l'absence de séries longues de données transversales rend très rares les estimations de modèles de ménages agricoles non récursifs.

Références bibliographiques

- Ball V.E. (1988) "Modeling Supply Response in a Multiproduct Framework." *American Journal of Agricultural Economics* 70(4):813-25.
- Benjamin D. (1993) "Can Unobserved Land Quality Explain the Inverse Productivity Relationship?" *Journal of Development Economics* 46(1):51-84.
- Chambers R.G. (1988) *Applied production analysis: A dual approach*, Cambridge University Press.
- Chambers R.G. et R.E. Just (1989) "Estimating Multioutput Technologies." *American Journal of Agricultural Economics* 71(4):980-95.
- Deaton A. (1997). *The Analysis of Household Surveys : A Microeconometric Approach to Development Policy*. Baltimore : Johns Hopkins University Press.
- De Janvry A., M. Fafchamps et E. Sadoulet (1991) "Peasant household behavior with missing markets: Some paradoxes explained." *Economic Journal* 101:1400-1417.
- Gérard F., Boussard J.M. et Deybe D. (1995). MATA : un outil d'analyse multi-niveaux pour le secteur agricole. Notes et Documents URPA no. 51. Paris, CIRAD.
- Just R.E., D. Zilberman et E. Hochman (1983) "Estimation of Multicrop Production Functions." *American Journal of Agricultural Economics* 65(4):770-80.
- Sadoulet E. et A. De Janvry (1995) *Quantitative Development Policy Analysis*. Ed. The Johns Hopkins University Press : Baltimore and London.
- Singh I., L. Squire et J. Strauss (1986) *Agricultural Household Models*. Baltimore : Johns Hopkins University Press.

**Chapitre 2 : L'offre de riz des ménages agricoles
malgaches : Etude économétrique à partir
d'enquêtes transversales**

2.0. Introduction

L'accroissement de la production de riz à Madagascar est un objectif qui répond à plusieurs types et à plusieurs niveaux de préoccupations. De par sa place dans la consommation des ménages malgaches, la disponibilité en riz est un des piliers de la sécurité alimentaire du pays. Cette disponibilité est menacée par la diminution de la production domestique par tête dans un pays est la contrainte en devises est forte. D'un côté, le niveau du prix du riz à la consommation affecte le pouvoir d'achat des consommateurs - et donc éventuellement le coût de la main d'œuvre - de l'autre, les prix à la production ainsi que l'évolution de la productivité affectent les revenus des ménages agricoles producteurs. Ainsi, toute politique agissant sur le prix du riz aura un impact tant sur la production sectorielle que sur le bien-être de la population malgache.

La production rizicole de Madagascar est caractérisée par une atomisation de l'offre. Elle émane de plusieurs types de systèmes de production situés dans des régions dont la diversité est liée d'une part aux conditions agro-écologiques et d'autre part aux situations de peuplement et d'enclavement. Les structures de production dominantes sont des exploitations familiales de petite taille qui produisent en grande partie pour leur propre consommation et utilisent principalement du travail familial.

Le secteur rizicole, ainsi que la plupart des secteurs de l'économie, a été marqué au milieu des années 70 par un engagement de l'Etat à plusieurs niveaux de la filière. Cet engagement s'est traduit par de nombreuses nationalisations et par la création d'office para-étatiques de collecte et de commercialisation du riz. La poursuite d'objectifs de réduction des inégalités a, par ailleurs, alors conduit le gouvernement à pratiquer des politiques interventionnistes. La distribution de riz est devenue un monopole de l'Etat ce qui permettait un contrôle des prix à la consommation. Comme dans de nombreux pays d'Afrique sub-saharienne, cette politique de prix ainsi que le maintien d'un taux de change surévalué a vraisemblablement favorisé les consommateurs urbains au détriment des producteurs agricoles, ce qui expliquerait les mauvaises performances du secteur agricole en général et du secteur rizicole en particulier étant donné sa place dans la consommation des ménages. Cette analyse est à l'origine des politiques de libéralisation du secteur agricole mises en œuvre dans le cadre des plans de stabilisation et d'ajustement structurel engagés au milieu des années 80 sous l'égide des institutions de Bretton-Woods du fait de la crise budgétaire.

Les politiques de libéralisation ont ainsi mis progressivement fin à toutes les formes d'encadrement des prix, tant au niveau de la production qu'à celui de la consommation. Mais à l'issue du processus de libéralisation de la commercialisation du riz, les espoirs de croissance n'ont pas été réalisés : la production par habitant a continué à décroître, reflétant une croissance de la production de l'ordre de 1%, bien inférieure au taux de croissance démographique (3%). Depuis la libéralisation, le prix du riz

reflète théoriquement la confrontation de l'offre et de la demande. Tandis que cette dernière apparaît relativement rigide, l'offre est atomisée à l'extrême. Les situations de producteurs sont également assez diverses, ce qui rend difficile l'analyse de la réponse de l'offre. Plusieurs acteurs économiques interviennent sur la filière rizicole et sont donc susceptibles d'agir sur les conditions de la production, mais on s'intéressera ici uniquement à l'analyse de la réponse de l'offre de riz au niveau des producteurs.

L'objectif de ce travail est d'étudier les caractéristiques de l'offre de riz à Madagascar. Pour cela, nous mobilisons les bases et certains développements de la théorie microéconomique des ménages agricoles, ainsi que des outils économétriques. Les données utilisées proviennent d'un dispositif original d'enquêtes réalisées en 1996 par le projet MADIO auprès de 2000 ménages agricoles malgaches, parmi lesquels ont été sélectionnés les ménages producteurs de riz. Ceux-ci sont répartis dans six villages situés dans trois régions agro-écologiques différentes. Ce choix s'explique par l'extrême diversité climatique et agro-écologique du pays qui délimite des régions aux caractéristiques très différentes. La diversité de la riziculture malgache peut s'envisager selon plusieurs critères : d'une part la diversité des systèmes de culture, d'autre part la diversité des situations d'enclavement et de peuplement, enfin la diversité des dotations en facteurs de production des producteurs de riz. Notre étude s'intéresse à ces différents éléments de diversité, pour essayer de capturer, de la parcelle au ménage, les déterminants de l'offre de riz.

2.1. Diversité des systèmes de cultures et rendements du riz

Du fait de la diversité des systèmes de culture du riz à Madagascar, il est courant de parler "des rizicultures malgaches" plutôt que de la riziculture. Les observatoires ruraux ont tenté de saisir cette diversité en s'intéressant à trois régions agro-écologiques différentes et, dans chacune d'entre elles, à deux villages.

2.1.1. Diversité régionale et diversité des systèmes de culture

Une importante diversité régionale...

La région d'Antalaha, située dans la partie Nord-Est de l'île, est traditionnellement une région de cultures d'exportation : vanille d'abord, mais aussi café, poivre et girofle. Avec la baisse relative des prix aux producteurs, les ménages agricoles accordent une place de plus en plus importante aux cultures vivrières (riz, tubercules). Depuis 1995, les producteurs de vanille font face à une baisse dramatique des

prix aux producteurs du fait de l'effondrement des cours mondiaux. Les deux villages enquêtés diffèrent par les conditions d'accessibilité : le village d'Amphohibe est plus éloigné de la ville d'Antalaha que celui de Maromandia.

La région d'Antsirabe, située au cœur de la région des Hautes Terres du centre de Madagascar, est une des régions les plus peuplées du pays. Les producteurs y ont développé un système de cultures diversifiées afin d'exploiter au mieux les différentes facettes écologiques liées au relief accidenté. Les exploitations sont familiales, polyculturelles à dominante rizicole. Les deux villages diffèrent par l'ancienneté de l'occupation : le village de Soanindrariny se trouve dans la partie orientale du Moyen-Ouest, région d'occupation ancienne tandis le village de Vinany, situé dans la partie occidentale du Moyen-Ouest est une région de peuplement récent où la pression démographique est moins forte. Les régions les plus anciennement peuplées ont bénéficié des grands travaux d'irrigation conduits au XIXe siècle par la monarchie merina et bénéficient aujourd'hui de la présence d'un grand nombre d'opérateurs de type non gouvernemental.

La plaine de Marovoay, dans le Nord-Ouest de l'île, a été mise en valeur au début du siècle pendant la colonisation pour devenir un des greniers à riz de Madagascar. Son développement a attiré de nombreux migrants venus de différentes régions à la recherche d'un emploi salarié et, par suite, de terres. Comme les autres grands périmètres irrigués, cette zone a été frappée de plein fouet par la crise des années 80 : crise de l'autorité centrale de gestion du périmètre, rupture des approvisionnements en intrants et matériels. Cette crise a été suivie du retrait progressif de l'Etat dans le cadre de la libéralisation du secteur. Les exploitations cultivent principalement du riz. Les deux villages de l'observatoire diffèrent par leur situation dans la plaine : le village de Bepako est situé en plein cœur du périmètre irrigué tandis que celui de Madiromiongana a été choisi dans une zone périphérique.

Ces différences régionales sont reflétées par la diversité des écosystèmes et des systèmes de culture. Cette diversité, si souvent évoquée lorsque l'on parle de la riziculture malgache, peut être envisagée à la fois comme une richesse et comme une source de blocage. En effet, la diversité des systèmes de culture apparaît comme une bonne protection contre les risques climatiques et parasitaires, en contrepartie cette diversité rend plus ardue la tâche des organismes chargés de la recherche agronomique ainsi que la définition d'une politique agricole au niveau national.

...qui recoupe partiellement une non moins importante diversité des systèmes de culture

Qu'entend-on par diversité des systèmes de culture? Un système de culture est l'ensemble des pratiques mises en œuvre par les agriculteurs pour la culture d'une plante. Dans le cas du riz, le système

de culture se caractérise principalement par le système d'irrigation, le mode de semis, le mode de travail du sol, les associations et les rotations et le mode de reproduction de la fertilité. Le choix d'un système de culture est étroitement lié à un type de terre et à un type de climat. Ainsi, les parcelles de bas-fond sont généralement irriguées et repiquées, tandis que les parcelles de "tavy" sont des parcelles de riz pluvial semé directement. La reproduction de la fertilité sur les "tavy" repose sur le système de friche tandis que celle des bas-fond ou des plaines inondées périodiquement est prise en charge par le dépôt d'éléments fertiles. L'utilisation de fumure organique pour la reproduction de la fertilité est possible si le fumier est récolté, ce qui est plus couramment associé aux systèmes d'élevage en stabulation (cas de l'élevage laitier à Soanindrariny). La double culture n'est pas pratiquée dans toutes les régions car la croissance du riz ne peut pas se faire à des températures trop basses. Un système de culture se décrit donc selon plusieurs paramètres. Toutes les combinaisons de ces paramètres n'étant pas possibles - ou du moins pas optimales - dans un écosystème donné, il existe certains systèmes de culture dominants, dont l'existence est le résultat d'une histoire complexe plus ou moins récente. Les facteurs d'évolution des systèmes de culture sont principalement la pression démographique et le progrès technique.

Les enquêtes des observatoires ruraux sont particulièrement riches en ce qui concerne la description de la terre cultivée pour le riz. Le Tableau 2.1 présente ces caractéristiques pour chaque observatoire.

Tableau 2.1 : Diversité des écosystèmes et des systèmes de culture (% de la superficie cultivée en riz)

	Antalaha		Antsirabe		Marovoay	
	Ampohibe	Maromandia	Soanindrariny	Vinany	Bepako	Madiromiongana
Situation						
- Plaine	21,1	9,5	5,6	6,3	97,4	78,6
- Bas-fond	57,1	23,3	91,8	69,5	-	4,3
- Tanety	2,2	16,4	2,6	24,0	2,2	17,1
- Tavy	19,6	50,8	-	-	-	-
Mode d'irrigation						
- Cours d'eau	3,7	1,9	12,9	4,0	3,0	-
- Canal aménagé	58,9	22,7	50,9	20,4	86,8	71,7
- Puits	4,8	3,6	2,2	2,8	-	-
- Autre	5,6	3,6	-	4,2	3,0	-
- Non irrigué	24,0	68,2	9,7	52,9	3,4	26,5
- Pompe	3,1	-	24,3	15,7	3,1	-
Culture attelée	19,6	12,5	9,6	69,4	-	26,3
Fumure organique	-	4,8	53,1	25,3	-	-
Fumure minérale	-	-	6,8	2,0	1,7	-
Produits phytosanitaires	-	-	35,3	8,8	1,1	-
Semences améliorées	-	-	-	2,6	41,9	45,1
Repiquage	77,1	31,9	99,7	67,7	99,8	99,8
Cultures associées	2,6	26,9	4,8	10,8	-	-
Cultures de contre-saison	-	4,0	17,3	6,3	-	-
Double culture de riz	41,9	17,4	-	9,8	-	-
Rendements moyens (kg/ha)	1 046	1 036	1 671	1 575	2 190	1 748
Superficie totale en riz* (ha)	278	384	162	375	389	224
Taille moyenne des parcelles (ares)	68	77	31	62	82	80

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

NB : Lorsqu'un pourcentage est inférieur à 1, il n'est pas reporté.

* superficie totale cultivée en riz dans le village

Dans la région d'Antalaha, les bas-fonds et les "tavy" sont dominants. Ces deux types de terre correspondent à deux systèmes de culture très différents puisque les bas-fonds sont généralement cultivés tous les ans tandis que les "tavy" sont des parcelles défrichées et cultivées pendant deux ans puis laissées en friche pendant 3 à 5 ans selon les disponibilités en terre. Les systèmes d'irrigation dominants sont le canal aménagé pour les bas-fonds et la culture pluviale pour les "tavy". Le repiquage est une pratique culturelle liée à l'irrigation ce qui explique qu'il soit plus courant à Ampohibe qu'à Maromandia étant donné les distributions relatives des types de terre entre les deux villages. Enfin, la fertilisation, la

protection des cultures et l'utilisation de semences améliorées sont très peu répandues voire inexistantes dans les deux villages, tandis que la culture attelée est pratiquée sur environ 30% des superficies.

Dans la région d'Antsirabe, il convient de distinguer Soanindrariny, où les bas-fonds sont dominants, les parcelles petites et l'irrigation quasi systématique, de Vinany où les tanety représentent une part importante de la superficie cultivée en riz, où les parcelles sont deux fois plus grandes qu'à Soanindrariny et où près de 53% des superficies ne sont pas irriguées. Concernant les techniques mises en œuvre, il apparaît que les riziculteurs de Soanindrariny utilisent plus fréquemment de la fumure organique et des produits phytosanitaires et n'ont que très rarement recours à la culture attelée malgré la présence d'un important troupeau bovin, ce qui peut s'expliquer par l'exigüité des parcelles. Les possibilités d'extension étant limitées du fait de la forte pression démographique, les ménages de Soanindrariny ont intensifié leur production en ayant plus souvent recours à la fertilisation organique ou chimique et aux produits phytosanitaires. Dans ce contexte, il apparaît surprenant que l'utilisation de semences améliorées soit si peu répandue.

Dans le périmètre de Marovoay, une part écrasante de la superficie cultivée en riz se trouve en plaine. Il faut néanmoins noter une légère différence entre les villages de Bepako et de Madiromiongana. Dans ce dernier en effet, la culture pluviale sur tanety représente environ un cinquième des superficies. Concernant les techniques mises en œuvre, le repiquage est généralisé et l'utilisation de semences améliorées beaucoup plus répandue que dans les autres observatoires. En revanche, la fertilisation, qu'elle soit organique ou chimique, n'est quasiment pratiquée nulle part, ce qui met encore une fois en évidence une lacune du "paquet technique" mis en œuvre par les paysans du périmètre¹. Comme à Soanindrariny, il faudrait pouvoir analyser les causes de ces lacunes. En effet, les villages de l'observatoire d'Antsirabe bénéficient de la présence d'un grand nombre d'opérateurs du développement et il est probable que la plus forte utilisation d'intrants soit liée à cette présence. Quant aux producteurs du périmètre de Marovoay, ils ont bénéficié de la politique d'encadrement des grands périmètres irrigués jusqu'au milieu des années 80, ce qui a permis le développement d'un grand nombre de variétés améliorées adaptées à l'écosystème². Les deux observatoires les plus "encadrés", du moins pour la production de riz, semblent mettre en œuvre des paquets techniques incomplets, ce qui pourrait s'expliquer par un manque de coordination des différents opérateurs dans les Hautes Terres et par la crise de la structure d'encadrement du périmètre de Marovoay à la suite du désengagement de l'Etat.

1 Les espèces améliorées présentent en effet la caractéristique de répondre mieux que les espèces traditionnelles à la fertilisation chimique et organique mais sont généralement moins robustes (Fujisaka, 1990).

2 Il est néanmoins probable que ces semences améliorées ne soient plus réellement efficaces car issues des propres récoltes des producteurs.

Une dernière remarque sur la diversité des systèmes de culture concerne les associations, les rotations et la double culture du riz. Les cultures associées ne représentent une part non négligeable des superficies cultivées en riz que dans les villages de Maromandia et Vinany et sont pratiquées principalement sur les tanety et les tavy. Quant aux cultures de contre-saison, elles se rencontrent principalement à Soanindrariny, où elles occupent près de 17% des superficies cultivées en riz. La double culture du riz est pratiquée à Ampohibe (32% de la superficie cultivée en riz), à Maromandia (15%) et à Vinany (9%), principalement dans les bas-fonds. Ces différents chiffres montrent néanmoins que les associations, les rotations et la double culture de riz restent des systèmes de culture peu répandus.

2.1.2. Les facteurs de limitation des rendements

L'augmentation de la production de riz au niveau des ménages peut résulter soit de l'augmentation des superficies, soit de l'augmentation des rendements. De nombreuses études montrent que les rendements ont stagné et que l'augmentation observée résulte principalement de l'extension de la culture de riz pluvial. L'intensification apparaît néanmoins souhaitable car la mise en culture de terres de plus en plus marginales ainsi que la déforestation liée au pratique d'abattis-brûlis pour la mise en culture des "tavy" posent de graves problèmes d'érosion des sols et, par suite, de maintien de la fertilité. Les enquêtes des Observatoires Ruraux ont tenté de mettre en évidence les raisons de la stagnation des rendements du riz par des questions directes aux producteurs.

La maîtrise de l'eau est un problème souvent mis en avant par les experts pour expliquer les faibles rendements du riz. D'après les agriculteurs des observatoires, la déficience de l'irrigation touche en effet 40% des superficies rizicoles irriguées et c'est le facteur le plus fréquemment identifié comme cause de la limitation des rendements du riz (29% de l'ensemble des réponses). L'occurrence de ce problème est la plus forte dans les régions où la part de la superficie irriguée est la plus faible ce qui suggère qu'il faudrait dans ce cas l'analyser non comme une déficience des systèmes d'irrigation existant mais plutôt comme un manque de moyens d'irrigation pour les "tanety" et les "tavy". Malgré les problèmes posés par la réorganisation de la gestion du périmètre irrigué, les ménages de Bepako ne semblent pas percevoir de problème particulier de déficience du système d'irrigation. En revanche, les ménages de Madiromiongana sont plus sensibles à ce problème, ce qui suggère que la déficience du système d'irrigation est plus fréquente en périphérie du périmètre. L'incidence des problèmes posés par la maîtrise de l'eau sur les rendements n'étant pas évidente d'après les résultats des enquêtes, la déficience du système d'irrigation pourrait introduire un élément de risque qui limite non pas directement les rendements du riz mais les investissements pour l'intensification de la culture.

Plus de 50% des ménages de Bepako évoquent le manque de culture attelée comme limite des rendements du riz. Il convient de resituer ce problème dans l'histoire de l'encadrement du périmètre. En effet, avant la libéralisation, le piétinage des rizières était mécanisé et pris en charge par la société d'encadrement. Ce système a maintenant été abandonné et le matériel utilisé alors n'a pu être transmis aux agriculteurs. Ceux-ci semblent se trouver aujourd'hui incapables de prendre en charge cette opération.

36% des ménages de Soanindrariny évoquent la difficulté d'accès à des intrants bon marché comme limite principale des rendements du riz. Ce chiffre montre que les agriculteurs sont sensibilisés à l'utilisation d'intrants, ce qui est loin d'être le cas dans la plupart des villages observés. Il reste néanmoins à conduire un travail de sensibilisation à l'utilisation d'espèces végétales améliorées pour que le paquet technique mis en œuvre par les agriculteurs de la zone soit complet. Il est possible que cette lacune soit liée à l'absence de variétés améliorées adaptées à l'écosystème. Il semble en effet difficile pour de petits opérateurs de prendre en charge une mission de recherche qui constitue des investissements importants et de long terme.

Il est courant, lorsque l'on parle des systèmes rizicoles malgaches, de faire référence aux systèmes de culture asiatiques. En effet, les techniques rizicoles pratiquées sur la Grande Ile ont vraisemblablement été importées par les migrants d'Asie du Sud-Est qui ont peuplé les Hautes Terres et les écosystèmes peuvent sembler comparables. Or, si la révolution verte a permis en Asie, de porter les rendements moyens à près de 4 tonnes de paddy par hectare, de nombreuses études montrent que le rendement moyen malgache n'a pratiquement pas progressé en 30 ans et parvient très difficilement à atteindre les 2 tonnes de paddy par hectare souvent données comme référence au niveau national. Les résultats obtenus en Asie en termes de rendements représentent donc un objectif pour la riziculture malgache. La comparaison laisse apparaître des différences à presque tous les niveaux. Mais le plus flagrant reste le niveau de fertilisation élevé des rizicultures asiatiques (associé à l'utilisation systématique des semences améliorées issues de la révolution verte) et la pratique quasi systématique de la double culture de riz. Cette pratique demande d'importants apports en eau ainsi qu'une bonne maîtrise de l'irrigation, mais suppose également un mode efficace de reproduction de la fertilité du fait de l'importance du prélèvement que constitue la double culture.

La diffusion de semences améliorées apparaît liée à la présence d'un opérateur capable de prendre en charge une activité de recherche sur le développement d'espèces adaptées à l'écosystème considéré. Cette activité doit être complétée par une mise à disposition des intrants nécessaires pour compléter le paquet technique proposé. Dans la plaine de Marovoay, l'encadrement de la production a laissé plusieurs traces dont l'utilisation relativement courante de semences améliorées mais aucune structure n'a été capable de prendre en charge la commercialisation des intrants nécessaires pour compléter le paquet

technique. Par ailleurs, les agriculteurs semblent eux-mêmes avoir des difficultés à prendre en charge certaines opérations culturales comme le piétinage qui a été longtemps mécanisé et pris en charge par la structure d'encadrement avec du matériel dont les dimensions et le coût semble interdire qu'il puisse être récupéré par des producteurs de manière individuelle. L'organisation des producteurs apparaît là encore au centre des problèmes du périmètre (Droy, 1990). La sensibilisation à l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires apparaît liée à la présence d'opérateurs du développement - comme dans les observatoires des Hautes Terres d'Antsirabe, mais ceux-ci semblent avoir du mal à faire face à la demande d'intrants exprimée par les producteurs. Par ailleurs ils n'ont pas les moyens de prendre en charge une activité de recherche sur les variétés améliorées dont la diffusion décuplerait sans doute les effets de l'utilisation d'engrais.

2.1.3. Les déterminants du rendement du riz au niveau des parcelles

Afin d'identifier les déterminants agronomiques, climatiques et techniques des rendements du riz, ceux-ci ont été régressés sur l'ensemble des facteurs identifiés précédemment. L'intérêt de l'approche économétrique est qu'elle permet de conduire une analyse multivariée tout en isolant les effets des différentes variables introduites dans la régression. La variable dépendante est le logarithme du rendement au niveau de la parcelle, calculé à partir des déclarations de production et de superficie. Les variables explicatives sont le logarithme de la superficie de la parcelle, les logarithmes des superficies en riz et hors riz au niveau de l'exploitation, le logarithme du nombre d'actifs dans l'exploitation, des variables dichotomiques décrivant le paquet technique mis en oeuvre (culture attelée, fertilisation, utilisation de semences améliorées, irrigation) et des variables dichotomiques indiquant le village et la situation de la parcelle (plaine, bas-fond, tanety ou tavy³). Les résultats de la régression se trouvent dans le Tableau 2.2.

³ Les parcelles de tanety sont des champs situés sur les pentes et les sommets des collines où la culture sèche prédomine. Les parcelles de tavy sont des champs issus de la pratique d'abattis-brûlis usitée dans les régions forestières et humides de l'Est malgache.

Tableau 2.2: Estimation d'une fonction de rendement du riz au niveau des parcelles (MCO)

Ln(Rendement du riz)	Ensemble		Plaine		Bas-fond		Tanety		Tavy	
	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t
Ln(Superficie)	-0.32	15.055	-0.23	6.439	-0.32	11.650	-0.40	4.045	-0.57	7.879
Ln(Superficie en riz)	-0.11	5.095	-0.03	1.114	-0.14	4.883	-0.16	1.478	-0.18	2.244
Ln(Superficie hors riz)	0.01	1.882	0.01	0.900	0.06	3.195	0.02	0.458	0.04	1.312
Ln(Nombre d'actifs)	0.17	5.859	0.07*	1.617	0.24	6.031	-0.06	0.443	0.11	1.146
Culture attelée?	0.02	0.520	0.01	0.186	0.06	1.291	0.25	1.347	-0.03	0.117
Fertilisation?	0.05	1.154	0.12	1.080	0.14	2.729	0.20	1.111	0.38	0.654
Semences améliorées?	0.01	0.187	0.02	0.588	-0.18	0.996	0.02	0.062	0.61	1.034
Irrigation?	0.20	4.310	0.50	5.483	0.15	2.966	0.57	2.089	0.60	1.011
Villages										
- Ampohibe?	-0.63	9.428	-0.55	7.669	-0.69	2.539	-0.44	1.145	0.40	0.482
- Maromandia?	-0.47	6.863	-0.59	7.192	-0.64	2.362	-0.07	0.270	0.68	0.832
- Soanindrariny?	-0.78	9.393	-0.35	2.351	-0.96	3.507	-1.27	2.694	-	-
- Vinany?	-0.35	4.769	-0.04	0.326	-0.42	1.569	-0.95	3.016	-	-
- Bepako?	0.17	3.090	0.18	3.573	-2.29	3.619	-0.35	1.090	-	-
- Madiromiongana?	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.	mod.ref.
Situation										
- Plaine	mod.ref.	mod.ref.								
- Bas-fond	-0.04	0.947								
- Tanety	-0.69	10.543								
- Tavy	-0.29	3.932								
Constante	8.96	81.317	7.99	47.108	8.92	31.415	9.11	20.867	8.88	10.200
R ²	0.39		0.29		0.29		0.24		0.41	
Nombre d'observations	2 234		739		1 030		222		242	

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

L'étude des déterminants des rendements du riz au niveau des parcelles met en évidence plusieurs résultats intéressants : au niveau agrégé, aucun des coefficients des variables correspondant aux variables techniques - technique de culture, fertilisation, types de semences - n'est significativement différent de zéro. Seule parmi les variables techniques, l'irrigation a un impact sur les rendements. Les régressions conduites par situation montrent que la fertilisation n'a d'impact que sur les parcelles situées dans les bas-fonds et dans les plaines. Ce résultat est d'autant plus surprenant que la fertilisation est relativement plus courante sur les parcelles de tanety (près de 40% des parcelles sont fertilisées contre 21% seulement des parcelles de bas-fond et 3% des parcelles de plaine).

Les régressions conduites au niveau des villages montrent que le mode de culture a un impact positif sur les rendements dans les villages de Maromandia, Soanindrariny et Bepako, et la fertilisation a un impact positif sur les rendements à Soanindrariny seulement. Les coefficients des variables dichotomiques représentant les cinq villages (le village de Madiromiongana étant la modalité de référence) sont tous significatifs au niveau agrégé et les résultats montrent que, toutes choses égales par

ailleurs - c'est-à-dire la superficie, la situation et l'irrigation des parcelles étant données ainsi que les modes de culture, de reproduction de la fertilité et la qualité des semences - les rendements sont les plus élevés à Bepako et les moins élevés à Soanindrariny.

Concernant la situation des parcelles, les résultats de la régression au niveau agrégé montrent que les rendements des parcelles de bas-fond ne sont pas significativement différents des rendements des parcelles de plaine, tandis que sur les parcelles de tavy et de tanety, les rendements sont significativement inférieurs. Les rendements sont les plus faibles sur les parcelles de tanety, où la reproduction de la fertilité est moins bien prise en charge que sur les tavy ou dans les bas-fonds et les plaines.

L'autre résultat intéressant de ces régressions est le signe du coefficient de la superficie de la parcelle qui renseigne sur la relation entre productivité moyenne de la terre et taille des parcelles : tant au niveau agrégé qu'au niveau des différents types de sols et des différents villages, il apparaît une relation négative entre productivité de la terre et taille des parcelles. Ce résultat avait déjà mis en évidence dans d'une étude descriptive conduite sur les données des observatoires du Vakinankaratra (Pesneaud, 1997). L'approche économétrique permet de confirmer l'existence de cette relation inverse pour l'ensemble des villages en contrôlant à la fois pour la situation des parcelles et certains paramètres des systèmes de culture mis en œuvre. Il est en effet classique de trouver un signe négatif et Deaton (1994) suggère que ce résultat s'explique par l'omission dans les équation de rendement de l'hétérogénéité non observée et que ces variables omises sont systématiquement corrélées avec les variables explicatives (cf. Chapitre 1). La variable omise de qualité de la terre étant généralement négativement corrélée à la superficie, l'estimateur du coefficient de productivité de la terre tend à être biaisé de la vraie valeur nulle à une valeur négative.

Dans le cas de la riziculture malgache, ce résultat pourrait être lié à l'existence de plusieurs types de terre aux productivités différentes : ainsi, les parcelles de "tanety" sont généralement plus grandes et moins productives que les parcelles de bas-fond, ce qui peut s'expliquer à la fois par des considérations topologiques et par des considérations de peuplement : les terres les plus productives ont été mises en valeur plus anciennement et la pression démographique sur ce type de terres est la plus forte. Certaines études montre que l'introduction de la qualité de la terre dans les variables explicatives diminue voire annule le biais (Benjamin, 1993) mais, dans le cas des observatoires ruraux, ce résultat est maintenu même en prenant en compte une grande partie de l'hétérogénéité, qu'elle concerne la qualité des sols, la diversité des conditions agro-écologiques régionales ou les différents systèmes de culture. Il faut donc en conclure que, quel que soit le système de culture considéré, la productivité marginale de la terre est inversement proportionnelle à la superficie des parcelles. Une interprétation possible au niveau de la parcelle du signe négatif de la superficie dans l'équation de rendement est liée au problème de la maîtrise de l'eau : en effet, plus les parcelles sont grandes, plus l'aplanissement pour le maintien de l'horizontalité

est délicat, particulièrement dans le cadre d'une agriculture peu mécanisée (Pesneaud, 1997). Mais ce raisonnement ne suffit pas à expliquer pourquoi la productivité de la terre décroît encore plus avec la superficie pour les "tavy", qui, typiquement, ne sont pas irrigués.

L'existence d'une relation négative entre productivité moyenne de la terre et taille des exploitations est une observation empirique très courante dans les pays en développement. Les premières mesures furent conduites en Inde au début des années 1960 (Sen, 1962). Depuis de nombreuses explications ont été avancées. La plus courante est liée à l'imperfection du marché du travail. Dans le contexte d'une agriculture dualiste - c'est-à-dire caractérisée par l'existence de grandes exploitations utilisant typiquement de la main d'œuvre salariée et de petits exploitants utilisant de la main d'œuvre familiale sur leur exploitation et vendant éventuellement une partie de leur force de travail - l'existence de coûts de transaction sur le marché du travail conduit à des prix implicites de la main d'œuvre différents : le prix implicite du travail est plus faible pour les petits exploitants que pour les grands, ce qui conduit les premiers à utiliser plus de travail à l'hectare, avec, comme résultat de cette intensification, des rendements moyens de la terre plus élevés⁴.

Dans le contexte malgache, bien qu'il soit difficile de mettre en évidence la structure dualiste de l'agriculture - relativement à celle fréquemment observée dans certains systèmes agraires latino-américains - la variabilité des dotations en terre par tête est néanmoins importante : l'indice de Gini de distribution des superficies cultivées en riz est de 0.42 (voir partie 2.1). Par ailleurs, les niveaux d'utilisation d'intrants variables restent très faibles quelle que soit la taille des exploitations. Afin de relier les résultats obtenus au niveau des parcelles à l'explication communément retenue s'appuyant sur la dualité de l'agriculture et l'imperfection du marché du travail, les régressions des rendements moyens calculés au niveau des ménages ont été conduites. Les exploitations ont été dans un premier temps classées par quartile selon la superficie globale cultivée en riz. Les chiffres du Tableau 2.3 montrent que dans tous les villages, la productivité moyenne de la terre diminue lorsque la superficie globale cultivée en riz augmente. Les tests conduits au niveau agrégé montrent par ailleurs que la productivité moyenne du premier quartile est significativement différente de celle du second, tandis que celle du troisième quartile est significativement différente du quatrième.

⁴ Ces observations et explication sont valables dans le cas d'une agriculture où la contribution relative du travail à la productivité moyenne de la terre est importante. Le progrès technique conduit généralement à l'augmentation de la contribution relative d'autres facteurs (engrais, semences améliorées, produits phytosanitaires) dont l'utilisation dépend largement des disponibilités en liquidités. L'accès au crédit étant généralement plus facile pour les grandes exploitations, celles-ci ont alors un avantage qui peut conduire à une inversion de la relation entre productivité de la terre et taille de l'exploitation (Deolalikar, 1981).

Tableau 2.3: Rendements par quartile de superficie cultivée en riz

	Ensemble	Antalaha		Antsirabe		Marovoay	
		Amphibe	Maromandia	Soanindrariny	Vinany	Bepako	Madiromiongana
Quartile 1	1 799*	1 273	1 234	2 324	1 691	2 505	1 995
Quartile 2	1 427	909	1 016	1 709	1 450	2 024	1 806
Quartile 3	1 384*	830	959	1 417	1 346	1 987	1 841
Quartile 4	1 126	523	610	1 112	1 302	1 975	1 441
Ensemble	1 446	903	967	1 658	1 453	2 131	1 773

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

* productivité moyenne significativement différente de la productivité moyenne du quartile suivant.

Afin de confirmer ces résultats en contrôlant pour les variables de situation de la terre, les rendements moyens par exploitation ont été régressés sur la superficie globale cultivée en riz, les proportions de chaque type de terre ainsi que la part irriguée. Les chiffres du Tableau 2.4 montrent que la relation inverse observée au niveau des parcelles est maintenue au niveau des exploitations. Une autre variable a été ajoutée. Le nombre de parcelles permet de retrouver les résultats observés au niveau des parcelles : pour une superficie cultivée en riz donnée, plus le nombre de parcelles est élevé - c'est-à-dire plus les parcelles sont petites - et plus les rendements sont élevés. La relation inverse et la significativité du nombre de parcelles sont maintenues dans les équations estimées au niveau de chaque de village.

Tableau 2.4 : Estimation d'une fonction de rendement au niveau des ménages (MCO)

	Ensemble		Antalaha		Antsirabe		Antsirabe		Marovoay		Marovoay			
	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t		
LNSUP	-0.41	18.969	-0.62	14.102	-0.48	9.893	-0.46	9.437	-0.37	5.413	-0.21	4.263	-0.27	3.721
sup_bf	-0.12	2.046	-0.09	0.763	-0.01	0.152	-0.47	2.317	-0.31	1.455	-1.15	0.577	0.03	0.083
sup_tn	-0.39	4.284	-0.00	0.021	-0.34	1.448	-0.69	2.211	-0.70	2.646	-0.27	0.549	-0.33	1.348
sup_tv	-0.36	3.584	-0.07	0.288	-0.35	1.671	-	-	0.08	0.045	-	-	-	-
piri	0.18	2.723	0.21	0.932	0.25	1.285	0.21	1.389	0.19	1.462	0.28	0.739	0.29	1.190
nbpar	0.18	11.669	0.16	4.127	0.16	3.872	0.22	6.346	0.17	4.027	0.13	3.911	0.23	3.622
vil1	-0.35	5.092												
vil2	-0.49	7.904												
vil3	-0.58	7.606												
vil4	-0.20	2.890												
vil5	0.15	2.909												
vil6	mod.ref													
Constante	4.28	36.605	4.72	15.648	4.01	14.083	4.11	14.655	4.12	11.452	3.57	7.817	3.41	9.064
R ²	47.8		49.4		49.8		35.2		21.0		10.3		23.2	
Nb d'obs	1146		225		222		186		168		210		135	

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

Les différentes estimations mises en oeuvre ont permis d'établir qu'il existe une relation inverse entre rendements du riz et superficie, observée tant au niveau des parcelles que de l'exploitation tout entière, et qui est maintenue même lorsque la qualité de la terre est prise en compte. Afin de tester l'explication de la relation inverse en productivité moyenne de la terre et superficie cultivée s'appuyant sur la défaillance du marché du travail, on peut comparer la productivité marginale du travail familial entre les petites et les grandes exploitations. On devrait en effet aboutir à une productivité marginale du travail inférieure pour les plus petits exploitants. Ce calcul sera effectué dans la partie suivante, à partir de l'estimation d'une fonction de production.

2.2. La production de riz

L'approche suivante repose sur une formalisation simple qui permet de déduire les paramètres de réponse de l'offre de riz à partir de l'estimation d'une fonction de production (cf. Chapitre 1). Dans un premier temps, la distribution des facteurs de production sera examinée afin de mettre en évidence la deuxième source de diversité des conditions de la production de riz. L'estimation d'une fonction de production conduira ensuite à une évaluation de l'élasticité-prix de l'offre de riz dans les observatoires. Le calcul et l'analyse de la productivité marginale du travail familial devrait enfin permettre de confirmer le lien entre productivité moyenne de la terre, taille des exploitations et productivité marginale du travail.

2.2.1. Les dotations en facteurs de production

Quatre facteurs de production sont considérés : il s'agit de la terre, de l'équipement, du cheptel et du travail familial. La terre est l'ensemble des superficies des parcelles cultivées en riz par le ménage. On a retiré de cette somme les parcelles complètement improductives. Il s'agit donc d'un agrégat de parcelles aux situations et aux qualités agronomiques parfois très différentes puisque de nombreux ménages cultivent à la fois du riz en plaine ou en bas-fond et du riz sur "tanety" ou sur "tavy".

L'équipement agricole est la valeur de l'ensemble des outils utilisés par le ménage pour la production agricole. Il est principalement constitué d'outillage manuel (angady, coupe-coupe, haches...), mais également de charrues, de herses et de sarceuses pour la culture attelée et de charrettes pour le transport. L'équipement des ménages des observatoires a été mesuré lors du premier passage des enquêtes, en 1995, il s'agit donc d'une variable retardée. Le cheptel est la valeur de l'ensemble des animaux possédés par le ménage. Il s'agit à la fois de gros élevage, principalement des bœufs et des vaches laitières, et de petit élevage (caprins, ovins, porcins, volailles). Le bétail peut contribuer à la production de riz de deux manières : d'une part, il apporte une force de traction pour la culture attelée,

d'autre part, il apporte du fumier pour la fertilisation des sols. Ces deux variables n'étant pas mesurées directement, la valeur du cheptel est utilisée comme proxy.

Enfin, le travail familial est l'ensemble des jours de travail agricole déclarés par les membres du ménage soit au titre de leur activité principale, soit au titre d'activité secondaire. Cette déclaration d'activité comporte quatre modalités de participation : à plein temps, à mi-temps, saisonnièrement et quelques heures par semaine. A chaque modalité a été associé un coefficient d'équivalence afin de transformer ces déclarations qualitatives en une déclaration quantitative. En revanche, l'enquête ne permettant pas de savoir quelle part du travail familial agricole est utilisée pour la production du riz, il s'agit là encore d'une proxy.

La distribution des facteurs de production est analysée dans le Tableau 2.5 à travers l'utilisation de l'indice de Theil. Cet indice est couramment utilisé pour mesurer l'inégalité de la distribution du revenu des ménages. L'intérêt de l'indice de Theil réside dans la possibilité de le décomposer lorsque l'on dispose de données qui peuvent être classifiées en groupes. On peut alors en effet mesurer les contributions des variabilités inter-groupes et intra-groupes à la variabilité totale. Les groupes considérés ici correspondent aux villages.

Plusieurs résultats méritent d'être soulignés. Tout d'abord, tous les facteurs de production ne sont pas répartis aussi inégalement les uns que les autres. Par ailleurs, la contribution de la variabilité intra-groupes des dotations en facteurs de production à la variabilité totale apparaît presque systématiquement plus importante que celle de la variabilité inter-groupes. La diversité des conditions agro-écologiques, mise en évidence dans la partie précédente, ne suffit donc pas à expliquer la diversité des dotations en facteurs de production.

Parmi les facteurs primaires, les facteurs les plus inégalement répartis sont l'équipement et le bétail. 99% des ménages producteurs de riz possèdent de l'équipement agricole, et 84% possèdent du bétail. Dans le cas de l'équipement, la contribution de la variabilité inter-groupes à la variabilité totale est aussi importante que celle de la variabilité intra-groupes. Les ménages des deux villages des observatoires d'Antalaha apparaissent en effet très faiblement équipés par rapport à ceux des autres observatoires : la dotation moyenne en équipement est 10 fois inférieure à celle des ménages des deux autres observatoires. L'équipement est le plus inégalement réparti dans le village de Soanindrariny. La variabilité de la dotation en bétail apparaît en revanche plus forte au sein des villages qu'entre eux. Le bétail est le plus inégalement réparti dans les villages de l'observatoire de Marovoay et le plus équitablement réparti dans le village de Vinany.

Tableau 2.5 : Dotations en facteurs de production

	Indice de Theil			Antalaha				Antsirabe				Marovoay			
	total	inter	intra	Ampohibe		Maromandia		Soanindrariny		Vinany		Bepako		Madiromongana	
				Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil
Superficie en riz ^a	0.30	12%	88%	157	0.23	137	0.21	63	0.39	159	0.33	153	0.25	132	0.23
Superficie irriguée ^a	0.42	17%	83%	51	0.55	92	0.22	58	0.45	72	0.61	148	0.25	105	0.34
Equipement 95 ^b	0.73	44%	56%	28	0.17	29	0.22	221	0.68	368	0.51	362	0.34	468	0.25
Valeur du cheptel ^b	0.95	8%	92%	552	0.93	943	0.66	1 054	0.76	1 512	0.57	727	1.55	1 702	1.02
Travail familial ^c	0.16	5%	95%	433	0.31	650	0.09	530	0.16	603	0.14	602	0.12	579	0.15
Travail salarié ^c	0.55	7%	93%	24	0.37	20	0.41	38	0.73	43	0.73	45	0.38	35	0.32
Dépenses ^d	1.30	17%	83%	0	-	0	-	4 727	1.16	3 132	1.26	6 002	1.36	4 591	0.86

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1995 et 1996, nos propres calculs

a. en ares b. en 1 000 Fmg c. en jours d. en Fmg

Les facteurs les plus également répartis sont la terre et le travail familial. Dans les deux cas, la contribution intra-villages à la variabilité totale représente plus de 80%. La répartition des terres irriguées est légèrement plus inégalitaire que celle de la superficie globale cultivée en riz, ce qui suggère que toute politique de redistribution des terres doit prendre en compte la situation des terres qu'elle redistribue. La terre est le plus inégalement répartie dans les deux villages de l'observatoire d'Antsirabe. Or ces deux villages diffèrent par leurs situations de peuplement : l'installation de la population à Soanindrariny est ancienne, tandis que Vinany est une région d'occupation récente. L'inégalité foncière n'apparaît donc pas liée à des situations particulières de peuplement.

2.2.2. Estimation d'une fonction de production du riz

L'estimation de la fonction de production de la forme Cobb-Douglas a été conduite au niveau agrégé, puis au niveau de chaque village. Aux quatre facteurs de production dont la distribution a été étudiée plus haut, deux facteurs variables sont ajoutés : le travail salarié et l'ensemble des autres intrants variables (Tableau 2.6). Le travail salarié utilisé pour la production de riz est directement mesuré en nombre de jours-hommes par an et par type d'opération culturale (labour, mise en eau, repiquage, sarclage, récolte, battage, transport et séchage). Il est même possible de distinguer le salariat de l'entraide. La variable utilisée est un agrégat de l'ensemble des jours de travail salarié ou d'entraide utilisés dans l'année pour la production de riz. Les dépenses de production pour le riz sont la valeur des intrants achetés, qu'il s'agisse d'engrais minéraux, d'engrais organique, d'insecticides, de frais de pompage, de frais d'irrigation (redevance) ou de frais de préparation des champs.

Tableau 2.6 : Variables explicatives de l'estimation de la fonction de production

Variables	Définition	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
LNPROD	Production nette de riz du ménage en kg*	1 652	1 729	54	15 704
LNSUP	Superficie cultivée en riz en ares	133	115	4	1 000
LNEQ	Valeur de l'équipement agricole en 1995 en 1000 Fmg	230	304	0	2 395
LNBET	Valeur du cheptel en 1000 Fmg	1 025	1 913	0	28 754
LNFAM	(Nombre d'actifs familiaux travaillant sur l'exploitation) x 365	585	310	52	2 600
LNSAL	Nombre de jours de travail salarié utilisés pour la culture de riz	34	45	0	480
LNDEP	Dépenses d'intrants pour la culture de riz en 1000 Fmg	2 976	11 468	0	189 000
sup_pl	part de la superficie cultivée en plaine	0.38	0.46	0	1
sup_bf	part de la superficie cultivée en bas-fonds	0.41	0.44	0	1
sup_tn	part de la superficie cultivée en tanety	0.09	0.24	0	1
sup_tv	part de la superficie cultivée en tavy	0.12	0.27		1
Sco	nombre moyen d'années de scolarité réussie des actifs familiaux	2.13	1.69	0	12
sco2	(sco) ²				
vil1	variable dichotomique indiquant le village d'Ampohibe	0.17	0.37	0	1
vil2	variable dichotomique indiquant le village de Maromandia	0.20	0.40	0	1
vil3	variable dichotomique indiquant le village de Soanindrany	0.17	0.37	0	1
vil4	variable dichotomique indiquant le village de Vinany	0.15	0.36	0	1
vil5	variable dichotomique indiquant le village de Bepako	0.19	0.39	0	1
vil6	variable dichotomique indiquant le village de Madiromiongana	0.12	0.33	0	1

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

* production nette de la quantité de semences utilisée

D'autres variables ont été introduites comme variables explicatives afin de contrôler pour une partie des effets fixes non observables. Ces effets - dont les estimations sur données de panel permettent de se "débarrasser" - sont principalement liés d'un côté à l'efficacité des producteurs, de l'autre à des différences de qualité de la terre. Afin d'éliminer une partie des effets fixes liés à l'efficacité des producteurs, le nombre moyen d'années de scolarité réussies des actifs familiaux a été introduit dans l'estimation. Pour la qualité de la terre, des variables de répartition de la terre cultivée en riz en fonction de sa situation ainsi que des variables dichotomiques régionales sont utilisées.

L'estimation par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO) de la fonction de production donne des résultats relativement satisfaisants en termes d'explication de la variance de la production (Tableau 2.7). Toutes les variables explicatives ont par ailleurs des paramètres significativement différents de zéro et les rendements d'échelle - c'est-à-dire la somme des productivités marginales des facteurs fixes - sont décroissants. Les résultats diffèrent cependant d'un village à l'autre.

Les coefficients des facteurs de production peuvent être interprétés en termes de contribution relative à la production. Les facteurs contribuant le plus, sont la terre et la travail familial : leurs contributions relatives - calculées en rapportant les coefficients estimés à la somme des coefficients des facteurs fixes - s'élèvent respectivement à 64% et 28%.

Tableau 2.7 : Estimation d'une fonction de production de riz (MCO)

	Ensemble		Antalaha				Antsirabe				Marovoay			
	Coeff.	t	Ampohibe		Maromandia		Soanindrariny		Vinany		Bepako		Madiromiongana	
	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t
LNSUP	0.58	25.900	0.40	8.429	0.51	9.852	0.49	9.732	0.58	8.683	0.82	15.099	0.82	10.153
LNEQ	0.05	3.343	0.02	0.366	0.04	0.674	0.04	0.924	0.10	2.520	-0.01	0.521	0.01	0.215
LNBET	0.02	3.165	0.04	2.659	0.01	0.528	0.05	2.290	0.02	1.166	0.01	0.735	0.01	0.504
LNFAM	0.14	4.975	0.11	1.733	0.21	3.154	0.19	3.049	0.13	1.606	0.10	1.421	0.10	1.006
LNSAL	0.06	7.271	0.04	2.543	0.04	2.596	0.08	4.670	0.07	2.666	0.04	1.851	0.03	1.082
LNDEP	0.04	2.722	-	-	-	-	0.10	2.755	0.07	1.476	-0.01	0.375	-0.03	0.668
sup_pl		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref
sup_bf	-0.09	1.519	-0.02	0.121	-0.03	0.443	-0.33	1.621	-0.11	0.524	0.99	0.479	-0.19	0.625
sup_tn	-0.52	6.633	-0.27	1.611	-0.49	2.284	-0.77	2.488	-0.65	2.579	-0.23	0.577	-0.63	3.920
sup_tv	-0.45	5.200	-0.18	1.222	-0.55	4.762	-	-	0.88	0.467	-	-	-	-
sco	0.06	2.820	0.05	1.267	-0.04	0.860	0.06	0.694	0.04	0.377	0.08	1.720	0.11	1.533
sco2	-0.01	2.476	-0.01	1.216	0.00	0.517	-0.01	0.676	0.00	0.177	-0.01	1.613	-0.01	1.305
vil1	-0.21	2.538												
vil2	-0.36	4.891												
vil3	-0.43	5.474												
vil4	-0.07	0.990												
vil5	0.21	3.774												
vil6		mod.ref												
Constante	3.19	17.077	3.94	9.143	3.04	7.553	2.91	6.677	2.96	5.607	2.95	6.561	2.78	4.615
R ²	0.71		0.46		0.49		0.67		0.66		0.71		0.64	
Nb d'obs	1 104		184		222		186		167		210		135	

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs.

Concernant les autres variables explicatives introduites dans la régression, elles ont des coefficients généralement significatifs au niveau agrégé. Ainsi, il apparaît que les terres de tanety et de tavy sont significativement moins productives que les terres de plaine (modalité de référence), ce qui rejoint le résultat obtenu avec l'estimation des rendements au niveau des parcelles. La scolarité des actifs a également un impact positif sur la productivité globale des facteurs. Enfin, les coefficients des variables dichotomiques indiquant les villages montrent qu'il existe des effets spécifiques régionaux sur la productivité globale des facteurs. Celle-ci apparaît la plus forte dans le village de Bepako et la plus faible dans celui de Soanindrariny. Rappelons néanmoins que la mesure du travail familial utilisée dans l'estimation est vraisemblablement plus proche du travail réellement utilisé dans la production du riz dans les villages de l'observatoire de Marovoay que dans les autres du fait de la plus grande spécialisation des

ménages. Ce problème de mesure conduit vraisemblablement à sous estimer la productivité du travail familial dans les observatoires où la riziculture ne constitue pas l'activité agricole principale du ménage.

L'estimation par les MCO repose sur l'hypothèse que les variables explicatives ne sont pas corrélées aux résidus du modèle estimé. Trois phénomènes peuvent remettre en cause cette hypothèse et biaiser les estimateurs des MCO : l'hétérogénéité omise des exploitations, la simultanéité des décisions du producteur et les erreurs de mesure. Le problème de simultanéité vient de ce l'on estime une équation unique qui, en réalité, fait partie d'un système d'équations. En effet, les conditions de premier ordre du programme de maximisation du profit induisent des relations entre la production et les facteurs de production qui font que les variables explicatives utilisées dans l'estimation par les MCO sont pas exogènes aux décisions de production (Chapitre 1). L'hétérogénéité des exploitations introduit un biais dans les estimateurs des MCO lorsque les variables omises sont systématiquement corrélées avec les variables explicatives. Quant aux erreurs de mesure sur les variables indépendantes, elles introduisent un biais vers zéro dans les estimateurs de MCO.

Une des méthodes pour tester l'exogénéité consiste à régresser les variables explicatives sur un ensemble de variables exogènes puis d'introduire les résidus de ces régressions dans l'équation que l'on cherche à estimer. Si les coefficients des résidus sont significativement différents de zéro, alors les variables sont endogènes. La méthode des variables instrumentales permet de corriger tant les biais de simultanéité que d'hétérogénéité. On a donc choisi un ensemble de variables afin de tester l'exogénéité des variables explicatives d'une part et de corriger les biais d'hétérogénéité et d'endogénéité d'autre part. Plusieurs groupes de variables instrumentales sont utilisés. L'âge et le sexe du chef de ménage, la structure démographique du ménage, les parts irriguées et en propriété de la superficie cultivée en riz, ainsi que des variables croisées de ces variables. Les variables de structure par âge permettent d'instrumenter la variable de travail familial.

Parmi les six facteurs de production du modèle, on teste l'exogénéité de la superficie, de l'utilisation de travail salarié, de l'utilisation de travail familial et des dépenses en intrants. Ce choix peut paraître surprenant car dans les estimations de fonctions de production on fait généralement l'hypothèse que la terre et l'équipement sont les seuls facteurs fixes et on teste uniquement l'exogénéité de l'utilisation des différents types de travail (Jacoby, 1993). Dans le cas de l'équipement, la grandeur utilisée dans le modèle est l'équipement total du ménage : l'exogénéité de cette variable ne peut être mise en cause si l'on fait l'hypothèse que le stock d'équipement du ménage est fixe à l'horizon considéré. Quant au travail salarié c'est typiquement un facteur de production variable, dont on connaît le coût. Il est donc naturel de considérer que cette variable est endogène au modèle. Concernant le facteur terre, la justification du test d'endogénéité est la suivante : on cherche ici à estimer la production de riz et non pas la production

agricole dans son ensemble. Aussi le facteur terre introduit dans le modèle est celui utilisé uniquement pour la culture de riz. Or l'allocation de la terre (dont on peut faire l'hypothèse que c'est un facteur fixe au niveau du ménage) entre différentes cultures résulte d'un programme de maximisation du profit qui conduit à l'égalisation des productivités marginales du facteur considéré entre toutes les activités.

La justification de l'instrumentation dans le cas du travail familial est plus délicate. En effet, on a mesuré la quantité de travail familial utilisée dans l'agriculture sans distinction entre les différentes activités agricoles : ainsi on ne connaît pas la quantité de travail familial utilisé spécifiquement pour le riz. Il est clair que dans les villages de l'observatoire de Marovoay ces deux valeurs sont proches du fait de l'importance du riz dans les activités agricoles. En revanche dans les villages de l'observatoire d'Antalaha et de celui d'Antsirabe, la quantité de travail utilisée pour la riziculture résulte d'un choix d'allocation optimale entre différentes cultures. Par ailleurs l'hypothèse selon laquelle la quantité totale de travail familial utilisé dans l'agriculture est exogène au problème de production n'est pas valable dans un modèle d'allocation du temps de travail. Ce type de modèle sort pour l'instant du cadre de notre analyse mais justifie de mettre en doute l'exogénéité de la quantité de travail familial.

L'estimation par la méthode des variables instrumentales modifie sensiblement les coefficients des facteurs de production (Tableau 2.8) : seuls trois facteurs de production sur les six, gardent des coefficients significativement différents de zéro. Au niveau agrégé, la contribution de la terre diminue un peu mais reste relativement élevée tandis que la contribution du travail familial apparaît beaucoup plus élevée que dans l'estimation par les MCO. Terre et travail familial demeurent les facteurs contribuant le plus à la production. La contribution du travail salarié augmente également par rapport aux MCO mais demeure inférieure à celle du travail familial. Les estimateurs de la méthode des variables instrumentales sont globalement moins efficaces que ceux des MCO. Les rendements d'échelle augmentent de 0.89 à 1.00 et apparaissent donc constants.

Tableau 2.8 : Estimation d'une fonction de production de riz (VI)

	Ensemble		Antalaha				Antsirabe				Marovoay			
			Amphibe		Maromandia		Soanindrariny		Vinany		Bepako		Madiromiongana	
	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t
LNSUP	0.53	6.469	0.38	5.781	0.33	2.757	0.83	6.232	0.67	3.783	0.74	5.198	0.94	6.790
LNEQ	0.03	1.578	0.01	0.229	0.11	1.433	-0.04	0.827	0.05	0.792	-0.02	0.584	-0.01	0.144
LN BET	0.01	0.590	0.04	2.015	0.01	0.551	0.05	1.789	0.01	0.517	0.01	0.381	0.05	1.488
LNFAM	0.36	3.468	0.17	1.286	0.13	1.087	0.31	1.814	0.25	1.071	0.52	2.360	0.06	0.225
LNSAL	0.15	2.437	0.05	0.895	0.13	1.912	0.03	0.481	0.13	1.280	0.12	1.330	-0.14	1.145
LNDEP	0.00	0.050	-	-	-	-	-0.10	0.583	0.15	0.787	-0.14	2.254	-0.11	0.834
sup_pl		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref
sup_bf	-0.14	1.973	-0.02	0.121	-0.12	1.158	-0.42	1.619	-0.16	0.703	1.32	0.545	-0.77	1.672
sup_tn	-0.50	5.683	-0.24	1.396	-0.21	0.768	-0.75	1.959	-0.72	2.081	0.15	0.310	-0.67	2.954
sup_tv	-0.45	4.587	-0.17	1.164	-0.42	2.860	-	-	1.84	0.710	-	-	-	-
sco	0.04	1.697	0.05	1.304	-0.07	1.185	0.20	1.468	-0.08	0.643	0.05	0.908	0.13	1.466
sco2	-0.01	1.704	-0.01	1.184	0.01	0.698	-0.02	1.079	0.01	0.556	0.00	0.878	-0.02	1.235
vil1	-0.24	2.347												
vil2	-0.39	3.843												
vil3	-0.37	4.200												
vil4	-0.05	0.645												
vil5	0.16	2.425												
vil6		mod.ref												
Cte	2.10	4.702	3.65	4.900	4.01	6.142	1.35	1.409	2.13	2.123	0.68	0.620	2.82	1.715
R ²		0.66		0.45		0.39		0.41		0.55		0.63		0.53
N		1 104		184		222		186		167		210		135

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs.

Les tests de validité des instruments montrent que ceux-ci ne sont pas corrélés aux résidus VI de l'estimation de la production de riz au niveau agrégé⁵. En revanche, l'hypothèse de non corrélation est rejetée dans la plupart des estimations au niveau des villages aussi ne peut-on pas interpréter les coefficients de ces régressions, sauf pour Amphibe et Bepako. Dans le premier, seuls la terre et le bétail ont une productivité marginale significativement différente de zéro. Dans le second, la terre et le travail familial sont les seuls facteurs dont la productivité marginale est positive et significative. Les rendements d'échelle apparaissent par ailleurs croissants dans le village de Bepako.

Le modèle standard du producteur montre que l'élasticité-prix de l'offre de riz peut être calculée assez simplement à partir de l'estimation d'une fonction de production de la forme Cobb-Douglas. Ce calcul repose sur les hypothèses de fixité des facteurs de production. Or ces hypothèses dépendent principalement de l'horizon dans lequel se situe l'analyse. A court terme, il semble normal de considérer que seuls le travail salarié et les dépenses en intrants sont variables. Ainsi, l'élasticité-prix de l'offre de riz

5 Le test de Sargan de corrélation entre les variables instrumentales et les résidus de l'estimation par la méthode des variables instrumentales est rejeté au seuil de 10%.

à court terme serait égale à 0.10 d'après l'estimation par les MCO et à 0.17 d'après l'estimation par les VI. Ces élasticités peuvent apparaître fortes et contredites par l'évolution récente de la production de riz qui a stagné malgré une augmentation importante du prix du riz à la suite de la libéralisation. Une explication possible de cette apparente contradiction est que le travail salarié et les dépenses en intrants ne sont pas des facteurs variables. Leur disponibilité peut en effet être contrainte soit par l'imperfection des marchés des facteurs, soit par des contraintes de liquidité au niveau des ménages.

La comparaison des productivités marginales du travail entre différentes classes d'exploitation est un indicateur du fonctionnement du marché du travail : si celui-ci fonctionne parfaitement, tous les ménages ont le même prix implicite du travail et celui-ci est égal au salaire de marché. En cas de défaillance du marché du travail, les productivités marginales peuvent être différentes d'un ménage à un autre, les petits exploitants ayant une productivité marginale du travail inférieure à celle des exploitantes plus grandes (voir partie 1.3) du fait de l'existence de coûts de transaction.

Le calcul de la productivité marginale repose sur la forme de la fonction de production considérée. Dans le cas d'une fonction Cobb-Douglas, la productivité marginale des facteurs est proportionnelle à la productivité moyenne, c'est-à-dire au rapport entre production et quantité de facteur utilisée. Afin de tester cette relation avec une forme fonctionnelle moins restrictive, on a estimé une fonction translog. Dans ce cas, la productivité marginale de chaque facteur peut dépendre de son niveau d'utilisation ainsi que du niveau d'utilisation des autres facteurs. Les chiffres des Tableaux 2.9 et 2.10 confirment la relation inverse entre productivité marginale du travail et taille de l'exploitation.

Tableau 2.9 : Productivité marginale du travail familial par quartile de superficie cultivée en riz (calculée à partir d'une fonction Cobb-Douglas)

	Ensemble	Antalaha		Antsirabe		Marovoay	
		Ampohibe	Maromandia	Soanindrariny	Vinany	Bepako	Madiromiongana
Quartile 1	0.24*	0.19	0.28	0.19	0.27	0.28	0.24
Quartile 2	0.35*	0.24	0.41	0.30	0.45	0.40	0.34
Quartile 3	0.46*	0.33	0.40	0.40	0.46	0.62	0.51
Quartile 4	0.69	0.43	0.44	0.67	0.85	1.13	0.60
Ensemble	0.43	0.28	0.38	0.39	0.51	0.59	0.41

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

* productivité marginale significativement différente de la productivité marginale du quartile suivant.

Le calcul de la productivité marginale du travail à partir d'une fonction translog confirme les résultats obtenus précédemment.

Tableau 2.10 : Productivité marginale du travail familial par quartile de superficie cultivée en riz (calculée à partir d'une fonction translog)

	Ensemble	Antalaha		Antsirabe		Marovoay	
		Amphibe	Maromandia	Soanindrariny	Vinany	Bepako	Madiromiongana
Quartile 1	0.14*	0.13	0.18	0.03	-0.10	0.34	0.24
Quartile 2	0.31*	0.21	0.30	0.01	0.24	0.62	0.48
Quartile 3	0.53*	0.34	0.42	0.05	0.57	0.99	0.72
Quartile 4	0.88	0.19	0.49	0.39	1.29	1.83	1.09
Ensemble	0.45	0.21	0.34	0.12	0.49	0.92	0.62

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

* productivité marginale significativement différente de la productivité marginale du quartile suivant.

Cette relation inverse est observée au niveau agrégé mais également au niveau des différents villages. Les chiffres des tableaux précédents montrent également que la productivité marginale du travail est significativement différente d'un observatoire à l'autre, ce qui suggère une imparfaite mobilité du travail entre les régions. Il faut néanmoins rester prudent sur cette interprétation étant donné les problèmes de mesure du travail familial. Il est en effet probable que la productivité marginale du travail soit sous-estimée dans les deux villages d'Antalaha et dans celui de Soanindrariny du fait de la moins grande spécialisation des exploitations dans la production rizicole. Cela conduit en effet à surestimer le nombre d'heures de travail familial utilisées pour la production rizicole dont dépend inversement la productivité marginale.

L'estimation d'une fonction de production à partir de données transversales a permis d'une part d'estimer l'élasticité-prix de la production de riz en contrôlant différents facteurs tels que la qualité de la terre. Par ailleurs, l'analyse confirme l'existence d'une relation inverse entre productivité marginale du travail familial et superficie cultivée. Elle montre enfin que les productivités marginales du travail familial sont significativement différentes d'un village à un autre, ce qui suggère que le marché du travail est segmenté régionalement.

2.3. L'offre de riz des ménages

L'approche précédente reposait sur le modèle théorique du producteur, or les producteurs de paddy sont également des consommateurs de riz. Cette partie de l'étude met en évidence l'importance des liens entre comportements de production et de consommation.

2.3.1. Les destinations de la production de riz : le poids de l'autoconsommation

La diversité des situations de production est mesurée par l'indice de Theil. Les groupes utilisés correspondent aux villages. En revanche, nous n'avons pas utilisé d'unité d'équivalence : toutes les dotations sont mesurées au niveau du ménage quelle que soit sa taille⁶. Les chiffres du Tableau 2.11 montrent que les niveaux de production varient beaucoup d'un village à un autre mais que la contribution de la variabilité intra-groupes à la variabilité totale est supérieure à celle de la variabilité inter-groupes. Les ménages de l'observatoire de Marovoay sont, sans surprise, les plus gros producteurs avec un niveau de production variant de 2 à 3 tonnes, tandis que ceux de Soanindrariny sont les plus petits avec 800 kg par an. Les producteurs de Vinany ont un niveau de production moyen proche de celui des ménages du village de Madiromiongana. Quant aux ménages de l'observatoire d'Antalaha, ils produisent en moyenne une tonne de paddy par an.

Tableau 2.11 : Production, offre et consommation de riz des ménages producteurs

	Indice de Theil			Antalaha				Antsirabe				Marovoay			
	total	inter	intra	Ampohibe		Maromandia		Soanindrariny		Vinany		Bepako		Madiromiongana	
				Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil	Moy.	Theil
Production nette	0.39	30%	70%	1 038	0.14	1 039	0.13	795	0.38	1 992	0.38	3 019	0.28	2 128	0.26
Autoconso ^o	0.27	8%	92%	851	0.12	889	0.13	603	0.27	1 147	0.29	1 099	0.32	1 029	0.37
Vente	1.35	46%	54%	36	1.86	39	2.41	31	2.10	289	0.90	926	0.58	506	0.57
Autres utilisations	1.15	27%	73%	152	1.12	112	1.39	161	1.80	555	1.34	995	0.51	593	0.54
Consommation	0.16	15%	85%	1 160	0.09	1 310	0.10	940	0.15	1 210	0.19	1 670	0.14	1 590	0.14

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1995 et 1996, nos propres calculs

Bien que mesurés au niveau des ménages et non pas des unités de consommation, les niveaux de consommation apparaissent très peu variables. En revanche, les quantités vendues apparaissent très variables tant entre les observatoires qu'au sein des villages. Les variables que l'on peut contrôler au niveau des ménages et qui sont susceptibles d'expliquer la diversité des situations de production, sont principalement des variables concernant la dotation en facteurs de production. Les chiffres Tableau 2.11 mettent par ailleurs en évidence le poids de l'autoconsommation, puisqu'elle représente en moyenne plus de 60% de la production et 70% de la consommation.

⁶ L'introduction d'une échelle d'équivalence telle que la taille ne modifie pas fondamentalement les résultats en termes d'inégalités.

2.3.2. Typologie des ménages : une minorité de ménages vendeurs nets

Une des caractéristiques importantes des ménages malgaches producteurs de riz est, qu'à l'instar de tous les ménages malgaches, ils sont également de gros consommateurs de riz. Ainsi, il advient parfois que la production d'un ménage ne suffise pas à couvrir ses besoins d'autoconsommation. Les ménages producteurs complètent alors leur consommation par des achats. L'observation des ventes et des achats de riz au niveau des ménages montre néanmoins qu'un grand nombre de ménages sont à la fois vendeurs et acheteurs. Bien qu'il ne soit pas possible de connaître ni les dates ni les prix d'achat du riz à partir des enquêtes, il est probable, et communément observé, que les ménages producteurs vendent généralement une partie de leur production au moment de la récolte et achètent du riz au moment de la soudure. Ce comportement peut s'expliquer à travers le concept d'offre contrainte : les ménages les plus pauvres ont emprunté pendant la période de soudure et se trouvent contraints de vendre leur production afin de rembourser leurs créanciers. Ils doivent ensuite racheter du riz pour leur alimentation lorsque leurs stocks sont épuisés. Ce comportement est révélateur de dysfonctionnements du marché du crédit d'une part et de problèmes de stockage d'autre part. Il est aggravé par les importantes variations saisonnières du prix du riz qui font que le prix est le plus bas au moment de la récolte et le plus élevé au moment de la soudure.

On utilisera ici les concepts d'acheteur net et de vendeur net pour décrire les situations structurelles des ménages. Indépendamment de l'acte d'achat ou de vente, on cherche en effet à savoir si la production suffit à couvrir les besoins en faisant l'hypothèse que les marchés fonctionnent parfaitement. Les achats de riz n'étant pas mesurés dans l'enquête, on reconstitue cette variable à partir des déclarations de production disponible - c'est-à-dire la production moins les prélèvements liés au paiement du métayage, aux pertes, aux semences et aux dons - et de consommation. Lorsque la production disponible n'est pas suffisante pour couvrir la consommation, on fait l'hypothèse que le ménage complète celle-ci avec des achats de riz.

La mesure de la consommation de riz repose sur une déclaration de consommation quotidienne "normale" en nombre de kapaoka (unité traditionnelle correspondant à environ un tiers de kilogramme). Pour en déduire la consommation annuelle, on a fait l'hypothèse que cette consommation ne variait pas au cours de l'année. Cela peut sembler une hypothèse forte, mais ce calcul conduit à des consommations de riz par tête un peu plus élevées que la moyennes connues au niveau national. Or, non seulement on s'intéresse ici à un échantillon non représentatif de la population malgache dont on peut comprendre que la consommation de riz soit supérieure à la moyenne nationale, mais d'autre part les résultats de l'analyse doivent être interprétés comme une description de situations potentielles : les ménages dont la production disponible ne couvre pas les besoins sont potentiellement des acheteurs nets. Dans les faits, cela n'implique pas qu'ils aient des moyens suffisants pour acheter du riz.

Sous réserve de la validité des hypothèses émises plus haut, seuls 36% des ménages producteurs de riz sont des vendeurs nets (Tableau 2.12). Cette proportion varie de 19% à Maromandia à 58% à Vinany. Au niveau agrégé, 64% des producteurs de riz des observatoires sont donc des acheteurs nets de riz au cours de l'année d'enquête, ce qui remet en question l'idée selon laquelle une majorité des producteurs de riz seraient, sinon vendeurs nets, du moins autosuffisants. Etant donné la définition des types et les caractéristiques régionales, les résultats semblent assez cohérents. En effet, la vocation des grands périmètres irrigués étant d'être des "greniers à riz" pour les régions déficitaires - en particulier urbaines - les réseaux de commercialisation y sont assez développés. Ce développement est reflété par la proportion de ménages vendeurs de riz dans l'observatoire de Marovoay et par le taux de commercialisation moyen. Par ailleurs, la production des ménages des périmètres étant très spécialisée, le riz constitue une des seules sources de revenus monétaires liée à l'activité agricole familiale. Un autre résultat intéressant est le "profil typologique" de Vinany, qui se rapproche bien plus de ceux des villages de l'observatoire de Marovoay que de celui de Soanindrariny.

Tableau 2.12 : Typologie des ménages

	Ensemble	Antalaha		Antsirabe		Marovoay	
		Amphibe	Maromandia	Soanindrariny	Vinany	Bepako	Madiromiongana
Vendeurs nets	36.1%	32.0%	18.9%	19.9%	57.7%	50.5%	44.4%
Acheteurs nets	63.8%	68.0%	81.1%	80.1%	42.3%	49.5%	55.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Taux de commercialisation	10.7	2.8	2.4	2.5	13.3	25.9	21.8
Taux d'autoconsommation	68.6	81.2	84.6	84.4	67.3	38.5	48.1
Part des achats	31.0	22.6	27.3	36.2	21.6	40.6	40.8

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

Cette typologie ne suffit cependant pas à caractériser les comportements d'offre des ménages producteurs de riz car subsiste encore, au sein des types décrits, une diversité importante liée aux niveaux des taux de commercialisation, d'autoconsommation ou à la part des achats dans la consommation de riz.

2.3.3. Estimation de l'offre de riz des ménages

La structure de la destination de la production de riz et le poids de l'autoconsommation des ménages conduisent à essayer de relier production et consommation de riz pour une meilleure compréhension des mécanismes de l'offre. Le principe des modèles de ménages est de formaliser conjointement la production et la consommation des ménages agricoles. Le modèle de base est récursif et

repose donc sur l'hypothèse que les ménages sont "price-taker" pour l'ensemble des produits qu'ils consomment ou produisent, ce qui permet de considérer que les décisions de production et de consommation sont séquentielles. Un programme classique de maximisation du profit est appliqué, déterminant la demande de travail salarié et la production totale. Ensuite, un programme de maximisation de l'utilité est calculé sous la contrainte du revenu déterminé précédemment. La forme de l'utilité une fois spécifiée, les demandes de biens consommables et de loisir sont calculées. Les régressions sont conduites au niveau de l'ensemble des producteurs et également au niveau des quartiles de superficie cultivée en riz. Les variables explicatives sont les prix des biens et des facteurs, les facteurs fixes, les dummy régionales, les moyens de transport ainsi que le nombre d'enfants de 0 à 5 ans. Les résultats des régressions sont regroupés dans le Tableau 2.13.

Le premier paramètre d'intérêt est l'élasticité-prix de l'offre. Le signe du coefficient du prix de vente du paddy apparaît conforme à la théorie au niveau agrégé : l'élasticité-prix de l'offre est positive. En revanche, le coefficient du taux de salaire est surprenant car on s'attend, d'après la théorie, à obtenir un signe négatif. Deux explications peuvent être avancées. La première est que la variabilité du salaire est principalement liée à des opérations culturales différentes (six opérations sont distinguées dans le questionnaire pour la culture du riz : labour, mise en eau et piétinage, repiquage, sarclage, récolte, battage et transport) et qu'ainsi le signe du salaire s'expliquerait par, d'un côté, la corrélation entre productivité du travail à chaque opération et taux de salaire et, de l'autre, l'existence de contraintes de liquidité pour les exploitations les moins productives, qui les empêchent d'avoir recours à de la main d'œuvre salariée lorsque celle-ci est chère. L'autre explication est liée au problème de la mesure du prix du riz. En effet, pour les exploitations qui ne vendent pas, le prix considéré est un prix moyen calculé au niveau du village. Par ailleurs, une partie des salaires est payée en nature (de 10% à 50% du salaire global selon les observatoires). Les taux de salaire sont donc corrélés au prix du produit et, dans le cas des ménages non vendeurs, le prix reflété à travers le salaire représente peut être une meilleure mesure du prix implicite du riz pour le ménage que la moyenne calculée au niveau du village. Le signe du coefficient taux de salaire serait donc lié à la corrélation entre salaires et prix du riz.

Tableau 2.13 : Les déterminants de l'offre de riz (MCO)

	Ensemble		Quartile 1		Quartile 2		Quartile 3		Quartile 4	
	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t	Coeff.	t
Prix du paddy	0.10	1.787	0.08	0.825	-0.10	0.808	0.18	2.007	0.33	2.178
Taux de salaire	0.07	1.821	0.03	0.427	0.08	1.133	0.04	0.589	0.05	0.529
Superficie totale	0.59	22.969	0.41	6.675	0.21	2.672	0.42	5.759	0.36	4.551
sup_pl	mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref	
sup_bf	-0.12	1.791	-0.14	1.109	-0.12	1.070	-0.27	2.131	0.04	0.220
sup_tn	-0.39	3.790	-0.31	1.443	-0.47	2.863	-0.33	1.662	-0.43	1.848
sup_tv	-0.28	2.418	-0.16	0.667	0.06	0.254	-0.32	1.434	-0.36	1.461
piri	0.13	1.757	0.14	0.933	0.20	1.531	0.15	1.090	0.21	1.184
prop	-0.09	1.703	-0.06	0.594	0.08	0.826	-0.11	1.198	-0.10	0.753
lneq	0.06	3.570	0.00	0.117	-0.02	0.618	0.07	2.086	0.09	2.050
lnbet	0.03	4.095	0.02	1.443	0.03	2.048	0.03	2.084	0.03	1.776
nact	0.06	5.420	0.04	1.482	0.07	2.890	0.07	3.690	0.06	3.073
sco	0.05	2.293	0.04	0.909	0.09	2.019	0.01	0.160	0.02	0.387
sco2	-0.01	1.730	-0.01	0.902	-0.01	1.672	0.00	0.109	0.00	0.180
vil1	-0.23	2.424	-0.11	0.564	-0.49	2.733	-0.17	1.017	-0.34	1.565
vil2	-0.43	5.089	-0.32	1.978	-0.57	3.621	-0.36	2.345	-0.56	2.816
vil3	-1.01	11.185	-1.08	6.000	-1.30	7.685	-0.92	5.795	-0.91	4.556
vil4	-0.43	5.146	-0.49	2.853	-0.30	1.951	-0.21	1.432	-0.05	0.270
vil5	0.30	4.869	0.36	2.923	0.13	1.128	0.14	1.312	0.47	3.557
vil6	mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref	
mtrans	0.10	2.166	0.18	1.694	0.03	0.383	0.02	0.305	0.01	0.077
sexe	0.06	1.311	0.10	1.274	-0.05	0.632	0.11	1.363	0.28	2.423
Nombre d'enfants	0.04	2.717	0.07	1.912	0.04	1.295	0.03	1.080	0.03	0.876
Constante	2.36	4.558	3.68	3.895	5.89	5.312	3.13	3.343	2.02	1.599
R ²	0.66		0.48		0.53		0.68		0.67	
Nombre d'obs.	1 104		303		285		254		262	

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

Au niveau agrégé, l'élasticité-prix de l'offre serait donc de l'ordre de 0.10, ce qui confirme les résultats obtenus par la méthode indirecte. Ce résultat cache néanmoins des disparités entre les différents catégories de ménages : l'élasticité-prix de l'offre de riz apparaît nulle pour les ménages des deux premiers quartiles, tandis qu'elle apparaît positive et relativement élevée pour les ménages des deux derniers quartiles.

Le deuxième paramètre d'intérêt est le nombre d'enfants de 0 à 5 ans. Le coefficient de cette variable renseigne sur la séparabilité des comportements de production et de consommation. La séparabilité est donc rejeté au niveau agrégée. Les régressions conduites au niveau des quartiles

permettent de préciser ce résultat : l'hypothèse de séparabilité des comportements n'est pas rejetée pour les trois derniers quartiles.

L'interprétation du coefficient du prix du riz dans l'estimation d'une fonction d'offre sur données transversales pose néanmoins problème du fait de l'origine de sa variabilité. Une grande partie de la variabilité correspond en effet à des fluctuations saisonnières : les prix du riz sont typiquement peu élevés au moment de la récolte, tandis qu'ils augmentent fortement au moment de la soudure. Les ménages ayant la capacité financière et physique de stocker du riz au-delà de la récolte peuvent donc obtenir des prix plus élevés. Ces ménages étant généralement les plus gros producteurs, la corrélation entre capacité de stockage et prix obtenu pourrait ainsi conduire à surestimer l'élasticité-prix de l'offre.

Une remarque s'impose quant aux valeurs des estimateurs de la "productivité" de la scolarité. Afin de prendre en compte la décroissance marginale de la productivité des années de scolarité, il est courant d'utiliser le nombre d'années de scolarité au carré en plus de la variable simple. Les estimateurs du coefficient de la scolarité au carré ont en général des valeurs très faibles, reflétant le fait que la productivité de la scolarité bien que décroissante n'est jamais négative dans l'intervalle considéré. Ce n'est pas le cas ici puisque l'estimateur de la scolarité est de 0.05 et celui de la scolarité au carré est de 0.01. L'effet de la scolarité s'inverse donc très vite, c'est-à-dire au-delà de 2,5 ans. Ce résultat est surprenant mais reflète sans doute la faible technicité de l'activité agricole telle qu'elle est pratiquée à Madagascar, dans un environnement où les agriculteur n'ont accès ni aux intrants, ni aux espèces améliorées.

La dernière régression concerne la consommation de riz. Les variables explicatives d'intérêt sont le profit (équivalent du revenu) et le prix du riz. Les autres variables sont la taille et la structure démographique du ménage ainsi que le sexe et l'âge du chef de ménage, et la variables dichotomiques régionales. Les régressions sont conduits au niveau agrégé et pour chaque quartile. Les résultats sont regroupés dans le Tableau 2.14.

Tableau 2.14 : Les déterminants de la consommation de riz (MCO)

	Ensemble		Quartile 1		Quartile 2		Quartile 3		Quartile 4	
	Coef.	t#	Coef.	t#	Coef.	t#	Coef.	t#	Coef.	t#
Prix du paddy	-0.06	-1.614	-0.14	-2.885	-0.13	-1.520	0.02	0.313	0.14	2.135
Profit	0.14	10.155	0.11	3.769	0.13	3.797	0.11	3.496	0.15	5.308
age du chef de ménage	0.00	3.773	0.00	1.510	0.00	1.598	0.00	2.648	0.00	1.469
sexe du chef de ménage	0.08	2.906	0.12	2.572	0.06	0.973	0.09	1.722	-0.04	-0.776
Taille du ménage	0.12	23.616	0.12	12.358	0.12	12.259	0.10	10.698	0.11	12.575
Structure démographique										
Part des 6 à 11 ans	0.29	4.331	0.27	2.040	0.08	0.631	0.38	3.008	0.48	3.558
Part des 12 à 19 ans	0.33	5.436	0.30	2.582	0.29	2.290	0.38	3.423	0.41	3.481
Part des plus de 20 ans	0.00	0.065	0.07	0.616	-0.18	-1.265	0.02	0.108	0.15	0.977
vil1	-0.19	-6.694	-0.14	-2.911	-0.26	-4.510	-0.19	-2.997	-0.22	-4.197
vil2	-0.20	-7.653	-0.22	-4.640	-0.22	-4.012	-0.17	-2.855	-0.20	-4.285
vil3	-0.71	-20.916	-0.75	-11.333	-0.76	-9.763	-0.68	-11.731	-0.60	-9.748
vil4	-0.47	-13.116	-0.42	-6.237	-0.62	-9.270	-0.34	-4.899	-0.41	-5.721
vil5	0.08	2.872	0.10	1.868	0.04	0.831	0.05	0.851	0.12	2.438
vil6		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref		mod.ref
moyen de transport	0.07	3.412	0.12	2.431	0.02	0.500	0.03	0.756	0.06	1.553
Constante	5.59	20.801	6.29	15.391	6.40	9.679	5.32	12.117	4.21	9.048
R ²		0.73		0.69		0.71		0.72		0.73
Nombre d'observations		1 104		303		285		254		262

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs.

erreurs standards corrigées de l'hétéroscédasticité par la méthode de Huber.

Les chiffres du Tableau 2.14 mettent en évidence deux résultats intéressants. Le premier concerne le signe et la valeur du coefficient du profit. L'élasticité-profit - équivalente de l'élasticité-revenu - de la consommation de riz est positive, ce qui est conforme à la théorie du consommateur. Par ailleurs, les coefficients augmentent avec le quartile. De la même manière, le signe du coefficient du prix du paddy est conforme à la théorie de la production au niveau agrégé bien que non significatif. Les régressions conduites au niveau des quartiles montrent que l'élasticité-prix de la consommation est en effet négative pour les deux premiers quartiles bien que significativement seulement pour le premier, tandis qu'elle apparaît positive pour les deux derniers. Ce résultat peut se comprendre dans le cadre théorique du modèle de ménage : l'effet-revenu d'une augmentation du prix du riz domine l'effet-prix standard (voir Chapitre 1). A partir du modèle de ménage standard, on peut calculer l'élasticité-prix de l'offre commercialisée de riz à partir des élasticités de production et de consommation. Les résultats de ce calcul sont regroupés dans le Tableau 2.15.

Tableau 2.15 : Elasticité-prix de l'offre commercialisée de riz

		Ensemble	Quartile 1	Quartile 2	Quartile 3	Quartile 4
P	Production nette de paddy (kg)	1 652	718	1 214	1 831	3 034
C	Consommation de paddy (kg)	1 343	935	1 232	1 425	1 857
MS	Surplus moyen commercialisé (kg)	309	-217	-18	406	1 178
E_p	Elasticité-prix de la production	0.10	0.08	-0.10	0.18	0.33
E_c	Elasticité-prix de la consommation	-0.06	-0.14	-0.13	0.02	0.14
E_{ms}	Elasticité-prix de l'offre commercialisée ^a	0.80	-0.87	-2.15	0.74	0.63

Source : MADIO, Observatoires Ruraux 1996, nos propres calculs

$$^a E_{ms} = (E_p * P - E_c * C) / MS$$

Les chiffres du Tableau 2.15 mettent en évidence le poids de la consommation dans le comportement des ménages producteurs de riz : l'élasticité-prix de l'offre commercialisée apparaît en effet élevée non pas à cause d'une élasticité-prix de la production élevée, mais à cause du signe de l'élasticité-prix de la consommation. Ce résultat calculé pour l'ensemble des ménages producteurs cache néanmoins des situations très différentes selon les ménages : pour les deux premiers quartiles, l'élasticité-prix de l'offre commercialisée est négative car l'effet-prix sur la consommation domine. Pour les deux derniers quartiles, l'effet-prix sur la production domine malgré l'effet-prix positif sur la consommation.

Au niveau agrégé, ces chiffres conduisent donc à un résultat intéressant : lorsque les prix du riz augmentent, l'offre commercialisée augmente plus que la production du fait de l'effet-prix négatif sur la consommation des ménages producteurs.

L'utilisation du concept de ménage permet de mettre en évidence et d'expliquer quelques résultats intéressants concernant l'offre des ménages malgaches. Par ailleurs, la classification des ménages par quartiles de superficies cultivées en riz montre que des ménages ayant des dotations différentes, ont des comportements de production et de consommation différents.

2.4. Conclusion

L'étude des systèmes de culture rizicoles malgaches met en évidence leur diversité mais fait également apparaître qu'aucun ne semble jusqu'ici avoir dépassé le stade de l'agriculture de subsistance caractérisée par des structures de production de petite taille, des productivités de la terre et du travail très faibles, des surplus commercialisés peu importants au regard de l'autoconsommation et une utilisation très faible d'intrants variables. Cette constatation reste vérifiée quelque soit le niveau d'intervention de l'Etat ou d'organismes de développement. Certains systèmes apparaissent néanmoins plus productifs que d'autres mais les facteurs de cette plus forte productivité demeurent difficiles à identifier.

L'estimation d'une fonction de production à partir de données individuelles permet d'analyser les contributions relatives à la production des différents facteurs. Les résultats de l'estimation confirment que les facteurs principaux sont la quantité de terre et le travail familial et que, par ailleurs, la situation de la terre cultivée ainsi que l'éducation des actifs ont un impact significatif et positif sur la productivité globale des facteurs. La théorie du producteur permet d'obtenir les paramètres de réponse de l'offre agricole à partir de l'estimation d'une fonction de production de la forme Cobb-Douglas, moyennant des hypothèses sur la fixité des facteurs. Les estimations conduisent à des élasticités-prix de court-terme variant entre 0.10 et 0.17 selon les méthodes d'estimations. Ces valeurs apparaissent élevées et en contradiction avec l'évolution récente du secteur rizicole malgache qui a vu sa production stagner malgré une augmentation non négligeable du prix du riz. Ce résultat peut s'expliquer par l'imperfection des marchés du travail et des autres intrants qui en font non pas des facteurs variables mais des facteurs quasi fixes. Les méthodes économétriques mises en œuvre afin d'identifier les déterminants de l'offre de riz présentent l'avantage de permettre la prise en compte d'un grand nombre de paramètres tout en isolant la contribution de chacun. La mise en pratique de ces méthodes soulève néanmoins de nombreux problèmes d'autant plus difficiles à résoudre que les mesures de certaines variables d'intérêt sont également délicates. Il faut donc rester prudent dans l'interprétation des résultats.

L'étude de l'offre de riz des ménages met par ailleurs en évidence un autre résultat intéressant : près de 65% des producteurs de riz des observatoires ruraux sont potentiellement des acheteurs nets de riz : leur autoconsommation ne suffit pas à couvrir leurs besoins alimentaires. L'estimation directe d'une fonction d'offre conduit à des paramètres conformes à la théorie de la production et rejoignant les résultats obtenus par la méthode indirecte : l'élasticité-prix de l'offre est positive et de l'ordre de 0.11 au niveau agrégé. Il apparaît également qu'elle varie selon la taille de l'exploitation : les petits producteurs ont une élasticité nulle, tandis que pour les plus gros elle est de l'ordre de 0.33. Du côté de la consommation, l'élasticité-revenu est positive bien que faible, tandis que les élasticité-prix sont négatives pour les petits producteurs et positives pour les plus grands, ce qui s'explique en mobilisant les résultats de la théorie des ménages.

A partir des résultats des estimations des fonctions d'offre et de consommation, le calcul de l'élasticité-prix de l'offre commercialisée confirme le poids de la consommation dans les comportements d'offre pour les petits producteurs. Au niveau agrégé, l'effet négatif du prix sur la consommation conduit à une élasticité-prix de l'offre commercialisée supérieure à l'élasticité-prix de la production : les producteurs augmentent leur offre de riz lorsque les prix augmentent mais aux dépens de leur propre consommation car leur offre est relativement rigide. Les volumes commercialisés restent néanmoins faibles par rapport à la production globale.

De nombreux résultats mettent enfin en évidence des imperfections des marchés des facteurs, en particulier du marché du travail. Des coûts de transaction existent au sein des villages, ce qui expliquerait les différences de productivité du travail entre petits et grand producteurs, tandis que la faible mobilité inter régionale des actifs conduirait à une segmentation régionale et expliqueraient les différences de productivité du travail entre régions. Ces observations doivent néanmoins être confirmées à partir d'enquêtes mesurant avec une plus grande précision l'utilisation de travail familial.

Références bibliographiques

- Bernier, R. et Dorosh, P.A. (1993) "Constraints on Rice Production in Madagascar : The Farmer's Perspective". Working Paper n°34 Cornell Food and Nutrition Policy Program : Ithaca.
- Chambers, R.G. (1988) *Applied production analysis. A dual approach*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Colman, D. (1983) "A review of the arts of supply response analysis". *American Journal of Agricultural Economics* 51, pp 201-230.
- Deaton A. (1997). *The Analysis of Household Surveys : A Microeconomic Approach to Development Policy*. Johns Hopkins University Press : Baltimore.
- Deolalikar, A.B. (1981) "The Inverse Relationship between Productivity and Farm Size: A Test using Regional Data from India", *American Journal of Agricultural Economics*, Mai: 275-279.
- Droy, I. (1997) "Que sont les greniers à riz devenus?", *Revue Economie de Madagascar* n°2, Antananarivo.
- Droy, I. (1991) "La réhabilitation des petits périmètres irrigués à Madagascar : une réponse aux importations?", *Cahiers des Sciences Humaines* 27(1-2), ORSTOM : Paris.
- Deaton, A. (1994) "Data & Econometric Tools for Development Analysis." ", in J. Behrman et T.N. Srinivasan, eds, *Handbook of Development Economics*, Vol 3A, Elsevier : Amsterdam.
- Fraslin, J.H. (1997) "Quel crédit pour les agriculteurs?", *Revue Economie de Madagascar* n°2, Antananarivo.
- Fujisaka, S. (1990) "Agroecosystem and Farmer Practices and Knowledge in Madagascar's Central Highland: Toward Improved Rice-Based Systems research" IRRI Research Paper Series n°143, Manila.
- Jacoby, H. (1993). "Shadow Wages and Peasant Family Labour Supply: An Econometric Application to the Peruvian Sierra." *Review of Economic Studies* 60:903-921.
- MADIO (1996) *Un aperçu de l'état des campagnes malgaches : les Observatoires Ruraux en 1995. Synthèse des premiers résultats d'enquêtes sur les Observatoires Ruraux*. MADIO : Antananarivo.

- MADIO (1997) *Un aperçu de l'état des campagnes malgaches : les Observatoires Ruraux en 1996. Synthèse des premiers résultats d'enquêtes sur les Observatoires Ruraux*. MADIO : Antananarivo.
- MADIO (1998) L'état des campagnes malgache. Synthèse des résultats d'enquêtes sur les observatoires ruraux 1997. MADIO : Antananarivo.
- Pesneaud, F. (1997) "La riziculture des Hautes-Terres de Madagascar : les performances bridées d'un système de production" *Revue Economie de Madagascar* n°2, Antananarivo.
- Rasamison, J.H. (1997) "La B.T.M. et ses activités de micro-finance : pour un partenariat efficace" *Revue Economie de Madagascar* n°2, Antananarivo, 1997.
- Sadoulet, E. et De Janvry, A. (1995) "*Quantitative Development Policy Analysis*". Ed. The Johns Hopkins University Press : Baltimore and London.
- Singh I., L. Squire et J. Strauss (1986) *Agricultural Household Models*. Johns Hopkins University Press : Baltimore.
- Skoufias, E. (1994) "Using Shadow wages to Estimate Labor Supply of Agricultural Households" *American Journal of Agricultural Economics* 76:215-227.
- Zeller, M. (1997) "Les déterminants du rationnement du crédit : une étude des prêteurs informels et des groupements de crédit à Madagascar." *Revue Economie de Madagascar* n°2, Antananarivo.

**Chapitre 3 : Les MEGC appliqués aux économies
rurales en développement : quel apport dans
l'analyse de l'impact des politiques de libéralisation
du secteur agricole?**

3.0. Introduction⁷

Les politiques de libéralisation mises en oeuvre dans le cadre des plans d'ajustement structurel ont profondément remis en cause et transformé les politiques agricoles des pays en développement. Parallèlement, les négociations internationales sur le GATT ont conduit les pays de l'OCDE à entreprendre des réformes allant dans le sens d'une déréglementation des marchés intérieurs des produits de l'agriculture et de l'élevage. Celle-ci devrait vraisemblablement conduire à une augmentation des prix mondiaux des céréales et des produits de l'élevage. Les pays en développement doivent ainsi faire face à la fois à de profondes réformes structurelles internes et à une modification de l'environnement international. Les effets de ces bouleversements sur les économies de ces pays sont multiples. En effet, la libéralisation met en oeuvre des politiques sectorielles s'appuyant sur une stabilisation macro-économique. Par ailleurs, le poids du secteur agricole dans le revenu et dans l'emploi est une caractéristique que partagent la plupart des économies en développement. Ce poids, ainsi que le rôle particulier du secteur agricole dans les stratégies de développement, rend nécessaire de considérer l'impact au niveau macro-économique de politiques sectorielles.

Les modèles d'équilibre général calculables sont des outils couramment utilisés pour l'analyse de l'impact de politiques de libéralisation du secteur agricole dans les pays en développement. Cette étude analyse l'apport de ce type d'approche à travers plusieurs études. La première partie s'attache à décrire les spécifications les plus couramment adoptés dans la littérature sur les modèles d'équilibre général appliqués (MEGA). La structure et les caractéristiques d'un modèle d'équilibre général standard sont présentées dans un premier temps. On s'intéresse ensuite à l'élargissement du cadre walrasien mis en oeuvre à travers l'introduction de spécifications alternatives au modèle standard, en particulier de spécifications relatives au secteur agricole. La description du cadre d'application et des objectifs poursuivis par les politiques de libéralisation ainsi que des résultats obtenus à partir de différentes études s'appuyant sur des MEGA fera l'objet de la dernière partie⁸.

7 Cette partie s'appuie sur un article co-écrit avec Nadia Zaki et présenté aux Journées INRA-SFER sur "L'agriculture dans l'économie : modélisations macro-économiques, modèles d'équilibre général calculable", Paris, 29 Avril 1998.

8 Cette étude ne constitue pas une revue extensive de la littérature portant sur les modèles d'équilibre général appliqués. De nombreuses revues existent, parmi lesquelles on peut citer Savard (1995) et Hertel (1997) pour les MEGC appliqués à l'analyse des politiques agricoles.

3.1. Du modèle standard à l'élargissement du cadre walrasien : spécifications des modèles d'équilibre général appliqués

Fondés sur une description walrasienne de l'économie, les MEGC donnent une importance particulière aux ajustements par les prix, résultant de l'interaction entre l'offre et la demande. La diversité des spécifications des EGC appliqués illustre néanmoins le souci qu'ont la plupart des modélisateurs de représenter la spécificité des économies qu'ils étudient.

3.1.1. La modélisation du marché du travail

La formation des salaires

Dans le modèle classique, la modélisation du marché du travail s'appuie sur un cadre d'hypothèses de concurrence pure et parfaite où le salaire est un prix qui équilibre l'offre et la demande de travail. La désagrégation par secteur conduit à l'écriture de plusieurs équations de demande de travail qui sont fonction du salaire et du prix du bien produit par le secteur. L'offre de travail est généralement exogène, mais le salaire équilibre néanmoins le marché du travail. Dans tous les cas, ces spécifications conduisent par construction à des équilibres de plein emploi de la main d'œuvre.

Si les hypothèses qui fondent ce modèle semblent irréalistes dans les pays développés, elles peuvent l'apparaître encore plus dans les économies en développement dont une des caractéristiques importantes est le dualisme. Par ce terme, on désigne l'existence d'asymétries d'organisation et de production. Ces asymétries caractérisent en particulier la formation des salaires dans le secteur moderne et traditionnel. Une première entorse au modèle néoclassique consiste donc à représenter la segmentation du marché du travail en fonction de différents types de main d'œuvre (qualifié/non qualifié, rural/urbain). Cette spécification conduit à écrire plusieurs équilibres de marché qui aboutissent à autant de salaires différents. Afin d'expliquer le dualisme, quelques spécifications alternatives du marché du travail ont été proposées notamment l'introduction de salaires nominaux fixes dans les secteurs modernes. Cette spécification est censée reproduire l'existence de rigidités institutionnelles à court terme dans l'ajustement des salaires au coût de la vie. C'est le cas dans les modèles du Pérou de Reardon (1992), du Mexique de Lustig et Taylor (1990) et du Pakistan de Mc Carthy et Taylor (1977). Dans tous les cas, l'équation d'équilibre de marché du travail est remplacée par une équation de salaire.

Certains auteurs ne modélisent pas les marchés des facteurs. Keyzer et Van Veen (1994) utilisent pour leur modèle indonésien des fonctions d'allocation de la terre dérivées d'un programme de maximisation du revenu net, dans un cadre de programmation non linéaire. L'utilisation des capacités est fixée avec un décalage d'un an pour le secteur agricole. La demande de travail suit l'évolution des

capacités de production à travers des coefficients exogènes dépendant du temps. Les salaires sont fixés à travers des fonctions définies par groupe de secteurs et affectent uniquement la formation du revenu. Il y a néanmoins quatre types de travail : agricole, manuel, employé/commercial et professionnel/management. La principale critique formulée par Devarajan (1994) est que le modèle ne représente pas de comportement de maximisation du profit pour les producteurs puisque ceux-ci allouent leur travail de manière indépendante des salaires. Ainsi non seulement le modèle n'offre pas de cohérence théorique possible avec le modèle walrasien mais il élimine par ailleurs un des chemins majeurs à travers lequel la libéralisation affecte l'économie et à travers lequel les agents s'ajustent à la modification de l'environnement économique.

Les flux migratoires

La persistance des flux migratoires entre les zones rurales et les zones urbaines constitue une autre caractéristique importante des économies en développement. Or le déplacement massif de la population rurale vers les villes entraîne de réels déséquilibres sur le marché de l'emploi urbain. Dans les pays en développement, le secteur public reste prédominant en terme d'emplois en zone urbaine, mais subit depuis les années 80 des restrictions budgétaires qui se traduisent par des gels d'embauche. Cette situation accentue davantage les problèmes de chômage en zone urbaine et s'accompagne généralement du développement du secteur informel.

Le modèle de Harris et Todaro (1970) constitue la première tentative de formalisation du comportement migratoire. Les principales hypothèses et caractéristiques du modèle sont :

- la décision d'émigrer est fondée sur des comportements rationnels : les agents font un arbitrage entre les coûts et bénéfices qu'ils tirent en restant en zone rurale ou en migrant en ville;
- la décision dépend du différentiel de salaire réel espéré, lui-même déterminé par le différentiel de salaire réel et la probabilité d'obtenir un emploi en milieu urbain, celle-ci étant négativement liée au taux de chômage urbain.

Certains auteurs s'intéressant à des régions où les mouvements de population sont importants, ont introduit dans leurs modèles des fonctions de migration sur la base du modèle de Harris-Todaro. C'est notamment le cas de Moran et Serra pour le Soudan et Robinson et al. pour le Mexique (1993).

Moran et Serra (1991) justifient l'introduction d'une telle fonction dans leur modèle par la segmentation et le mauvais fonctionnement du marché de l'emploi au Soudan. En effet, les ruraux touchent des rémunérations inférieures de moitié par rapport aux rémunérations qui prévalent dans les

zones urbaines. Cette situation a donné lieu à une migration permanente entre le milieu rural et le milieu urbain. Pour rendre compte de ce phénomène, ils supposent que les salaires nominaux urbains sont exogènes (les salaires ruraux dans le modèle sont flexibles), et que la main d'œuvre croît à un taux exogène fixé. La probabilité de trouver un emploi en ville est prise en compte dans le modèle et l'existence d'un "frottement", représenté par l'introduction d'une élasticité de migration par rapport au différentiel de salaire, permet de maintenir un différentiel entre les deux marchés du travail. Les flux migratoires sont néanmoins endogènes et varient positivement avec le différentiel de salaire entre le milieu rural et urbain.

Encadré 3.1 : Fonctionnement du marché du travail avec flux migratoires

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

où WFU et WFA sont les offres de travail urbain et rural

LU est la demande de travail urbain

μ et ν sont les taux de croissance des populations urbaine et rurale

MI est la migration du milieu rural vers le milieu urbain

Ω est l'élasticité de la migration par rapport au différentiel de salaire

D'après Moran et Serra (1991)

Robinson et al. (1993) analysent l'impact des accords de libre échange entre les Etats-Unis et le Mexique et particulièrement ceux touchant le secteur agricole. Le modèle spécifie explicitement les phénomènes de migrations internes au Mexique et entre le Mexique et les Etats-Unis. Trois flux migratoires sont donc introduits : les ruraux mexicains vers le marché du travail rural américain, la main d'œuvre non qualifiée urbaine mexicaine vers le marché des "non-qualifiés" américains, et un flux interne au Mexique, de la zone rurale vers la ville. Comme dans le modèle précédent, ces flux migratoires sont fonction du différentiel des salaires entre les différents marchés de l'emploi et du taux de change (Encadré 3.2). En revanche, les salaires sont endogènes sur tous les marchés et l'équilibre sur le marché de travail est réalisé de manière à ce que l'offre de travail de chaque catégorie de main d'œuvre et de chaque pays s'ajuste par les flux migratoires.

Encadré 3.2 : Equilibre intertemporel sur le marché du travail

$$WF_{mig,mx} = w_{gdfmig} * WF_{mig,k} * EXR_{mx}/EXR_{us}$$

où w_{gdfmig} est le rapport des salaires réels moyens des différentes catégories de main d'œuvre

$WF_{mig,k}$ est le salaire réel moyen (mig correspond aux trois flux migratoires).

EXR est le taux de change.

D'après Robinson et al. (1993).

Dans la plupart des économies en développement, il apparaît important de modéliser dans une perspective dynamique les flux migratoires internes. Ceux-ci constituent en effet le biais principal à travers lequel les conditions qui prévalent sur le marché du travail rural influencent la situation du marché du travail urbain. Le poids du secteur agricole dans l'emploi suggère que ces effets peuvent être particulièrement importants.

3.1.2. La modélisation du commerce extérieur

Dans le modèle classique d'économie ouverte, la loi du prix unique s'applique à tous les biens échangeables, qui sont considérés comme des substituts parfaits des biens disponibles sur le marché extérieur. Une spécification alternative consiste à considérer des fonctions d'offre d'importations et de demande d'exportations qui dépendent des prix domestiques. Cette spécification n'est cependant pas cohérente dans le cadre de l'hypothèse de petit pays. L'hypothèse d'Armington constitue un moyen de modéliser une économie ouverte dans le cadre de l'hypothèse de petit pays mais sans transmission totale des prix mondiaux, grâce à la notion d'imparfaite substituabilité.

La plupart des auteurs utilisent cette approche⁹ pour la spécification des échanges extérieurs (Sadoulet et De Janvry, 1992 ; Robinson et al., 1993 ; Subramanian, 1994) car elle permet une modélisation plus réaliste des flux du commerce extérieur étant donné le degré de désagrégation des modèles. En effet, si les secteurs et les produits pouvaient être désagrégés très finement, il serait envisageable de distinguer précisément les biens échangeables et parfaitement substituables aux biens extérieurs - pour lesquels les prix sont exogènes dans le cadre de l'hypothèse courante de petit pays - des biens non échangeables et non substituables - pour lesquels les prix sont endogènes. Les niveaux de

désagrégation communément utilisés dans les Matrices de Comptabilité Sociale ne permettent pas une telle distinction. La plupart des biens et des secteurs constituent en général une catégorie intermédiaire : celle des biens échangeables et imparfaitement substituables. L'approche Armington consiste alors à introduire le concept de bien composite, généralement déterminé par une fonction C.E.S (Constant Elasticity of Substitution) dépendant des prix relatifs domestique/importé. L'hypothèse symétrique concernant les exportations est tout aussi importante, car, à défaut de la considérer, la loi du prix unique continuerait à valoir pour les secteurs exportateurs.

Le modèle multi-pays de Sadoulet et De Janvry (1991) illustre bien l'apport de cette approche dans l'analyse de l'impact de chocs exogènes sur le secteur agricole. L'objectif est d'analyser l'impact d'une augmentation des prix mondiaux des céréales sur les pays les plus vulnérables. Les trois groupes de pays considérés se différencient principalement par les niveaux de compétitivité entre les produits céréaliers importés et les céréales produites localement. Ainsi, les importations de céréales sont peu compétitives dans le groupe Afrique I, tandis que dans le groupe Afrique II et Asie¹⁰ subsiste une forte compétitivité entre produits importés et domestiques. Ceci se traduit naturellement par des élasticités de substitution différentes, soit 0,6 pour le premier groupe, 3 pour "Afrique II" et 30 pour l'Asie. Par ailleurs, les trois groupes sont également caractérisés par des valeurs différentes pour les autres paramètres du modèle, en particulier l'élasticité-prix de l'offre du secteur agricole. Ainsi, l'augmentation de 20% des prix mondiaux des céréales affecte peu le marché domestique du groupe Afrique I car celles-ci sont faiblement compétitives avec les céréales locales. En revanche, les deux autres groupes de pays connaissent des effets inverses puisque l'augmentation des prix mondiaux est directement transmise au niveau du marché domestique, provoquant une appréciation du taux de change réel. Les auteurs soulignent par ailleurs l'importance d'autres paramètres "structurels" tels que l'élasticité-prix de l'offre de produits vivriers, les élasticités-prix et revenu de la demande de produits alimentaires, la part budgétaire de l'alimentation, la part des importations dans la disponibilité alimentaire.

9 Les propriétés des fonctions d'importations intégrés dans les MEGA sont largement expliquées dans de Melo et Robinson (1989) et Deravajan, Lewis et Robinson (1990).

10 Le groupe Afrique I correspond aux pays non compétitifs sur le marché mondial des céréales: le Burkina Faso, le Mozambique, le Togo, le Burundi, la République de Centre Afrique, le Rwanda, le Soudan, le Sénégal, le Ghana, la Mauritanie, et le Lesotho.

Le groupe Afrique II sont les pays africains compétitifs sur le marché mondial des céréales: l'Ethiopie, le Mali, Madagascar, le Bénin, la Somalie, le Kenya, la Tanzanie, la Guinée, le Sierra Léone, et le Libéria.

Le groupe Asie à faible revenu comprend: le Bangladesh, le Sri Lanka, le Pakistan, les Philippines, et la Nouvelle Guinée.

Encadré 3.3 : Apport de l'approche Armington pour l'analyse de l'impact d'une augmentation des prix mondiaux des céréales sur des économies rurales en développement.

Soit D la production alimentaire domestique, M les importations de céréales, et p_d et p_m leurs prix respectifs. Si ce sont des substituts imparfaits, avec une élasticité de substitution σ , un consommateur minimisant ses coûts, achètera ces deux biens dans des proportions qui dépendent des prix et du taux de substitution :

$$\frac{D}{M} = \frac{1-s_m}{s_m} \cdot \left(\frac{p_d}{p_m} \right)^{-\sigma}$$

où $s_m = M/C$ est la part initiale des imports dans la consommation et $C = D + M$ est la consommation totale.

Soit ε , l'élasticité-prix de la demande C et μ l'élasticité-prix de l'offre D , le marché alimentaire s'écrit :

$$C = p^{-\varepsilon}$$

où
$$p = \frac{p_m \cdot M + p_d \cdot D}{M + D}$$

et
$$D = p_d^\mu$$

La résolution de ce système d'équations donne l'expression du prix à la production p_d et du prix à la consommation p en fonction du prix mondial p_m :

$$\dot{p}_d = \frac{s_m \cdot (\sigma - \varepsilon)}{s_m \cdot (\sigma - \varepsilon) + \mu + \varepsilon} \cdot \dot{p}_m$$

$$\dot{p} = \frac{s_m \cdot (\sigma + \mu)}{\sigma + \mu + (1 - s_m) \cdot (\varepsilon - \sigma)} \cdot \dot{p}_m$$

Ces équations montrent que les élasticités de transmission du prix des importations aux prix domestiques à la production et à la consommation sont inférieures à l'unité pour toute valeur finie de l'élasticité de substitution σ .

L'évolution du prix au producteur est négative si σ est inférieure à ϵ , l'élasticité-prix de la demande. Cela vient du fait que la consommation agrégée diminue en réponse au prix du bien composite et, si la substituabilité est faible entre les deux biens, la consommation globale diminue.

Si σ est supérieure à ϵ , l'élasticité de transmission augmente avec la part initiale des importations s_m et diminue avec l'élasticité-prix de l'offre μ .

Ainsi, l'augmentation des prix mondiaux des céréales aura un impact relativement faible sur les prix domestiques à la production si la production domestique est un substitut très imparfait des céréales importées, si la part des importations dans la consommation alimentaire est faible, ou si l'élasticité-prix de l'offre domestiques est élevée.

En revanche, les prix à la consommation augmentent toujours lorsque le prix des céréales importées augmente. L'augmentation est d'autant plus forte que la substituabilité des produits est élevée, que l'élasticité-prix de la demande est faible et que la part des importations dans le consommation totale est importante. Si σ est supérieure à ϵ , alors une plus grande élasticité-prix de l'offre réduit l'ampleur de la transmission.

D'après Sadoulet et De Janvry (1987).

3.1.3. La question des bouclages macroéconomiques

La question des bouclages occupe une part importante du débat qui entoure la construction et l'interprétation des résultats des modèles d'équilibre général appliqués. Initialement, ce débat a porté sur l'équilibre épargne-investissement dans le modèle d'économie fermée sans gouvernement (Dewatripont et Michel, 1987). En effet, l'égalité ex post entre épargne et investissement n'est pas garantie si l'on a simultanément (i) plein-emploi du travail, (ii) rémunération des facteurs à leur productivité marginale, (iii) consommation privée fonction du seule revenu réel, et (iv) un montant fixe d'investissement. La spécification d'un bouclage revient à choisir quelle variable s'ajuste pour lever la surdétermination du modèle (Sen, 1963). Si l'on considère le modèle d'économies ouverte avec gouvernement, il faut ajouter à la question des bouclages deux autres équilibres macroéconomiques fondamentaux : la balance des paiements et le déficit public.

L'équilibre épargne-investissement

Quatre types de spécifications ont été proposées pour lever la surdétermination du modèle. Le bouclage néoclassique est le plus simple puisqu'il consiste à considérer que le montant d'investissement n'est pas fixe et que, au contraire, il s'ajuste pour assurer l'égalité ex-post avec l'épargne. On parle couramment dans ce cas de modèle "savings-driven" (tiré par l'épargne). Le bouclage keynésien crée la

possibilité de chômage. Le bouclage kaldorien suppose que les facteurs ne sont pas payés à leur productivité marginale et l'équilibre passe alors par une redistribution des revenus influant sur le taux d'épargne. Enfin, dans le bouclage à la Johansen, une fonction d'investissement remplace la fonction d'épargne et la consommation s'ajuste de manière résiduelle. Le modèle est alors "investment-driven" (tiré par l'investissement).

Dans un modèle d'économie ouverte, la spécification de l'équilibre de la balance des paiements peut constituer un moyen de lever la surdétermination (Ahluwalia et Lysy, 1981).

La balance des paiements

La plupart des modèles appliqués dans le cadre de l'analyse de l'impact des politiques de libéralisation sur le secteur agricole sont des modèles d'économie réelle ne représentant pas la sphère financière et, en particulier, le marché interbancaire des devises. Or l'équilibre de la balance courante suppose l'égalité entre les valeurs des importations d'un côté et les valeurs des exportations et du flux d'épargne extérieure (c'est-à-dire du déficit de la balance des paiements) de l'autre. Plusieurs hypothèses de bouclage sont possibles. La plus courante est que le taux de change nominal est flexible, et qu'il intervient comme prix d'équilibre de la balance courante. La fixité du taux de change nominal reflète néanmoins une situation qui correspond à certains pays en développement (par exemple, les pays de la zone franc). Dans cette situation, on peut faire l'hypothèse que l'équilibre de la balance des paiements est réalisé à travers l'ajustement de l'épargne étrangère. Ce choix de bouclage, implique que l'économie considérée puisse s'endetter de manière permanente en empruntant à l'extérieur pour satisfaire ses besoins en devises, hypothèse concevable dans les années 60 mais difficilement soutenable dans le contexte actuel. Un bouclage alternatif est de supposer que l'épargne étrangère est fixée de façon exogène et que l'ajustement se fait par un rationnement quantitatif des importations. Cette hypothèse reflète la situation dans laquelle la politique de change fixe conduit à une surévaluation de la monnaie nationale et à un rationnement des devises (Keyzer et Van Veen, 1992; Hassan et Hallam, 1996).

La spécification du bouclage de la balance courante présente par ailleurs une dimension méthodologique fondamentale : lorsque l'on considère une économie où le taux de change est fixe, on peut vouloir mesurer l'ampleur des effets indirects de protection/taxation liés à une éventuelle surévaluation du taux de change. Les MEGA permettent de mesurer ces effets puisqu'ils permettent de calculer un taux de change d'équilibre en faisant tourner le modèle avec un taux de change endogène.

Le déficit du gouvernement

Le déficit du gouvernement correspond à la différence entre ressources (recettes fiscales directes et indirectes, transferts d'autres institutions) et dépenses (consommation et transferts vers les autres institutions). Cette différence si elle est positive correspond à une contribution au compte d'épargne. Sinon elle constitue un prélèvement. Dans la spécification des modèles appliqués il est courant de supposer que la consommation du gouvernement est fixe et que son déficit (ou son épargne) s'ajuste. Du point de vue méthodologique, il peut être intéressant de considérer que le déficit public est fixe afin de pouvoir comparer des résultats de simulations impliquant une diminution ex-ante des ressources de l'Etat *ceteris paribus*. Dans ce cas, il est nécessaire d'endogénéiser une autre variable intervenant dans l'équation. Il est courant, dans cette situation de permettre l'ajustement de certaines recettes fiscales, directes ou indirectes, en endogénéisant les taux de taxation. Une spécification alternative consisterait à ajuster la consommation publique.

3.2. La représentation des spécificités du secteur agricole

L'élargissement du cadre de la modélisation en équilibre général pour répondre à des questions ayant trait au secteur agricole a conduit à des développements sur la représentation de la technologie agricole permettant de prendre en compte non seulement les facteurs spécifiques mais également la complexité des relations entre facteurs primaires et consommations intermédiaires à travers des formes fonctionnelles originales. Quelques auteurs ont par ailleurs modélisé explicitement les anticipations, le risque, l'hétérogénéité des agents ou l'existence de plusieurs marchés et de coûts de transaction.

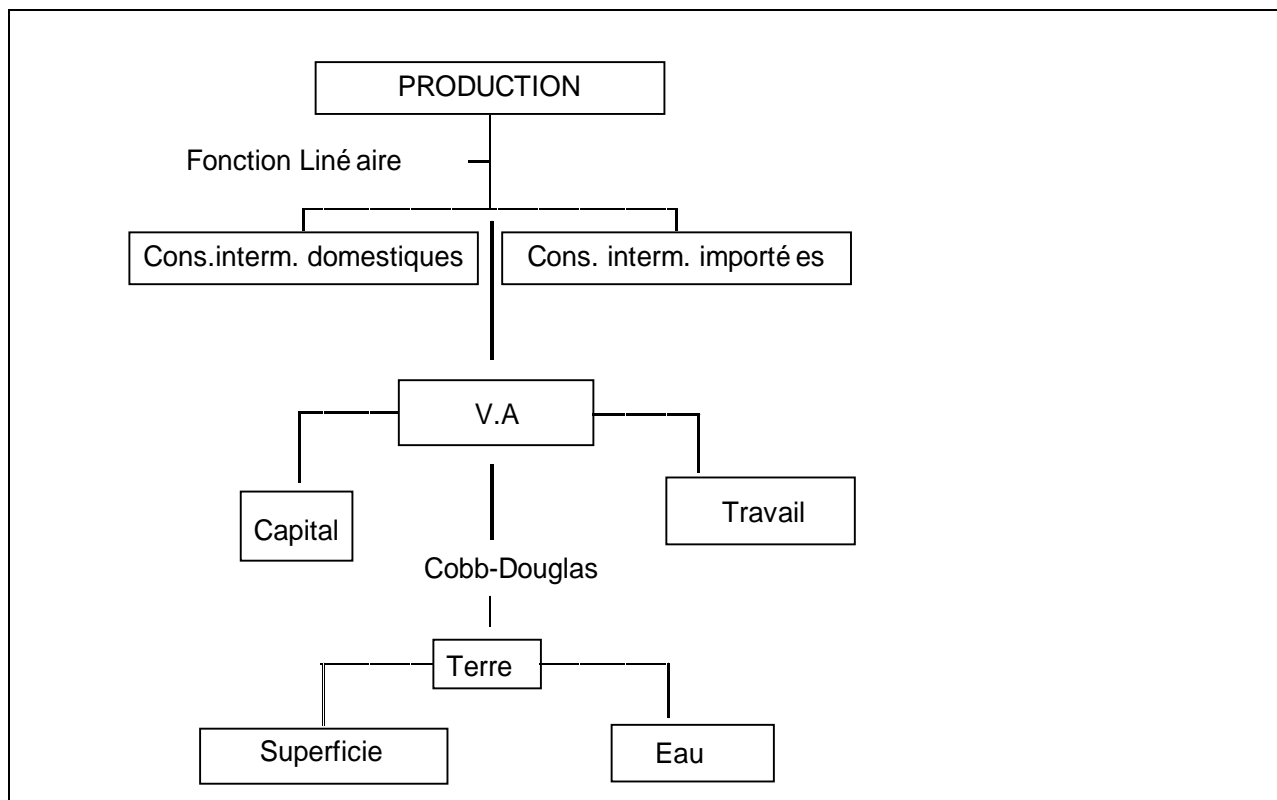
3.2.1. L'introduction de facteurs de production spécifiques

Le secteur agricole utilise certains facteurs de production spécifiques comme la terre, l'eau ou le bétail. L'introduction de ces facteurs dans les modèles d'équilibre général appliqués nécessite de repenser la forme des fonctions de production et le fonctionnement des marchés des facteurs.

Le facteur terre lorsqu'il est introduit dans les modèles est généralement défini comme une dotation exogène dans l'économie: il s'agit alors d'une simple composante du facteur capital (Savard, 1995) qui peut être désagrégé en plusieurs catégories selon la qualité productive de la terre, des biens qu'elle produit ou encore selon des régions spécifiques. Au facteur terre peut être combiné le facteur "eau" qui peut également être intégré dans la fonction de production. L'introduction de cet input se retrouve dans les modèles EGC qui traitent explicitement des problèmes de gestion de l'eau que rencontrent certains pays en développement. Ainsi, Berck, Robinson et Goldman (1989) analysant des politiques de gestion de l'eau au Maroc, représentent la technologie agricole à travers une fonction à plusieurs niveaux

(Encadré 3.4): au premier niveau, le facteur eau est combiné avec la superficie cultivée selon des parts fixes spécifiques à chaque secteur. Ce facteur composite est ensuite combiné par une fonction de type Cobb-Douglas avec le travail et le capital. Dans ce modèle, l'offre de l'eau est exogène, et les simulations portent sur son niveau de disponibilité.

Encadré 3.4 : Structure de la production agricole

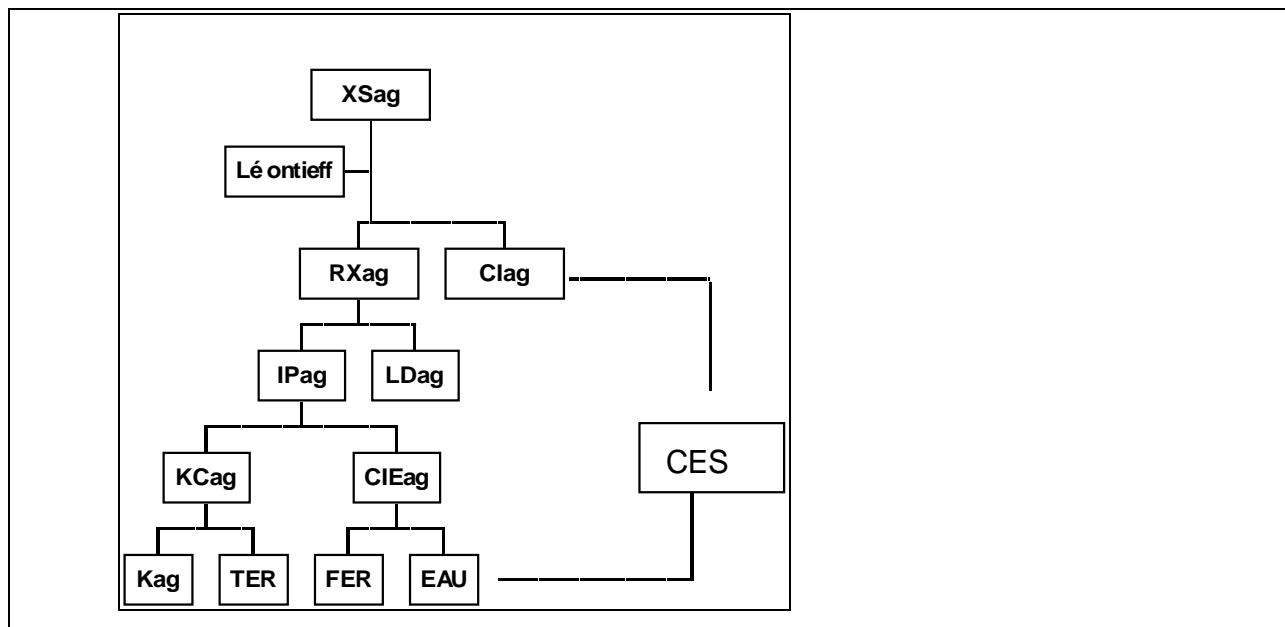


D'après Berck, Robinson et Goldman (1989).

Decaluwé, Patry et Savard (1997) étudient l'impact sur le bien-être collectif et la réallocation des ressources d'une meilleure tarification de l'eau au Maroc. Ils spécifient l'offre agricole par une CES emboîtée à plusieurs niveaux (Encadré 3.5). L'intérêt principal de cette spécification est de montrer les possibilités de substitutions entre intrants et consommations intermédiaires à plusieurs stades de la production agricole. Outre l'introduction du facteur "eau" (qui fait l'objet de leur problématique), la terre est considérée comme un facteur fixe que seul le secteur agricole utilise. Par ailleurs, les auteurs font

l'hypothèse qu'il existe un stock de facteur terre spécifique à chacune des branches agricoles¹¹. Au premier niveau de la production, deux relations sont établies, l'une entre le capital (Kag) et la terre (TERag), et l'autre entre l'eau et les fertilisants (FER), à travers une CES. Au deuxième stade de la structure de production, le facteur composite capital-terre (KCag) est lié au facteur fertilisant-eau (CIEag) à travers une fonction CES définissant un troisième facteur composite (IPag), lequel sera joint au travail (LD). La production finale est enfin définie selon une fonction Léontieff des consommations intermédiaires et du facteur composite RXag.

Encadré 3.5 : Structure de la production agricole



D'après Decaluwé, Patry et Savard (1997).

Le facteur "bétail" apparaît également comme un déterminant de l'offre agricole. Ce facteur peut jouer un rôle important lorsqu'il représente le principal mode d'accumulation du capital, particulièrement chez les petits agriculteurs. Cet input est alors combiné au travail, au facteur capital et terre de certains secteurs agricoles - Van der Mensbrugge (1990). Dans ce modèle, le "bétail" est combiné aux facteurs travail et terre irriguée par une fonction CES.

11 Le pays est divisé en deux régions: une région nord abondante en eau et une région Sud aride. Concernant le secteur agricole, ils distinguent alors la région agricole Nord, la région agricole Sud, la branche "eau" Nord, et la branche "eau" Sud.

3.2.2. L'utilisation de formes fonctionnelles spécifiques pour la production

Pour qu'un vecteur de prix d'équilibres existe et soit unique, il est nécessaire que les fonctions d'offre et de demande ait des propriétés mathématiques restrictives : Arrow et Debreu ont montré que ces fonctions doivent être continues et deux fois dérivables. Les formes fonctionnelles les plus fréquemment utilisées sont la fonction Léontieff, la fonction Cobb-Douglas et la fonction CES. Les deux premières offrent l'avantage de pouvoir être calibrée à partir des valeurs de la Matrice de Comptabilité Sociale sans spécification de paramètres supplémentaires. La fonction Cobb-Douglas est plus flexible que la fonction Léontieff puisqu'elle permet une substitution entre facteurs de production, mais son utilisation repose néanmoins sur une hypothèse restrictive : le taux de substitution entre les facteurs est égal à un, ce qui apparaît restrictif lorsque que l'on veut représenter la diversité des technologies sectorielles de production. L'utilisation d'une fonction CES permet de lever cette hypothèse en autorisant la spécification de différents taux de substitution entre facteurs. Cette spécification suppose néanmoins de pouvoir estimer ces paramètres, les valeurs de la MACS ne permettant de calibrer que les contributions relatives des facteurs. L'utilisation de la CES dans sa forme la plus commune repose néanmoins encore sur deux hypothèses restrictives : le taux de substituabilité entre facteurs est constant quel que soit le niveau production, les rendements d'échelle sont constants. De nombreux auteurs ont exploré l'utilisation de formes fonctionnelles alternatives et moins restrictives mais satisfaisant l'exigence de comportement assurant l'existence d'une solution au modèle.

Subramanian (1994) modélise de manière explicite l'offre agricole et la demande d'intrants et utilise pour cela une fonction de profit généralisée du second degré de 4 cultures différentes, de la main d'oeuvre et des animaux de trait. Cette approche permet d'analyser explicitement les phénomènes de substitutions entre produits et facteurs. Enfin, dans le cas de l'application à l'Inde, le fait de modéliser la demande d'intrants intermédiaires, les engrais et les animaux de traits, permet d'étudier l'impact d'une élimination des subventions du prix engrais qui constitue un des volets de la politique agricole mis en cause dans le cadre de la libéralisation du secteur. Cette même représentation se retrouve dans le modèle construit par Sadoulet et De Janvry (1992) qui utilisent une spécification multi-marché pour le secteur agricole, et une fonction de profit Léontieff généralisée dont ils déduisent les offres des trois biens agricoles (biens agricoles exportables, biens alimentaires et autres), et les demandes des différents types de main d'oeuvre.

Peterson, Hertel et Preckel (1993) spécifient le bloc offre par une forme CDE ("Constant Difference Elasticity"). Cette forme fonctionnelle généralisée permet aux modélisateurs dans un système de N secteurs, de choisir N paramètres de substitutions. Dans le modèle, la production agricole est une fonction de revenu CDE qui n'est autre qu'une généralisation de la CET. Les fonctions d'offre de chaque

bien agricole peuvent alors être déduites, ce qui permet de représenter l'agriculture comme un secteur multi-produits.

Enfin, l'approche à la Jorgenson, ou "modèle linéarisé" est utilisée par Hassan et Hallam (1996). Cette approche repose sur l'estimation économétrique des paramètres des sous-systèmes du modèle, le bloc production et le bloc demande. L'avantage de cette construction est d'éviter d'introduire a priori des élasticités de substitution. Mais l'utilisation de ces formes reste toutefois limitée. En effet, elles nécessitent des séries statistiques suffisantes, puisque le nombre de paramètres à estimer croît avec le nombre de secteurs et de catégories de ménages, et présentent cependant l'inconvénient qu'il est difficile d'introduire les conditions assurant la concavité.

Les contraintes théoriques et la maniabilité sur le plan analytique expliquent pourquoi les formes fonctionnelles utilisées sont généralement restreintes à la catégorie des formes "traditionnelles". Le choix de l'une ou l'autre de ces formes dépend de l'importance donnée par les modélisateurs à l'analyse des phénomènes de substituabilité, élément déterminant quant aux résultats fournis par le modèle.

3.2.3. L'introduction des anticipations, du risque et de l'incertitude

Le décalage entre décisions de production et mise sur le marché, associé à l'incertitude que les producteurs peuvent avoir sur les prix qu'ils obtiendront, remet en cause l'hypothèse d'ajustement immédiat de l'offre par rapport aux prix, hypothèse généralement retenue dans le modèle walrasien standard. Plus que les autres producteurs, le producteur agricole est soumis à un risque qui peut prendre plusieurs formes : à côté du risque de fluctuation des prix, les aléas climatiques ou les catastrophes naturelles (feux de brousse, inondation, sécheresse, etc) peuvent entraîner d'importantes variations de la production, des prix et des quantités d'inputs à utiliser d'une période à l'autre. L'introduction de risque et la prise en compte de la formations des anticipations restent des domaines peu explorés dans les modèles EGC "agricoles" car cela complique sensiblement la modélisation et l'analyse des résultats.

Dans son modèle indien, Parikh (1994) introduit explicitement le décalage entre décision de production et mise sur le marché. L'équilibre sur les marchés des produits agricoles est atteint à travers des échanges qui équilibrent la demande intérieure et extérieure à l'offre intérieure (production de l'année précédente nette des variations de stock) et aux importations. Le vecteur des productions agricoles est issu d'un modèle détaillé d'allocation de la terre entre les cultures, basée sur un cadre d'anticipations adaptatives où le choix des variétés cultivées (traditionnelles ou améliorées) et de l'intensité de fertilisation dépendent des prix relatifs.

Boussard et Christensen (1997) analysent le comportement des producteurs agricoles vis-à-vis du risque dans deux modèles d'équilibre général calculable appliqués à la Hongrie et à la Pologne. Ce développement est justifié par le fait que l'augmentation de la variabilité des prix à la suite de la libéralisation peut avoir sur le bien-être des effets négatifs supérieurs à ceux de la libéralisation. Les modèles sont construits dans une perspective dynamique avec une fonction inter temporelle classique d'accumulation de capital. Les agents prennent leurs décisions dans un environnement risqué et sont caractérisés par un coefficient d'aversion pour le risque qui apparaît dans la fonction d'utilité. La résolution du programme du producteur dans un environnement incertain conduit à une fonction d'offre où le prix variable est remplacé par un équivalent certain, inférieur au prix moyen observé sur le marché. Il en résulte que, toutes choses égales par ailleurs, la production "avec risque" est toujours plus faible que la production "sans risque". La libéralisation, qui conduit à une augmentation non seulement des prix et mais également de leur variabilité, peut ainsi conduire à une diminution de la production. L'introduction du risque dans un modèle EGC conduit à effectuer un certain nombre d'aménagements dans le modèle. La première difficulté consiste à attribuer les primes de risque afin de rétablir l'équilibre des comptes dans la Matrice de Comptabilité Sociale. Les auteurs ont choisi d'introduire un nouveau compte, intitulé "risque", dont les recettes sont constituées des primes de risque. Le compte "risque" reverse ces primes aux ménages agricoles pour les primes issues de l'activité agricole et aux firmes pour les activités non agricoles¹². Les résultats des simulations sous différentes hypothèses de variabilité des prix intérieurs et extérieurs montrent que la prise en compte du risque modifie sensiblement le fonctionnement et les résultats du modèle. Elles mettent en particulier en évidence l'importance de l'instabilité interne et conduisent tout naturellement à poser la question de la stabilisation des prix internes.

3.2.4. Hétérogénéité des ménages et dimension spatiale

L'hétérogénéité des agents et la dimension spatiale sont des caractéristiques qui ne sont pas spécifiques à la modélisation du secteur agricole. Néanmoins, l'importance de ces dimensions dans le fonctionnement du secteur rural de la plupart des pays en développement a conduit de nombreux auteurs à développer les moyens de les prendre en compte dans les mEGA.

La représentation de l'hétérogénéité des agents

¹² Ces spécifications sont valables pour le modèle de la Pologne. Les spécifications retenues pour le modèle appliqué à la Hongrie sont sensiblement différentes du fait de la structure de départ de la MCS.

L'hétérogénéité de la structure de la population rurale est traduite au niveau des modèles dans la typologie désagrégée des ménages agricoles, lesquels se distinguent, par exemple selon les disponibilités et les qualités de la terre.

L'un des objectifs de la désagrégation du compte ménage au niveau de la Matrice de Comptabilité Sociale, est de rendre compte des effets redistributifs des politiques économiques menées. De Janvry et Sadoulet (1987), Subramanian (1994) ou encore Reardon (1992) caractérisent chacune des classes comme ménages "acheteurs nets" (qui sont généralement la catégorie des plus pauvres) ou comme "vendeurs nets" de produits agricoles. Cette distinction permet d'éviter des situations "de comportements mixtes" (le même agent représentatif peut être producteur et consommateur) et de souligner la sensibilité de chaque groupe aux chocs sur les prix agricoles. Les résultats des simulations des modèles¹³ montrent qu'une augmentation des prix des produits alimentaires de base a des effets négatifs sur les revenus réels des acheteurs nets, et positifs sur ceux des vendeurs nets. La modélisation permet de quantifier ces résultats.

Levy et Van Wijnbergen (1994) utilisent une typologie des ménages sur la base de deux critères : vendeur ou acheteur net de maïs, vendeur ou acheteur net de travail, afin de mettre en évidence la combinaison des effets-prix et des effets-salaires sur les revenus des ménages. Du fait de la pluri activité, les revenus des ménages sont en effet issus soit de la production, soit des salaires, soit des deux. La variation du prix du maïs affecte les producteurs vivant en économie de subsistance à travers deux biais, qu'ils appellent "effet prix" direct et "effet taux de salaire" indirect. L'effet prix direct implique qu'en l'absence de tout changement du taux de salaire rural, l'incidence de la variation du prix du maïs sur le revenu réel des producteurs dépend uniquement de leur position nette à l'égard du marché du maïs : les producteurs qui sont vendeurs (acheteurs) pâtissent (profitent) de la baisse du prix du maïs. De manière symétrique, l'effet taux de salaire indirect dépend de la position de vendeurs ou d'acheteurs des ménages à l'égard du travail : si les ménages sont des vendeurs nets de travail, ils gagnent au pro rata de la partie de leur travail vendue sur le marché à mesure que le taux de salaire augmente. Or, le sens de l'évolution du taux de salaire dépend également de ce qu'il advient de la demande de travail rural à mesure que baisse le prix du maïs. L'effet d'une augmentation du prix des produits agricoles sur le revenu des ménages agricoles dépend donc des hypothèses faites sur le fonctionnement du marché du travail.

Cette modélisation met en l'occurrence en lumière l'importance du fonctionnement du marché du travail rural. A travers la désagrégation du compte de ménages, les auteurs montrent que les politiques de libéralisation appliquées au secteur agricole ainsi que les politiques de stabilisation peuvent contribuer à éliminer certaines distorsions pénalisant la production agricole et sont donc favorables aux vendeurs nets

13 Voir Annexe 3.1.

de produits agricoles. De Janvry et Sadoulet (1987) et Levy et Wijnbergen (1994), rappellent également que, contrairement aux producteurs agricoles des économies développées, certaines classes de ménages agricoles des pays en développement sont des acheteurs nets de produits agricoles. Il s'agit typiquement des "paysans sans terres", mais, plus généralement, certains petits producteurs peuvent appartenir à la catégorie des acheteurs nets. Les ménages de cette catégorie peuvent pâtir, au même titre que les consommateurs urbains, des politiques de libéralisation conduisant à une augmentation des prix des produits alimentaires.

La représentation de plusieurs marchés et des coûts de transaction

La plupart des modèles standards s'attachent à spécifier les deux extrémités des filières agricoles, les producteurs et les consommateurs finaux, en ignorant l'existence d'un segment intermédiaire de commercialisation. Par ailleurs, les modèles utilisés considèrent généralement les économies comme un seul marché homogène sans prendre en compte les différences géographiques. En omettant ces deux aspects importants, les EGC ont une utilité limitée pour l'analyse de politiques dans des pays où les niveaux intermédiaires de commercialisation jouent un rôle important et où les différences géographiques sont des facteurs importants dans l'explication de la formation des revenus et des dysfonctionnements des marchés. L'importance de la diversité géographique a été reconnue par de nombreux auteurs, mais peu ont essayé d'intégrer le segment intermédiaire de commercialisation entre les producteurs et les consommateurs.

Dans leur étude de l'impact de la libéralisation du secteur agricole aux Philippines, Liu, Yao et Greener (1996) ont développé un modèle EGC avec deux caractéristiques particulières. D'une part, le pays est divisé en deux régions caractérisées par des systèmes de production et des niveaux de revenu différents ce qui permet de capturer une partie de la diversité géographique du pays. D'autre part l'économie est séparée en trois niveaux de marchés : bord-champs¹⁴, gros, détail. Cette spécification doit permettre de modéliser explicitement l'existence des coûts de transaction mais comporte une limite dans la mesure où d'une part tous les ménages subissent les mêmes coûts de transaction et d'autre part cela ne modifie par leur comportement.

Dans la même direction, Löfgren et Robinson (1999) ont développé un modèle stylisé prenant en compte deux régions rurales et une région urbaine. L'originalité du modèle réside dans l'utilisation de techniques de modélisation ("mixed complementarity problems") qui permettent d'introduire des

¹⁴ C'est-à-dire entre le producteur et le premier intermédiaire commercial.

inégalités dans un système d'équations et de prendre ainsi en compte des effets de seuils dans la production et le commerce inter-régional. Cette extension permet d'étudier l'impact différentiel de politiques de prix et de politiques agissant sur les coûts de transport et de commercialisation.

Les extensions présentées ci-dessus constituent des avancées non négligeables dans la modélisation des interactions complexes qui déterminent le fonctionnement des économies en développement. La plupart de ces extensions ont été développées parallèlement au débat sur la nécessité de libéraliser le secteur agricole dans ces économies. La section suivante rappelle les éléments de ce débat et analyse les résultats d'une douzaine de MEGA appliqués à l'étude de l'impact de la libéralisation du secteur agricole.

3.3. De l'encadrement à la libéralisation : le secteur agricole dans les économies en développement

Historiquement, le secteur agricole dans ces pays a fait l'objet d'une intervention importante de l'Etat du fait de sa place dans l'économie et de son rôle stratégique dans la sécurité alimentaire. A la suite de l'échec de ces politiques, les années 80 et 90 ont été marquées par le désengagement de l'Etat et par la libéralisation des échanges.

3.3.1. Les politiques agricoles dans les PVD : des objectifs parfois contradictoires

La réforme des politiques de prix agricoles se trouve au cœur de la libéralisation du secteur agricole. Or, de nombreux auteurs soulignent le dilemme posé par la définition de ce type de politique. Ce dilemme peut se résumer par, d'un côté, la volonté de fournir aux producteurs des prix incitatifs et garantissant des revenus suffisants afin de promouvoir l'augmentation de la productivité et, de l'autre côté, la nécessité de maintenir des prix alimentaires peu élevés pour les consommateurs.

L'objectif d'augmentation de la productivité a plusieurs origines. La première peut se résumer au constat suivant : au regard de la part importante de la population active engagée dans le secteur agricole, la contribution du secteur au PIB dans les pays en développement reste faible. De nombreux économistes du développement soulignent la contribution fondamentale du secteur agricole aux premières phases du développement. Dans son analyse de la transformation du secteur agricole et de sa contribution au développement économique Timmer (1988) identifie plusieurs phases. Le processus démarre par l'augmentation de la productivité agricole par travailleur. Cette augmentation crée un surplus qui, dans

une seconde phase, peut être capté directement - par des taxes - ou indirectement - par la manipulation des termes de l'échange entre biens agricoles et non agricoles. Ce surplus peut alors être utilisé pour le développement du secteur non agricole.

Par ailleurs, de nombreux pays mettent en œuvre des politiques agricoles dans le but d'atteindre ou de maintenir l'autosuffisance alimentaire. Les arguments en faveur d'un certain niveau d'autosuffisance sont nombreux. Le premier repose sur l'idée que la souveraineté nationale est remise en cause par une dépendance alimentaire vis à vis de la production agricole d'autres pays. L'arme alimentaire constitue en effet une menace puissante, les différents pays qui subissent un embargo en font aujourd'hui encore la douloureuse expérience. Le deuxième argument, assez proche, s'appuie sur l'idée que la dépendance alimentaire est dangereuse pour l'équilibre de l'économie, en particulier pour la balance commerciale et les réserves en devises, en cas d'augmentation des prix mondiaux. Enfin, l'utilisation de devises pour l'importation de biens de consommation dans des économies où les contraintes en devises sont fortes et où les besoins en biens d'équipement sont importants apparaît comme un choix discutable à long terme¹⁵. Dans un contexte d'industrialisation et d'urbanisation, c'est-à-dire de déplacement de la main d'œuvre du secteur agricole vers les autres secteurs, le maintien d'un certain niveau d'autosuffisance alimentaire suppose d'augmenter la productivité des actifs agricoles.

Un autre objectif central assigné au secteur agricole dans un contexte d'industrialisation et d'urbanisation est de fournir au reste de l'économie une production vivrière à bas prix pour protéger les pauvres urbains et maintenir des salaires peu élevés dans le secteur moderne. Le souci de garantir à la population urbaine un accès permanent à des biens alimentaires bon marché a ainsi conduit de nombreux gouvernements à subventionner certains produits alimentaires de première nécessité. La volonté de fournir au secteur industriel naissant une main d'œuvre bon marché afin d'améliorer la compétitivité des produits manufacturés et d'encourager les investissements étrangers constitue un autre argument en faveur de prix alimentaires peu élevés.

Ces exemples illustrent la multiplicité des objectifs poursuivis à travers les politiques agricoles :

- (i) l'augmentation de la productivité agricole, qui doit permettre d'atteindre ou de maintenir l'autosuffisance alimentaire, est principalement poursuivie à travers des programmes de stabilisation des prix agricoles et de subventions des intrants;
- (ii) la défense de l'emploi rural, qui doit permettre de limiter l'exode rural susceptible de déséquilibrer le marché du travail urbain, est poursuivie à travers la protection du revenu des producteurs agricoles;
- (iii) la lutte contre la pauvreté est poursuivie à travers des programmes de subvention des produits de première nécessité.

3.3.2. Libéralisation des échanges et ajustement structurel : des effets mitigés

Depuis 1980, plus de la moitié des pays en développement ont appliqué des Plans d'Ajustement Structurel (PAS). Ceux-ci se sont imposés à la plupart de ces pays comme un des seuls moyens pour sortir du piège de la crise financière liée à des niveaux d'endettement devenus insoutenables. Les PAS comprennent en fait deux phases. La première, dite phase de stabilisation, vise à réduire les déficits budgétaire et extérieur à travers une réduction de la demande globale, tout en maîtrisant l'inflation par une politique monétaire restrictive. La seconde phase, dite d'ajustement, consiste en un ensemble de réformes destinées à accroître l'offre. L'argument central de la libéralisation est que les distorsions empêchent une allocation optimale des ressources avec des coûts importants pour les économies en termes d'efficacité. Concernant le secteur agricole, les arguments en faveur de la libéralisation s'appuient sur plusieurs constats : les politiques de subventions des prix agricoles sont coûteuses et le plus souvent inefficaces; elles favorisent les consommateurs urbains aux dépens des producteurs agricoles et contribuent à aggraver les déficits budgétaire et extérieur. D'après de nombreuses analyses, la mauvaise performance du secteur agricole s'expliquerait par un degré élevé d'intervention de l'Etat, qui se manifeste à travers la fixation des prix au producteur, la réglementation des circuits de commercialisation et la détermination des marges correspondantes. De même, une politique de subvention des denrées alimentaires importées peut avoir un effet dépressif sur la production locale : l'intervention de l'Etat dans ce domaine se justifie par le maintien de prix peu élevés à la consommation mais contribue à rendre les produits vivriers importés concurrentiels par rapport aux produits locaux.

Les instruments des PAS sont multiples. Ils impliquent généralement le désengagement de l'Etat des activités de production et de commercialisation. Ce désengagement doit généralement s'accompagner de l'élimination des subventions à la production et à la consommation ainsi que des subventions à l'utilisation d'intrants importés. Par ailleurs, ils préconisent souvent la libéralisation des échanges agricoles, en particulier l'élimination des barrières non tarifaires et/ou l'uniformisation des tarifs douaniers.

La dévaluation est un instrument central dans la mesure où il permet de poursuivre à la fois des objectifs de stabilisation par la diminution de la demande globale et d'ajustement par les gains de compétitivité et la réallocation des ressources productives entre production de biens échangeables et production de biens non échangeables. Concernant la production agricole, l'effet d'une dévaluation peut

15 Ce troisième argument se trouve au cœur des politiques de substitution aux importations, largement mises en œuvre dans les années 70.

être important si la part des biens échangeables est importante dans la production et la consommation domestique. En effet, en cas de surévaluation du taux de change réel, les prix exprimés en monnaie nationale sont inférieurs aux prix qui prévalent dans une situation d'équilibre. L'excès de demande associé peut être satisfait soit par les importations, soit par un rationnement sur le marché national.

Les politiques sectorielles cherchent à modifier la structure de la production par un accroissement de la rentabilité qui peut se faire à travers une augmentation des prix relatifs ou par l'augmentation de la productivité des facteurs de production. L'augmentation des prix relatifs des biens échangeables (ou la baisse des prix des biens non échangeables ou encore la baisse du taux de change réel) est a priori favorable aux activités agricoles, puisqu'il devrait en résulter une amélioration de la production. Mais le recours à la dévaluation, dont le rôle est d'accroître la rentabilité et par conséquent le volume de la production des biens exportables ou substituables aux importations, peut avoir des effets contradictoires en terme de réallocation des ressources.

Les politiques mises en œuvre pour atteindre ces différents objectifs utilisent donc une multiplicité d'instruments et sont susceptibles de produire un grand nombre d'effets. L'évaluation de ces politiques à travers la mesure de leurs effets est un des premiers objectifs poursuivis par les modélisateurs. Ceux-ci cherchent à évaluer l'efficacité et le coût des politiques mises en œuvre. Les modèles doivent par ailleurs permettre de simuler des politiques alternatives, généralement définies dans le cadre de la libéralisation des échanges et des économies.

3.4. Libéralisation du secteur agricole dans le cadre des plans PAS : enseignements des MEGA

Les modèles étudiés dans cette section peuvent être classés en quatre groupes (voir Annexe 3.1). Le premier, et le plus important en nombre de modèles, est le groupe des modèles néoclassiques statiques. Le second est celui des modèles néoclassiques avec sphère financière. Le troisième regroupe les modèles de la tradition structuraliste et le dernier, les modèles dynamiques¹⁶.

L'impact de la dévaluation peut être illustré à travers les modèles de Reardon (1992), Subramanian (1994), ou Hassan et Hallam (1996). Ces trois modèles traitent respectivement, du Pérou, de l'Inde et du Soudan. Ces pays ont appliqué des politiques agricoles quasi identiques à savoir une intervention de l'Etat dans le système de commercialisation des produits agricoles (échangeables et non échangeables), et ont pratiqué des politiques de change restrictives qui ont contribué à maintenir des taux

¹⁶ Nous n'avons pas inclus ici les modèles dynamiques et financiers construits dans le cadre de l'étude de l'OCDE (Bourguignon et al., 1991) sur l'impact de l'ajustement sur la croissance et l'équité car nous nous sommes limités aux études analysant spécifiquement des problématiques liées au secteur agricole.

de change réels surévalués. D'après les résultats des modèles, la dévaluation du taux de change, comme l'élimination des subventions, ont un impact positif sur l'offre des biens agricoles échangeables. Les prix de ces produits ayant augmenté, il en résulte naturellement une contraction de la demande et une diminution des importations de produits vivriers. Concernant les effets redistributifs, la répartition des revenus se fait donc en faveur des vendeurs nets, tandis que les acheteurs nets c'est-à-dire les populations les plus pauvres voient leurs revenus réels diminuer. Dans ces trois exemples, l'autosuffisance alimentaire s'est améliorée, mais pas la sécurité alimentaire. En reprenant les résultats de Hassan et Hallam (1996) sur le Soudan, on remarquera que l'amélioration du ratio d'autosuffisance s'explique non pas par l'augmentation de la production mais par la forte baisse de la consommation de blé (58%) combinée à la diminution des importations (3,2%) résultant d'une libéralisation des prix des céréales et des importations avec réajustement du taux de change réel.

Le modèle de Reardon pour le Pérou illustre l'impact des politiques de stabilisation macroéconomique - en particulier des dévaluations - sur le secteur agricole. Une augmentation du taux de change nominal de 20% provoque une diminution des revenus réels de toutes les catégories d'agriculteurs. Ce résultat s'explique par la diminution de la demande intérieure de produits agricoles. La dévaluation donne néanmoins des résultats satisfaisants en termes de stabilisation puisque la balance commerciale et le déficit budgétaire se sont améliorés. La diminution des dépenses de l'Etat résulte de la diminution des subventions sur les produits alimentaires puisque d'une part la consommation a chuté, d'autre part la différence entre les prix en monnaie nationale des biens importés et les prix à la consommation a diminué.

En Inde (Parikh, 1994), un réseau de magasins d'Etat permet de distribuer aux habitants des zones urbaines périphériques et des zones rurales des produits de première nécessité à des prix subventionnés: blé, riz, huile alimentaire, charbon, essence, tissus. Les tickets de rationnement sont distribués à tous les consommateurs urbains des grandes villes sans distinction de revenus. Le contrôle public du commerce extérieur des produits agricoles ainsi que la gestion d'un stock tampon permettent par ailleurs au gouvernement d'intervenir sur les prix agricoles. Les prix d'intervention des céréales sont fixés sur recommandation de la Commission Agricole des Coûts et des Prix. Le prix d'achat représente un prix plancher pour les opérateurs privés. Ainsi, lorsque les récoltes sont bonnes, ce système constitue une subvention implicite des revenus des producteurs agricoles. En revanche, lorsque l'année est mauvaise, les producteurs agricoles sont obligés de vendre une partie de leur production aux agences gouvernementales au prix fixé. Le reste est vendu au secteur privé. Parallèlement, certains inputs agricoles sont subventionnés afin d'encourager la croissance de la productivité agricole. Ces subventions concernent les engrais, l'irrigation, l'électricité et le crédit. La simulation de la suppression du système de distribution publique met en évidence que le système actuel contribue en fait aux revenus de l'Etat à travers la

manipulation des termes de l'échange en faveur des produits non agricole. Il opère ainsi un transfert du milieu rural vers le milieu urbain. L'amélioration des termes de l'échange de l'agriculture a un impact positif sur la croissance mais un impact ambigu sur le bien-être des ménages. La suppression de la subvention aux engrais a également un impact positif sur le PIB, mais un impact négatif sur le bien-être des ménages. L'utilisation des ressources épargnées pour la mise en place d'un programme de grands travaux contribue à compenser cet impact négatif et permet une croissance supérieure du PIB.

Le système de gestion mixte public-privé du secteur vivrier se retrouve dans de nombreux pays, notamment aux Philippines (Liu, Yao et Greener, 1996) où la NFA (National Food Administration) intervient sur les marchés vivriers en tant qu'acheteur et vendeur. L'activité commerciale privée reste malgré tout importante mais des interventions même limitées peuvent avoir une influence importante sur le marché ce qui permet au gouvernement d'atteindre des objectifs de réduction de la pauvreté, de stabilisation des prix et de création d'emploi. Il y a deux étapes dans le processus de distribution du riz. A la première étape, le riz passe des producteurs aux commerçants ou à la NFA. La part de marché de chacun dépend du rapport entre le prix plancher et le prix du marché. La NFA achète au prix de marché à moins que celui-ci ne descende en dessous du prix plancher auquel cas, elle achète à ce prix. Le prix du marché de gros est déterminé par la confrontation de l'offre et de la demande bord-champ. A la deuxième étape, le riz passe des commerçants ou de la NFA aux consommateurs à travers le marché de détail. La part de marché de chacun des intervenants dépend là encore du rapport entre le prix plafond de la NFA et le prix de marché. La NFA a un monopole sur les importations de riz et gère un stock de sécurité. Seul le marché du riz fait l'objet d'une intervention, le marché et la commercialisation des autres produits agricoles est entièrement contrôlé par les agents privés.

Afin d'étudier l'impact macroéconomique des réformes dans le secteur agricole et d'une politique d'autosuffisance alimentaire, les auteurs simulent trois types de politiques. Les politiques d'offre consistent soit à augmenter les ventes de riz de la NFA afin de stabiliser les prix (S1), soit à augmenter le prix plancher au producteur (S2). L'augmentation des ventes de la NFA conduit à une diminution de la production et des revenus, à une augmentation de la consommation, et a un effet négatif sur les déficits externes. Inversement, l'augmentation du prix d'intervention conduit à une augmentation de la production, à une diminution de la consommation et a un effet mitigé sur les revenus. Les politiques de demande consistent soit à augmenter la subvention aux producteurs et aux urbains pauvres, soit à éliminer l'impôt sur le revenu des ménages pauvres et à augmenter l'impôt sur le revenu des ménages riches. La première (D1) conduit à une augmentation de la production vivrière, des revenus, et de la consommation alimentaire, mais a un effet négatifs sur le budget et la balance des paiements. La seconde (D2) permet une amélioration du revenu du gouvernement mais l'effet redistributif apparaît insuffisant. Parallèlement,

tous les revenus chutent. Le dernier ensemble de politiques sont des politiques commerciales. La première (T1) consiste à éliminer les tarifs douaniers sur les inputs agricoles et sur les produits non agricoles. Cela conduit à une augmentation de la production agricole et de tous les revenus, mais avec effets négatifs sur le déficit budgétaire et sur le revenu par tête. La seconde (T2) est l'élimination des taxes à l'exportation sur le sucre et d'autre biens. La troisième (T3) est une dévaluation. Celle-ci conduit principalement à une amélioration de la balance des paiements. Les auteurs analysent également les résultats des combinaisons des différentes politiques, en particulier une libéralisation des échanges (T1+T2+T3) accompagnés d'une politique de soutien de la demande (D1+D2). Les effets de ce "paquet" apparaissent optimaux en termes d'efficacité (croissance du PIB) et d'équité (protection du revenu des plus pauvres).

En Indonésie, l'autosuffisance en riz a été atteinte en 1985 mais le riz est toujours au cœur du débat sur la politique alimentaire (Keyzer et Van Veen, 1994). L'Indonésie a opté pour une voie intermédiaire d'autosuffisance à long terme avec des importations ou des exportations exceptionnelles en cas d'accident climatique. Ce choix est lié aux caractéristiques du marché mondial du riz : celui-ci apparaît trop étroit pour absorber des surplus importants sans baisse des prix. La politique alimentaire utilise trois types d'interventions : (i) la politique des prix, dont l'objectif est de maintenir un niveau peu élevé des prix à la consommation et de garantir la stabilité des prix aux producteurs à travers l'intervention d'une agence d'Etat; (ii) le soutien aux cultures, qui consiste principalement en subventions aux engrais, recherche et développement pour l'amélioration des variétés, politiques de crédit; (iii) l'investissement pour l'amélioration des terres, car l'exploitation intensive et la déforestation ont donné lieu à d'importants problèmes d'érosion. Les simulations portant sur la réduction des tarifs et des subventions mettent en évidence le conflit entre les intérêts des consommateurs et l'équilibre de la balance des paiements.

3.4. Conclusions

Au prix d'un élargissement du cadre walrasien et de l'introduction de certaines spécifications caractéristiques du secteur agricole, les modèles d'équilibre général calculable appliqués aux pays en développement apparaissent comme des outils relativement performants pour analyser l'impact de la libéralisation des échanges et du secteur agricole. Ils permettent en effet d'évaluer l'impact de politiques caractérisées par la multiplicité des instruments utilisés et par la diversité des effets attendus. Les fondements micro-économiques des MEGC permettent par ailleurs de représenter le comportement des ménages et d'évaluer les effets distributifs des politiques économiques simulées. Ainsi, les résultats empiriques montrent, au niveau des ménages agricoles, que les vendeurs nets de produits agricoles sont les principaux bénéficiaires des politiques de libéralisation des échanges et du secteur agricole, dans la

mesure où celles-ci conduisent à une amélioration des termes de l'échange entre biens agricoles et biens non agricoles au profit des premiers. Enfin, les MEGA ont permis également de simuler des politiques d'accompagnement des processus de libéralisation. Ces politiques ont en général pour objectif de protéger les revenus des ménages les plus pauvres.

Les MEGC appliqués aux pays en développement ont contribué à démontrer que les politiques de prix agricoles mises en œuvre dans ces économies sont, d'un part, inefficaces et coûteuses pour l'économie tant en termes d'efficacité qu'en termes budgétaires, et, d'autre part, qu'elles ont généralement favorisé les consommateurs urbains par rapport aux producteurs ruraux - ce qui peut s'expliquer par le poids politique des populations urbaines - et ont donc contribué à la stagnation de la productivité dans le secteur agricole. Ainsi, dans certains pays, les préoccupations liées à l'accès à des aliments bon marché ont finalement conduit les gouvernements à se tourner vers les importations pour l'approvisionnement alimentaire des villes, au risque d'une désintégration de l'économie rurale. La surévaluation du taux de change n'est pas étrangère à ce choix puisqu'elle contribue à rendre les importations compétitives par rapport aux biens produits localement.

Les spécifications introduites pour améliorer la représentation du secteur agricole sont nombreuses et appellent plusieurs commentaires. Beaucoup de développements sont liés à la spécification de la technologie agricole ainsi qu'à la description du comportement des producteurs dans un environnement incertain et risqué. Ces développements permettent de capturer une part importante de la spécificité de la production agricole mais, étant pour la plupart appliqués à des économies développées où les ménages agricoles sont tous des vendeurs nets de produits agricoles, ils ne prennent pas en considération la dimension "ménage" des agriculteurs. Cette dimension modifie la représentation des comportements d'offre et de demande des ménages dans la mesure où, lorsque certains marchés sont défaillants, ces comportements ne peuvent plus être représentés de manière récursive. Cette remarque concerne aussi bien la représentation du comportement d'offre de travail que celle du comportement d'offre de produits agricoles.

Concernant la modélisation des marchés des facteurs, peu d'auteurs ont considéré le problème de la défaillance du marché du travail rural au sens où celle-ci peut conduire les ménages agricoles à équilibrer de manière "autarcique" leur demande et leur offre de travail familial. Cette modélisation est complexe dans la mesure où cette situation ne concerne pas nécessairement tous les ménages agricoles, les causes de non participation au marché du travail trouvant leur origine principalement dans des caractéristiques spécifiques aux ménages (composition démographique, dotation en facteurs de production, préférences, éloignement par rapport aux marchés, possibilités d'accès aux moyens de transport...). La représentation de marchés du travail spécifiques aux ménages suppose par ailleurs de

disposer de l'information permettant de désagréger le secteur agricole et le travail agricole en autant de ménages dans la Matrice de Comptabilité Sociale servant de base numérique au modèle.

L'utilisation d'une typologie sur le critère de l'achat ou de la vente de produits et de facteurs soulève le problème de l'endogénéité des décisions des ménages et donc de la pertinence de typologies construites sur des critères endogènes. Très peu d'auteurs ont modélisé de manière endogène les comportements d'autoconsommation dans le cadre d'un modèle d'équilibre général calculable appliqué. Or l'endogénéité des comportements reliant le programme du producteur à celui du consommateur est valable tant pour les produits que pour l'utilisation des facteurs (Singh, Squire et Strauss, 1986). En effet, les ménages agricoles des pays en développement sont caractérisés à la fois par des taux d'autoconsommation élevés, et par l'utilisation importante de la main d'œuvre familiale. L'absence de développements dans cette direction s'explique par le fait que ce type de modélisation est relativement complexe au niveau théorique d'une part et conduit d'autre part à des modèles micro-économiques d'autant plus difficiles à estimer que les données sont rares.

Aujourd'hui, après plus d'une décennie de politiques de libéralisation, qui ont touché les pays en développement encore plus profondément que les pays développés, les Etats disposent de moins en moins d'outils des politiques de prix pour atteindre leurs objectifs de production et/ou de sécurité alimentaire. Ils disposent en revanche d'une part d'outils de politique sectorielle. La mise en œuvre de politiques sectorielles, bien que limitée par la réduction des moyens de l'Etat, semble indispensable dans un secteur où la faiblesse de la productivité met en danger le développement de l'économie. Tous les problèmes posés par la mise en place de politiques agricoles ne nécessitent pas l'utilisation de modèles EGC mais la place stratégique du secteur agricole dans les économies des pays en développement constitue un argument pour poursuivre le développement de modèle permettant d'analyser leurs effets dans un cadre complet et cohérent.

Références bibliographiques

- Ahluwalhia M.S. et F.J. Lysy (1981) "Employment, income distribution and programs to remedy balance-of-payments difficulties." In W.R. Cline et S. Weintraub, eds., *Economic stabilization in developing countries*. Brookings Institution : Washington, DC.
- Berck P., S. Robinson et G. Goldman (1991) "The use of Computable General Equilibrium Models to assess water policies." In A.Dinar et D. Zilberman, eds, *The Economic and Management of Water and Drainage in Agriculture*, University of California Press : Berkeley.
- Boussard J.-M. et A.-C. Christensen (1997) "Risque et développement en Pologne et Hongrie : une application des modèles calculables sous différents régimes de gestion des marchés agricoles" Présentation au Colloque international sur la modélisation en équilibre général calculable en économie du développement. 4 et 5 Septembre 1997. DIAL et PARADI : Paris.
- Boyd et Newman (1991) "Tax Reform and Land Using Sectors in the U.S. Economy : A General Equilibrium Analysis", *American Journal of Agricultural Economics*, 73(3):398-409.
- Burniaux J.-M., F. Delorme, I. Lienert, J.P. Martin et P. Hoeller (1988) "Quantifying the Economy-Wide Effects of Agricultural Policies : A General Equilibrium Approach", Working Papers, OECD : Paris.
- Burniaux J.-M. et F. Delorme (1990) "Effets macro-économiques des politiques agricoles dans les pays de l'OCDE: Résultats des simulations effectuées à l'aide du modèle de Walras." *Revue économique de l'OCDE*, n°13.
- Burniaux J.-M. et D. Van Der Mensbrugge (1994) "The RUNS Global Trade Model" *Economic and Financial Modelling*, Automne/Hiver.
- Chambers R.G (1988) *Applied production analysis: A dual approach*, Cambridge University Press : Cambridge.
- Clarete R.L. (1989) "The economic effects of trade liberalization on Philippine agriculture." *Philippine Review of Economics and Business* Vol XXVI - n°2.
- Clarete R.L. et J. Whalley (1987) "Interactions between trade policies and domestic distortions in a small open developing country" *Journal of International Economics*, 24.

- Collado J.C., D. Roland-Holst et K. Reinert (1994) *Applied General Equilibrium Modeling: A practical introduction*, OCDE, Paris.
- Cornia G., R.G. Hoeven et T. Mkandawire (1992) *L'Afrique vers la reprise économique, Etude de l'UNICEF, Economica* : Paris.
- De Franco M. et R. Godoy (1993) "Potato-led growth: The Macroeconomic effects of technological innovations in Bolivian Agriculture", *The Journal of Development Studies*, Vol 29 (3).
- Decaluwé B., A. Patry et L. Savard (1997) "Quand l'eau n'est plus un don du ciel : un MEGC appliqué au Maroc" Présentation au Colloque international sur la modélisation en équilibre général calculable en économie du développement. 4 et 5 Septembre 1997. DIAL et PARADI Paris, France.
- De Janvry A. et E. Sadoulet (1987) "Agricultural Price Policy in General Equilibrium Models : Results and Comparisons." *American Journal of Agricultural Economics* 69:230-46.
- De Janvry A. et E. Sadoulet (1992) "Structural adjustment and the peasantry in Morocco: A computable household model," *European Review of Agricultural Economics*, 19(4).
- De Janvry A. et E. Sadoulet (1995) *Quantitative Development Policy Analysis*, The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Dervis K., J. de Melo et S. Robinson (1982) *General equilibrium models for development policy*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Devarajan S., D. Lewis, et S. Robinson (1990) "Policy lessons from trade-focused, two-sector models", *Journal of Policy Modeling*, 12(4).
- Dewatripont M. et G. Michel (1987) "On closure rules, homogeneity and dynamics in applied general equilibrium models." *Journal of Development Economics* 26:65-76.
- Ginsburgh V. et M. Keyzer (1997) *The Structure of Applied General Equilibrium Models*. The MIT Press : Cambridge.
- Goldin I. et O. Knudsen (1989) *Libéralisation des échanges agricoles: implications pour les pays en développement*. Banque Mondiale et OCDE : Paris.

- Gunning J.W et M. Keyzer (1995) "Applied General Equilibrium Model for Policy Analysis." In J. Behrman et T.N. Srinivasan, eds, *Handbook of Development Economics*, Vol 3A, Elsevier : Amsterdam.
- Hassan R.M. et A. Hallam (1996) "Macro-economic linkages to agriculture: A general equilibrium model for Sudan", *Journal of Agricultural Economics*, Vol 47(1).
- Hertel (1990) "General equilibrium Analysis of U.S. Agriculture : What Does It Contribute?" *Journal of Agricultural Economics Research*, 42(3).
- Kehoe T.J. et J. Serra-Puche (1986) "A
- Keyzer M.A. et M.C.M Van Veen. (1994) "Food Policy simulations for Indonesia : The Fifth Five-Year Plan Period, 1989-93." In J. Mercenier et T.N. Srinivasan, eds., *Applied General Equilibrium and Economic Development*, The University of Michigan Press : Ann Arbor.
- Kilkenny M. et S. Robinson (1990) "Computable General Equilibrium Analysis of Agricultural Liberalization : Factor Mobility and Macro Closure." *Journal of Policy Modeling* 12(3).
- Levy S. et S. van Wijnbergen (1994) "Modélisation des problèmes de transition dans l'agriculture mexicaine", in I. Goldin, O. Knudsen et A.S. Brandao, eds, *La modélisation de la réforme des échanges*, Etude du Centre de Développement de l'OCDE, Paris.
- Liu A., S. Yao et R. Greener (1996) "A CGE model of agricultural policy reform in the Philippines." *Journal of Agricultural Economics* 47(1):18-27.
- Löfgren H. et S. Robinson (1999) "Spatial Networks in Multi-Region Computable General Equilibrium Models". TMD Discussion Paper no. 35. IFPRI : Washington, DC.
- Lustig N. et L. Taylor (1990) "Mexican Food Consumption Policies in a Structuralist CGE Model." In L. Taylor, ed., *Socially Relevant Policy Analysis. Structuralist Computable General Equilibrium Models for the Developing World*. The MIT Press : Cambridge.
- McCarthy F.D. et L. Taylor (1977) "Macro Food Policy Planning: a General Equilibrium Model for Pakistan" *The Review of Economics and Statistics* Vol LXII, n°1.
- Moran C. et P. Serra (1993) "Trade reform under regional integration : Policy simulations using a CGE model for Guatemala." *Journal of Development Economics* 40(1993):103-132.

- Parikh K.S. (1994) "Agricultural Price Policy in India : Some Explorations." In J. Mercenier et T.N. Srinivasan, eds., *Applied General Equilibrium and Economic Development*, The University of Michigan Press : Ann Arbor.
- Peterson E.B., W.R Hertel et Preckel (1994) "A general equilibrium framework for the food marketing system." *European Review of Agricultural Economics* 21(1)
- Reardon T. (1992) "Structural Adjustment Impact on Income Distribution in Peru : from 'Cheap Food Policy' to 'Food Price Liberalization Policy'", Papier présenté au 29ème Séminaire de l'Association Européenne des Economistes Agricoles, "Food and Agricultural Policies Under Structural Adjustment" 21-25 Septembre 1992, Hohenheim, Allemagne.
- Robinson S. (1989) "Multisectoral Models." In H. Chernery et T.N. Srinivasan, eds., *Handbook of Development Economics*, Vol 2, Elsevier : Amsterdam.
- Robinson S. (1990) "L'analyse de la libéralisation des échanges agricoles à l'aide de modèles d'équilibre général calculés sur un seul pays." In I. Goldin et O. Knudsen, eds, *Libéralisations des échanges agricoles : Implications pour les pays en développement*, OCDE : Paris.
- Robinson S. et al. (1993) " Agricultural policies and migration in a US-Mexico free-trade area : A CGE Analysis" *Journal of Policy Modeling*, 15(5&6).
- Sadoulet E. et A. De Janvry (1992) "Agricultural Trade liberalization and Low Income Countries : A General Equilibrium-Multimarket Approach." *American Journal of Agricultural Economics* 74 : 268-80.
- Savard L. (1995) "L'agriculture et les modèles calculables d'équilibre général : un survey." Miméo, CREFA, Université de Laval.
- Schubert K. (1993) "Les modèles d'équilibre général calculable : une revue de la littérature" *Revue d'Economie Politique*, 103(6).
- Singh I., L. Squire et J. Strauss (1986) *Agricultural Household Models*. Johns Hopkins University Press : Baltimore.
- Subramanian S. (1994) "Modélisation de la réforme de la politique agricole en Inde", in I. Goldin, O. Knudsen et A.S. Brandao, eds, *La modélisation de la réforme des échanges*, Etude du Centre de Développement de l'OCDE : Paris.

Suwa A. (1991) "Les modèles d'équilibre général calculable", *Economie et Prévisions*, n°97.

Timmer C.P. (1988) "The Agricultural Transformation", in H. Chenery et T.N. Srinivasan, eds, *Handbook of Development Economics*, Vol 1, Elsevier : Amsterdam.

Whalley J. et J. Piggot (1985) *New development in applied general equilibrium analysis*, Cambridge University Press : Cambridge.

Zantman A. (1995). "Modèles d'équilibre général calculable et répartition des revenus dans les pays en voie de développement: quelques éléments d'évaluation", *Revue Tiers-Monde*, t.XXXVI, n°42.

Zantman A. (1991). *Le Tiers Monde, les stratégies de développement à l'épreuve des faits...*, Hatier : Paris.

<p>Levy & Van Wijnbergen (1994)</p> <p>Impact sur l'efficacité de l'économie, le bien-être des ménages et le budget de la libéralisation du maïs</p>	<p>mondiaux)</p> <p>Marché du travail : plusieurs types d'exploitants agricoles qui sont soit vendeurs nets soit acheteurs nets de travail rural.</p> <p>Fonction de migration des zones rurales vers la ville qui dépend de l'utilité des ménages</p>	<p>migrations</p> <p>Libéralisation progressive avec migrations</p> <p>Libéralisation avec programme d'investissement dans le secteur agricole (irrigation)</p> <p>Libéralisation dans le cadre de l'accord de libre échange avec les EU => ouverture du marché américain des fruits et légumes</p>	<p>La libéralisation progressive (en 5 ans) n'est pas très coûteuse en termes d'efficacité</p> <p>Le programme d'investissement conduit à une augmentation des gains d'efficacité</p> <p>L'impact sur les ménages dépend de leur dotation en facteurs de production et de l'évolution des salaires et taux de rente. Le coût budgétaire du programme d'investissement est moins élevé que celui de la politique de subvention du maïs</p> <p>La libéralisation avec investissement dans le cadre de l'ALE constitue un optimum de Pareto</p>
<p>Mexique Kehoe & Puche, (1986)</p> <p>Evaluation de l'impact d'un démantèlement des subventions à la consommation alimentaire</p>	<p>Plein-emploi des facteurs</p> <p>Investissement déterminé par l'épargne (savings-driven)</p> <p>Modélisation explicite des subventions à la consommation de produits alimentaires de base</p>	<p>Réduction du déficit du gouvernement par l'augmentation des taxes indirectes sous différentes hypothèses</p> <ul style="list-style-type: none"> - maintien des subventions - suppression des subventions - maintien de certaines subventions - diminution de certaines subventions avec offre agricole rigide - diminution de certaines subventions avec offre agricole flexible 	<p>Par construction, les objectifs macroéconomiques sont atteints dans tous les scénarios.</p> <p>La suppression des subventions conduit à des prix alimentaires plus élevés et a un impact négatif en termes de distribution des revenus.</p> <p>Les deux dernières simulations montrent à quel point les résultats en termes de bien-être dépendent de la flexibilité de l'offre agricole.</p>
<p>Inde Subramanian (1992)</p> <p>Evaluation des impacts de la libéralisation des échanges sur la répartition des revenus</p>	<p>Spécification multimarché pour l'agriculture</p> <p>2 bouclages pour le marché du travail:</p> <p>Demande de travail = offre qui réagit avec une élasticité constante /au salaire.</p> <p>Le salaire de chaque type de main d'oeuvre est partiellement indexé sur l'indice des prix des produits</p>	<p>Libéralisation des échanges agricoles et libéralisation globales des échanges à l'échelle indienne</p> <p>Augmentation des prix agricoles internationaux</p> <p>Réduction de 80% des subventions aux engrais</p>	<p>Multiplication par 6 des exportations de riz et par 2 des importations des autres produits => effet net négligeable sur l'agriculture.</p> <p>A M.T, dévaluation de 26.7% et augmentation des prix alimentaire => les revenus réels des ménages ruraux pauvres diminuent (car acheteurs nets).</p> <p>Augmentation des prix intérieurs et des salaires, mais la distribution des revenus ne se fait qu'en faveur des exploitants moyens et grands.</p> <p>Les prix des engrais augmentent d'environ 20%, baisse de la production d'engrais et diminution de l'utilisation de 10.4%. Mais la valeur ajoutée et la production sont insensibles à la variation de prix des engrais car faible part</p>

alimentaires.		des engrais dans les coûts totaux.
Fonction Armington => substituabilité imparfaite entre biens importés et biens produits localement	Cessation des achats de l'Etat.	Augmentation de tous les prix agricoles, la VA augmente mais les revenus réels des ruraux "pauvres" diminuent.

Modèles statiques néoclassiques avec sphère financière

Pays, Auteurs	Caractéristiques du Modèle	Politiques simulées	Résultats
Soudan Hassan & Hallam, (1996) Evaluation de l'impact du P.A.S sur l'offre agricole	Input-Output linéaire multisectoriel Hypothèses d'anticipation myopes Salaires nominaux fixes Secteur financier explicitement intégré offre de monnaie endogène Bouclage : la balance commerciale et les flux de capitaux équilibrent les déficits	Dévaluation du taux de change nominal. Elimination des subventions à la consommation de céréales Réduction de l'offre de monnaie par la diminution de 25% des dépenses de l'Etat	Impacts positifs sur l'offre agricole => augm. des exportations et autosuffisance alimentaire. Mais pression inflationniste due à la dévaluation => le Soudan fortement dépendant de l'ext. => Augm. des prix des céréales => Baisse de la consommation et des importations de blé => amélioration de l'autosuffisance (ratio production locale/besoins). Le déficit public et l'offre de monnaie diminue => contrôle de l'inflation et gains réels en terme de VA et augm. du PIB réel de 0.9% par rapport aux autres simulations

Modèles statiques structuralistes

Pays, Auteurs	Caractéristiques du Modèle	Politiques simulées	Résultats
<p>Pakistan Mc Carty & Taylor (1977)</p> <p>Impacts macro d'une politique alimentaire</p>	<p>Modèle à équations de prix (somme des coûts)</p> <p>Contraintes de ressources explicites => modèle structuraliste</p>	<p>Elimination des subventions sur le blé</p> <p>Augmentation des dépenses de l'Etat.</p> <p>Augmentation des salaires.</p>	<p>Baisse du revenu réel de tous les consommateurs => contraction de la demande globale. => diminution du PIB et dim. de l'apport calorique des populations urbaines pauvres</p> <p>Effet multiplicateur sur le PIB réel et amélioration de la ration calorique des groupes pauvres</p> <p>Augmentation du déficit public, du PIB réel, et de l'apport calorique pour tous les groupes.</p>
<p>Pérou Reardon (1992)</p> <p>Impacts du PAS sur les revenus réels et nominaux, la demande, l'épargne du gouvernement et le compte courant.</p>	<p>Prix fixes pour le riz, le maïs et l'élevage => 'équilibre par les exportations nettes</p> <p>Prix flexibles pour les autres produits agricoles => exportations exogènes.</p> <p>Pour les secteurs non agricoles, l'offre s'ajuste à la demande (excès des capacités de production) et prix "markups" => exportations exogènes.</p> <p>Salaires fixes (surplus de main d'oeuvre)</p> <p>Bouclage Keynésien..</p>	<p>Réduction de 30% du taux de subvention à la consommation sur le riz et le blé</p> <p>Dévaluation de 20%</p> <p>Effets à court terme d'une augmentation de tous les prix administrés (équivalent d'une libéralisation)</p>	<p>Contraction de la demande intérieure (=> diminution des importations) => effet déflationniste</p> <p>augmentation des exportations</p> <p>vendeurs nets : perdants</p> <p>acheteurs nets : gagnants</p> <p>Contraction de la demande => diminution des importations</p> <p>Effets identiques aux simulations précédentes mais épargne "forcée" car baisse des revenus réels des ménages</p>
<p>Mexique Lustig & Taylor (1990)</p> <p>Politiques</p>	<p>Modèle à équations de prix (markup sur la somme des coûts)</p> <p>Salaires nominaux fixes</p>	<p>Transfert vers les paysans et les travailleurs agricoles pour augmenter leur niveau de consommation alimentaire</p> <p>Subvention ciblée de la consommation alimentaire des paysans et des</p>	<p>L'impact macroéconomique de la subvention généralisée n'apparaît pas soutenable, bien que celle-ci soit la plus favorable en termes du bien-être des ménages.</p> <p>La subvention ciblée, au contraire, apparaît soutenable et son impact sur le bien-être des ménages pauvres est le même que celui de la subvention généralisée.</p>

alimentaires	Offre agricole fixe Investissement fixe	travailleurs agricoles. Subvention généralisée de la consommation alimentaire	L'avantage du transfert par rapport à une subvention par les prix est que l'impact sur les revenus réels est le double. Mais l'impact sur le déficit du gouvernement et sur la balance courante est également double.
--------------	--	--	---

Modèles dynamiques

Pays, Auteurs	Modèle	Politiques simulées	Résultats
Indonésie Keyzer, Van Veen, (1994) Impact de différentes Hypothèses d'évolution de la production et d'une libéralisation du commerce extérieur sur l'autosuffisance en riz.	Modèle dynamique multisecteurs et multiclassés Plusieurs types de secteurs : - secteur IO : ajustement de l'offre à la demande - secteurs non IO : excès d'offre Taux de salaires fixes Bouclage : par le commerce extérieur Les prix mondiaux sont exogènes sauf pour le riz	Suppression de la subvention à l'exportation de riz Pertes en terres Stagnation des rendements Accident climatique Même accident clim mais aug de subv° aux import° Réduct° des tarifs et subvent° ou réduct° des barrières non tarifaires	Le marché du riz devient autarcique, la chute du prix permet une légère amélioration de la ration calorique Contraction de la production, baisse des revenus et de la consommation mais les exportations continuent Effet plus grave sur la production => les exports disparaissent et les prix domestiques augmentent La plupart des effets disparaissent au bout d'une année Les importations augmentent ce qui aggrave le déficit public Ces deux politiques mettent en évidence le conflit entre les intérêts des consommateurs et l'équilibre de la balance des paiements
Inde Parikh (1994) Evaluation de l'impact des subventions à la consommation sur le bien-être de la population	Modèle dynamique avec spécifications standard mais sans marchés des facteurs Les prix équilibrent la demande et l'offre qui correspond à la production de l'année précédente nette des variations de stock et aux importations La production agricole est déterminée à travers un modèle d'allocation de la terre entre les	Suppression du Système de Distribution Publique, c'est-à-dire du prix d'intervention à la production et de la distribution subventionnée à la consommation amélioration des termes de l'échange entre biens agricoles et non agricoles en faveur de l'agriculture	le système actuel de distribution publique contribue en fait aux revenus de l'Etat, dans la mesure où les revenus de la production agricole ne peuvent être taxés et opère un transfert du milieu rural vers le milieu urbain. Impact positif sur le PIB tant agricole que non agricole, mais impact ambigu sur le bien-être des ménages. Impact positif sur le PIB mais négatif sur le bien-être des ménages. L'utilisation des ressources épargnées pour la mise en place d'un programme

	cultures basé sur un cadre nerlovien avec anticipations adaptatives, choix des variétés à cultiver, intensité de l'utilisation d'engrais.	suppression de la subvention aux engrais	de grands travaux contribue à compenser cet impact négatif et permet une croissance supérieure du PIB
--	---	--	---

**Chapitre 4 : Construction d'un modèle d'équilibre
général calculable de l'économie malgache**

4.0. Introduction

Le modèle présenté ici est un modèle statique qui se situe dans la tradition des modèles dits "structuralistes néoclassiques", tradition fondée sur le modèle néoclassique d'allocation des ressources mais qui reconnaît l'existence de rigidités. Ces rigidités peuvent résulter de la relative inélasticité de l'offre ou de la demande à la variation de certains prix ou de la persistance de d'imperfections plus fondamentales dans le fonctionnement de l'économie de marché (concurrence monopolistique, rigidités salariales, segmentation de certains marchés, immobilité sectorielle du capital, dualisme...).

La première section décrit la structure de la Matrice de Comptabilité Sociale, la deuxième section présente les équations du modèle, la troisième section présente les paramètres et le principe de calibration du modèle, la quatrième et dernière section présente les résultats de quelques simulations avec des tests de sensibilité de certains paramètres et des hypothèses de bouclage différentes.

4.1. La Matrice de Comptabilité Sociale

La Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) que nous utilisons reproduit l'ensemble des flux de l'économie malgache au cours de l'année 1995. Elle est le fruit de la collaboration du projet MADIO et du projet CORNELL University (Razafindrakoto et Roubaud, 1997). Elle comprend 28 secteurs, 29 produits, 15 facteurs et 14 ménages, ainsi que 3 autres comptes (Tableau 4.1).

Le principe de construction d'une MCS est le suivant : chaque ligne correspond aux ressources des comptes, chaque colonne correspond aux emplois. Ainsi, chaque cellule de la matrice correspond à la fois aux ressources d'un compte et aux emplois d'un autre. Le problème principal posé par la construction d'une MCS est la mise en cohérence des données puisqu'il faut que les emplois de chaque compte correspondent à ses ressources, c'est-à-dire que la somme des valeurs des cellules de chaque ligne soit égale à la somme des cellules de la colonne correspondante.

Les données utilisées proviennent principalement de deux sources : d'un côté les comptes nationaux - eux-mêmes construits à partir de plusieurs sources - de l'autre, les enquêtes ménages. Le principe de construction retenu pour la MCS 95 de Madagascar a été d'utiliser les comptes nationaux pour les grandeurs agrégées et l'enquête ménage pour les clés de répartition. Mais ce principe ne suffit généralement pas à produire une matrice équilibrée. Il faut donc examiner chaque compte et faire des choix pour équilibrer la somme des lignes et des colonnes.

Toutes les MCS n'ont pas la même structure. Celle-ci est déterminée par l'intérêt du modélisateur ainsi que par la disponibilité des données. La MCS que nous présentons dans le Tableau 4.1 est

relativement désagrégée, particulièrement en ce qui concerne le compte des facteurs et celui des ménages. Une désagrégation aussi fine a été permise par l'existence d'une enquête nationale (EPM93) portant sur les ménages.

Tableau 4.1 : Comptes de la Matrice de Comptabilité Sociale 1995

ACTIVITES	28
agricoles	8
primaires hors agriculture	2
secondaires	11
tertiaires	7
PRODUITS	29
agricoles	8
primaires hors agriculture	2
secondaires	11
tertiaires	7
importations complémentaires	1
FACTEURS	15
travail	4
capital	3
terre	8
MENAGES	14
urbains	4
ruraux agricoles	8
ruraux non agricoles	2
AUTRES COMPTES	4

Les critères de désagrégation des secteurs sont divers. Le premier est le type de secteur (primaire, secondaire, tertiaire). Ces secteurs sont ensuite plus ou moins désagrégés par produits ou par type de produit. Le secteur agricole comprend ainsi 8 sous secteurs : deux secteurs de cultures vivrières (paddy, autres cultures), trois secteurs de cultures de rente, un secteur de cultures industrielles, un secteur d'élevage et un secteur de pêche et sylviculture. Les activités du secteur primaire hors agriculture sont regroupées en deux secteurs : mines-énergie-eau et pétrole. Les 11 secteurs secondaires et les 7 secteurs tertiaires sont désagrégés par types de production et selon le critère formel/informel, à l'exception de la zone franche et du secteur public. Les biens produits par les secteurs informels ont la caractéristique d'être non échangeables. Il y a autant de produits que de secteurs, à l'exception des importations complémentaires qui ne sont pas produites par l'économie. L'utilisation d'une double comptabilité secteurs-produits permet, le cas échéant, de modéliser un secteur produisant plusieurs produits ou,

inversement, de modéliser plusieurs secteurs produisant le même produit. La désagrégation des facteurs est relativement fine puisque l'on considère 4 types de travail, 3 types de capital et 8 types de terres. Le facteur terre est désagrégé selon 4 régions et selon la taille des exploitations. Le compte des ménages est également très désagrégé. Le premier niveau de désagrégation est le milieu. Les ménages urbains sont ensuite classés selon leur niveau de revenu et selon le sexe du chef de ménage pour les plus pauvres.

Tableau 4.2 : Structure de la Matrice de Comptabilité Sociale avec Autoconsommation

	ACTIVITES	PRODUITS	FACTEURS	MENAGES	GVT	RDM	CAPITAL
ACTIVITES	Autoconsommations Intermédiaires	Matrice Activités-Produits		Autoconsommation			
PRODUITS	Consommations Intermédiaires	Marges Commerciales		Consommation		Exportations	Investissements
FACTEURS	Valeur Ajoutée						
MENAGES			Paiement des Facteurs aux Ménages		Transferts aux Ménages	Transferts aux Ménages	
GVT	Taxes sur la Valeur Ajoutée	Taxes sur les Importations et les Exportations		Impôts sur les Revenus			
RDM		Importations			Transferts vers le Reste du Monde		
CAPITAL				Epargne des Ménages	Epargne du Gouvernement	Epargne du Reste du Monde	

En milieu rural, les ménages peuvent être soit agricoles soit non agricoles. Les ménages agricoles sont classés selon leurs régions et la taille de leurs exploitations tandis que les ménages non agricoles sont classés selon leur richesse. Les autres comptes sont le gouvernement, le reste du monde et le compte de capital. Le compte des entreprises formelles n'est pas représenté dans cette version de la matrice.

Afin d'illustrer le principe d'équilibre ressources-emplois, nous utiliserons le compte de ménages. Sur la ligne de chaque type de ménage apparaissent ses revenus : il s'agit principalement des revenus provenant des facteurs qu'il possède, différents types de travail, de terre et/ou de capital. Pour les comptes des facteurs, cela correspond à des emplois. Chaque ménage peut également toucher des transferts provenant d'autres ménages ou d'autres institutions (gouvernement, reste du monde). Sur la colonne de chaque ménage apparaît l'emploi de ses ressources : il s'agit principalement de sa consommation de produits (qu'il verse aux différents comptes de produits), de son épargne (qu'il verse au compte de capital), des impôts sur le revenu (qu'il verse au gouvernement) et des transferts qu'il verse aux autres ménages.

Plusieurs types de modifications ont été apportés à la MCS d'origine. Le premier type de modifications concerne l'élimination ou l'agrégation de certains secteurs lorsque des données sont manquantes. C'est le cas du compte des entreprises formelles, pour lesquelles aucune donnée n'est connue à ce stade, aussi ce compte a été, pour l'instant, éliminé¹⁷. Par ailleurs, les comptes des rizeries formelles et informelles ont été agrégés car la valeur ajoutée produite par les rizeries informelles n'est pas connue. Le deuxième type de modification concerne l'élimination de valeurs relativement petites et qui sont susceptibles de poser des problèmes lors des simulations. C'est le cas des importations de cultures de rente et des tarifs sur ces importations. La calibration du modèle à partir des données de la matrice fait en effet apparaître que ces importations sont taxées à un taux de 1000%, contre 4 à 40% pour les autres produits. Par ailleurs, ces importations ne représentent que 0.1% de la production de la branche et moins de 0.1% des importations totales. Ce genre de "corrections" pose problème car conduit à déséquilibrer la matrice de comptabilité sociale. Un programme d'optimisation reposant sur un critère de différence d'entropie permet de rééquilibrer automatiquement la Matrice (Robinson et El-Said, 1997). Ce type de programme peut également être utilisé pour rééquilibrer la matrice à la suite de modifications plus importantes comme la désagrégation supplémentaire de certains comptes ou l'ajout de comptes.

17 Traditionnellement, on considère que le revenu des entreprises est constitué du revenu du capital formel. Ce revenu est ensuite partagé entre les dividendes versés aux ménages détenteurs de parts, et l'épargne. Dans l'état actuelle de la MCS, le revenu du capital formel est directement versé aux ménages, sans passer par le compte des entreprises formelles.

Le troisième type de modification est l'introduction de l'autoconsommation finale et intermédiaire. Celle-ci constitue en effet une part non négligeable de la consommation des ménages agricoles malgaches. Mais l'autoconsommation ne concerne pas uniquement les biens de consommation finale. En effet, certaines activités utilisent des consommations intermédiaires qui ne passent pas par les marchés (semences, engrais organiques). Ce phénomène concerne de nombreuses activités agricoles mais également certaines activités de transformations de produits agricoles. La plupart des modèles traitent la production autoconsommée comme la production commercialisée. Cette spécification conduit non seulement à une surestimation des volumes commercialisés mais également à une valorisation incorrecte de ces volumes. Afin de mettre en lumière ces flux particuliers, nous avons tout d'abord modifié la matrice de comptabilité sociale. Le principe de représentation retenu ici repose sur l'existence de la double comptabilité secteurs/produits. On a considéré que les flux autoconsommés correspondaient à des flux entre les comptes de secteurs pour l'autoconsommation intermédiaire et des comptes de secteur vers les comptes de ménages pour l'autoconsommation finale. Ces flux "échappent" ainsi aux taxes sur la valeur ajoutée et aux marges de commercialisation.

La MCS correspond à l'année de référence des simulations et est la base de calibration du modèle. Nous verrons plus loin (Section 4.3) comment la MCS est utilisée pour la calibration de certains paramètres du modèle. Avant cela, l'ensemble des équations du modèle est décrit.

4.2. Présentation des hypothèses et des équations du modèle

Le modèle s'éloigne d'un modèle néoclassique standard moyennant quelques hypothèses sur l'existence de rigidités. Le premier jeu d'hypothèses concerne la substituabilité entre biens produits localement et biens importés du côté de la consommation d'une part et entre biens produits pour le marché local et biens exportés du côté de la production. La représentation retenue est très courante : elle s'appuie que la définition d'un bien composite à la consommation et d'un bien composite à la production. Le degré de substituabilité est régi par les paramètres des fonctions de bien composites. Le deuxième jeu d'hypothèses concerne le marché du travail. Deux types de rigidités sont représentées. Tout d'abord, le marché du travail est segmenté selon quatre niveaux de qualification. Ensuite, sur chaque marché, il existe trois taux de salaires : les taux de salaires publics et des secteurs formels sont rigides, tandis que le taux de salaire dans les secteurs informels est flexible et équilibre le marché. Cette spécification permet de faire état du rationnement du marché du travail formel (les salaires sont rigides à la baisse du fait de l'existence d'un SMIG), qui a donné lieu au développement d'un marché du travail informel. Celui-ci n'est pas couvert par le droit du travail et les taux de salaires s'ajustent pour équilibrer le marché. Le dernier jeu

d'hypothèse concerne la mobilité du capital : l'hypothèse retenue dans cette version du modèle est que le capital est spécifique pour chaque secteur. Il n'y a donc pas de marché du capital.

Les équations des modèles EGC sont principalement de deux types : certaines sont des équations comptables, d'autres sont des équations de comportements.

Les indices utilisés par la suite sont i pour les produits, j pour les secteurs, l pour les catégories de travail, k pour les catégories de capital et $inst$ pour les institutions dont les ménages h . Les variables sont notées en majuscules, les paramètres en minuscules. Les équations sont présentées par blocs.

Bloc des prix

Les deux premières équations sont celles du prix des importations et du prix des exportations. Les prix mondiaux PWM_i et PWE_i sont supposés exogènes (hypothèse du petit pays), et les prix intérieurs des biens importés PM_i et exportés PE_i sont donc égaux aux prix mondiaux multipliés par le taux de change ER , les droits de douane tm_i pour les importations et les taxes à l'exportations te_i pour les exportations.

$$PM_i = PWM_i \cdot ER \cdot (1 + tm_i) \quad (1)$$

$$PE_i \cdot (1 + te_i) = PWE_i \cdot ER \quad (2)$$

L'équation (3) définit les prix à la consommation finale. L'hypothèse faite ici - dite hypothèse d'Armington - est que les biens produits intérieurement et les biens importés ne sont pas parfaitement substituables. Afin de modéliser cet aspect, on considère que les ménages consomment un volume XT_i de bien composite dont le prix PC_i dépend du prix domestique PPD_i et du prix à l'importation PM_i du bien considéré, pondérés par les parts de biens domestique XPD_i/XT_i et de bien importé M_i/XT_i , corrigés des marges de commercialisation s'appliquant à la production domestique ($margdf_i$ et $margdi_i$) et aux importations ($margmf_i$ et $margmi_i$).

$$PC_i = PPD_i \cdot (1 + margdf_i + margdi_i) \cdot \left(\frac{XPD_i}{XT_i} \right) + PM_i \cdot (1 + margmf_i + margmi_i) \cdot \left(\frac{M_i}{XT_i} \right) \quad (3)$$

On verra dans les équations du bloc des facteurs et de la production comment l'hypothèse d'Armington se traduit en termes de quantités.

Dans le cas des importations complémentaires, seule la seconde partie de l'équation est conservée puisqu'il s'agit de biens qui ne sont pas produits localement.

L'équation (4) définit le prix domestique de la production. On fait ici également l'hypothèse d'imparfaite substituabilité entre biens produits pour le marché local et biens exportés. Le prix domestique

PPT_i du produit composite XPT_i est fonction du prix domestique PPD_i du bien XPD_i produit pour le marché local et du prix PE_i du bien exporté E_i , pondéré par les parts respectives.

$$PPT_i = PPD_i \cdot \left(\frac{XPD_i}{XPT_i} \right) + \left(\frac{PE_i}{1 + margxf_i + margxi_i} \right) \cdot \left(\frac{E_i}{XPT_i} \right) \quad (4)$$

Les équations précédentes concernent les prix des produits. La double comptabilité secteurs-produits conduit à définir les prix également au niveau des secteurs. L'équation (5) définit le prix du secteur $PPTACT_j$. Celui-ci dépend des prix domestiques des produits définie plus haut (équation 4). La matrice $outmat_{ji}$ correspond à la matrice secteurs-produits. Dans le cas présent, puisqu'il n'y a qu'un produit par secteur, il s'agit d'une matrice identité (diagonale de uns).

$$PPTACT_j = \sum_i PPT_i \cdot outmat_{ji} \quad (5)$$

L'équation (6) définit le prix à la valeur ajouté PVA_j , c'est-à-dire le prix du secteur $PPTACT_j$ moins les prix des consommations intermédiaires finales (PC_i) et autoconsommées ($PPTAUT_j$), corrigé des taxes sur la valeur ajoutée $tprod$. Les matrices io_{ij} et ioa_{jj} sont les matrices de coefficients techniques.

$$PVA_j = \frac{1}{1 + tprod} \cdot \left(PPTACT_j - \sum_i io_{ij} \cdot PC_i - \sum_j ioa_{jj} \cdot PPTAUT_j \right) \quad (6)$$

L'investissement, et donc les prix des biens d'équipement PK_j , sont définis pour chaque secteur par rapport aux prix à la consommation PC_i . La matrice $imat_{ij}$ est la matrice de composition des biens d'équipement.

$$PK_j = \sum_i PC_i \cdot imat_{ij} \quad (7)$$

Le prix de la production autoconsommée $PPTAUT_j$ est égal aux prix du secteur corrigé des taxes à la valeur ajoutée.

$$PPTAUT_j = \frac{PPTACT_j}{1 + tprod} \quad (7')$$

Le modèle utilise comme numéraire l'indice prix à la consommation $PINDEX$ défini sur le panier de consommation initiale (XTO_i).

$$PINDEX = \frac{\sum_i PC_i \cdot XTO_i}{\sum_i XTO_i} \quad (8)$$

Bloc des facteurs et de la production

La production par secteur $XPTACT_j$ est définie par une fonction de type CES à 15 facteurs de production de production.

$$XPTACT_j = CES(L_{ij}, K_{kj}) \quad (9)$$

La fonction de production du secteur public est différente car on a considéré que ce secteur n'utilisait que du travail et pas de capital. Le volume produit valorisé au prix de la valeur ajoutée est donc égal à la masse salariale versée. Celle-ci est égale à la somme pour chaque type de travail l du produit du salaire public WAG_l et de la quantité de travail employé par le secteur L_{jl} .

$$PVA_j \cdot XPTACT_j = \sum_l WAG_l \cdot L_{jl} \quad (9')$$

La fonction de demande de travail de chaque secteur correspond à la condition de premier ordre issue du programme de maximisation du profit. La productivité marginale du travail de type l dans le secteur j est égale au taux de salaire de ce type travail, c'est-à-dire WAF_l pour les secteur formels et WAN_l pour les secteur informels.

$$WAF_l = PVA_j \cdot \frac{\partial XPTACT_j}{\partial L_{jl}} \quad (10)$$

$$WAN_l = PVA_j \cdot \frac{\partial XPTACT_j}{\partial L_{jl}} \quad (10')$$

De manière symétrique, le taux de rémunération RK_{jk} du capital de type k dans chaque secteur j est déterminé par la productivité marginale du capital dans le secteur.

$$RK_j = PVA_j \cdot \frac{\partial XPTACT_j}{\partial K_j} \quad (11)$$

Les taux de salaires informels sont déterminés par l'équilibre sur chaque marché du travail : la somme sur l'ensemble des secteurs des demandes de travail de type l est égale à l'offre de travail de ce type.

$$\sum_j L_{j,l} = L_l \quad (12)$$

L'équation (13) définit le produit composite XPT_i comme fonction CET (Constant Elasticity of Transformation) de la production destinée au marché local XPD_i et de la production exportée E_i . Il s'agit de la traduction pour la production de l'hypothèse d'Armington évoquée plus haut.

$$XPT_i = CET(XPD_i, E_i) \quad (13)$$

L'équation (13') est dérivée d'un programme de minimisation des coûts de la production sous contrainte de l'équation précédente. Elle détermine les parts respectives de bien destiné au marché local et de bien exporté et dépend des prix à l'exportation PE_i corrigés des marges de commercialisation et des prix du marché domestique PPD_i

$$\frac{E_i}{XPD_i} = CET * \left(\frac{PE_i}{(1 + margxf_i + margxi_i)}, PPD_i \right) \quad (13')$$

De manière symétrique, l'équation (14) définit le bien composite à la consommation et l'équation (14') détermine les parts respectives de biens produits localement et de bien importé. Il s'agit donc de la partie consommation de l'hypothèse d'Armington.

$$XT_i = CES(XPD_i, M_i) \quad (14)$$

$$\frac{M_i}{XPD_i} = CES * \left(PPD_i \cdot (1 + margdf_i + margdi_i), PM_i \cdot (1 + margmf_i + margmi_i) \right) \quad (14')$$

La production domestique XPT_i commercialisée localement ou exportée est égale à la somme des productions de bien i par les secteurs $XPTACT_j$ moins les volumes autoconsommés à titre final ou intermédiaire. La matrice $outmat_{ji}$ correspond à la matrice secteurs-produits.

$$XPT_i = \sum_j \left(XPTACT_j - XPTAUT_j - INTA_j \right) \cdot outmat_{ji} \quad (15)$$

La demande intermédiaire totale INT_i de bien i est égale à la somme sur tous les secteurs des demandes intermédiaires. Celles-ci sont égales au produit de la production du secteur par le coefficient technique correspondant.

$$INT_i = \sum_j io_{ij} \cdot XPTACT_j \quad (17)$$

De manière symétrique, la demande intermédiaire totale autoconsommée $INTA_i$ de bien i est égale à la somme sur tous les secteurs des demandes intermédiaires.

$$INTA_j = \sum_{j'} ioa_{jj'} \cdot XPTACT_{j'} \quad (17')$$

Les marges commerciales formelles $MARGTOTF$, c'est-à-dire les revenus du secteur commercial formel, sont la somme des marges formelles prélevées sur les exportations, les importations et sur la production destinée au marché intérieur.

$$MARGTOTF = \sum_i \left(\frac{margxf_i}{1 + margxf_i + margxi_f} \right) \cdot PE_i \cdot E_i + \sum_i margmf_i \cdot PM_i \cdot M_i + \sum_i margdf_i \cdot PPD_i \cdot XPD_i \quad (18)$$

Les marges commerciales informelles $MARGTOTI$, c'est-à-dire les revenus du secteur commercial informel, sont la somme des marges informelles prélevées sur les exportations, les importations et sur la production destinée au marché intérieur.

$$MARGTOTI = \sum_i \left(\frac{margxi_i}{1 + margxf_i + margxi_f} \right) \cdot PE_i \cdot E_i + \sum_i margmi_i \cdot PM_i \cdot M_i + \sum_i margdi_i \cdot PPD_i \cdot XPD_i \quad (18')$$

La demande intermédiaire totale de commerce formel INT_{conf} est la somme des consommations intermédiaires de commerce formel et des marges commerciales formelles en volume.

$$INT_{conf} = \sum_j io_{conf,j} \cdot XPTACT_j + \frac{MARGTOTF}{PC_{conf}} \quad (19)$$

La demande intermédiaire totale de commerce informel INT_{comi} est la somme des consommations intermédiaires de commerce informel et des marges commerciales informelles en volume.

$$INT_{comi} = \sum_j io_{comi,j} \cdot XPTACT_j + \frac{MARGTOTI}{PC_{comi}} \quad (19')$$

Les stocks sont définis en part fixe de la production domestique commercialisée.

$$DST_i = dstr_i \cdot XPT_i \quad (20)$$

La consommation de bien i par le ménage h , $CDHH_{ih}$, est définie à travers un système de demande linéaire (LES), où $cles0_{ih}$ est la consommation minimale de bien i par le ménage h et $cles_{ih}$ est la propension à consommer du revenu surnuméraire. Tcx_{ih} est le taux de subvention du bien i pour le ménage h . Le revenu surnuméraire est la somme du revenu monétaire net d'impôts $Yh \cdot (1 - tdir_h)$ (où $tdir_h$ est le taux d'imposition du ménage h) et du revenu non monétaire YAC_h moins l'épargne, les transferts et les valeurs globales des consommations minimales achetée et autoconsommée.

$$\begin{aligned}
PC_i \cdot (1 - tcx_{ih}) \cdot CDHH_{ih} &= cles0_{ih} \cdot PC_i \cdot (1 - tcx_{ih}) \\
+ cles_{ih} \cdot &\left(Y_h \cdot (1 - tdir_h) + YAC_h - SAVHH_h - TRAND_h \right. \\
&\left. - \sum_e cles0_{eh} \cdot PC_e \cdot (1 - tcx_{eh}) - \sum_j acles0_{jh} \cdot PPTAUT_j \right)
\end{aligned} \tag{21}$$

L'autoconsommation de bien i par le ménage h, $ACDHH_{ih}$, est définie symétriquement à travers un système de demande linéaire, où $acles0_{ih}$ est la consommation minimale de bien i par le ménage h et $acles_{ih}$ est la propension à consommer du revenu surnuméraire.

$$\begin{aligned}
PPTAUT_j \cdot ACDHH_{jh} &= acles0_{jh} \cdot PPTAUT_j \\
+ acles_{jh} \cdot &\left(Y_h \cdot (1 - tdir_h) + YAC_h - SAVHH_h - TRAND_h \right. \\
&\left. - \sum_e cles0_{eh} \cdot PC_e \cdot (1 - tcx_{eh}) - \sum_j acles0_{jh} \cdot PPTAUT_j \right)
\end{aligned} \tag{21'}$$

Les transferts reçus par les institutions sont la somme des transferts versés par les institutions domestiques et des transferts versés par le Reste du Monde (RDM)

$$TRANR_{inst} = \sum_{dinst} transfer_{inst,dinst} \cdot \frac{PINDEX}{PINDEX0} + transfer_{inst,rdm} \cdot \frac{ER}{ERO} \tag{22}$$

Les transferts versés par les institutions sont la somme des transferts versés aux institutions domestiques et des transferts versés au Reste du Monde (RDM)

$$TRAND_{inst} = \sum_{dinst} transfer_{dinst,inst} \cdot \frac{PINDEX}{PINDEX0} + transfer_{rdm,inst} \cdot \frac{ER}{ERO} \tag{22'}$$

La demande finale de bien i CD_i est la somme des demandes de bien i de chaque ménage.

$$CD_i = \sum_h CDHH_{ih} \tag{23}$$

Le volume d'autoconsommation finale $XPTAUT_j$ est égal à la somme des volumes autoconsommés par ménage.

$$XPTAUT_j = \sum_h ACDHH_{jh} \tag{23'}$$

Le Produit Intérieur Brut $YPIB$ est défini comme la somme des valeurs ajoutés de chaque secteur, moins la dépréciation du capital $DEPRECIA$, plus le produit des taxes sur la valeur ajoutée ($PRODTX$), sur les importations ($TARIFF$) et sur les exportations ($DUTY$), moins les subventions à la consommation.

$$YPIB = \sum_j PVA_j \cdot XPTACT_j - DEPRECIA + PRODTX + TARIFF + DUTY - \sum_i PC_i \cdot tcx_i \cdot CDHH_{ih}$$

(24)

La masse salariale versée par chaque secteur j , $ACTSAL_j$, est égale à la somme sur tous les types de travail l de la quantité de travail utilisé dans le secteur multiplié par le salaire correspondant au type de travail considéré et à la nature du secteur (formel, informel, public).

$$\text{secteurs formels} \quad ACTSAL_j = \sum_l wdist_{jl} \cdot WAF_l \cdot L_{jl} \quad (25)$$

$$\text{secteurs informels} \quad ACTSAL_j = \sum_l wdist_{jl} \cdot WAN_l \cdot L_{jl} \quad (25')$$

$$\text{secteur public} \quad ACTSAL_j = \sum_l wdist_{jl} \cdot WAG_l \cdot L_{jl} \quad (25'')$$

Les revenus du capital de type k , $RETK_k$, sont égaux à la somme sur tous les secteurs de la valeur ajoutée, moins la masse salariale.

$$RETK_k = \sum_j (PVA_j \cdot XPTACT_j - ACTSAL_j) \cdot shrk_{kj} \quad (26)$$

Le revenu du travail de type l est égal à la somme des masses salariales sectorielles versées.

$$LCSAL_l = \sum_{j_{for}} WAF_l \cdot wdist_{j_{for}l} \cdot L_{j_{for}l} + \sum_{j_{inf}} WAN_l \cdot wdist_{j_{inf}l} \cdot L_{j_{inf}l} \quad (27)$$

Le revenu non monétaire du ménage h , YAC_h , est égal à la somme sur les secteurs j de l'autoconsommation de bien j valorisée au prix $PPTAUT_j$.

$$YAC_h = \sum_j PPTAUT_j \cdot ACDHH_{jh} \quad (28)$$

Le revenu monétaire du ménage h est égal à la somme sur les types de travail de la part $shrlch_{lh}$ du ménage h dans les revenus du travail l , de la part $shrkch_{kh}$ du ménage h dans le revenu du capital k , des transferts reçus, des dividendes, moins les revenus non monétaires.

$$Y_h = \sum_l shrlch_{lh} \cdot LCSAL_l + \sum_k (shrkch_{kh} \cdot RETK_k + TRANR_h + div_h \cdot DIVID - YAC_h) \quad (29)$$

Le revenu des entreprises formelles est égal aux revenus du capital formel et des transferts reçus par les entreprises.

$$YENTF = RETK_{kform} + TRANR_{entf} \quad (30)$$

La valeur globale des dividendes versés aux ménages *DIVID* est égale au revenu des entreprises formelles, moins l'épargne, moins les transferts versés par les entreprises.

$$DIVID = YENTF \cdot (1 - tdir_{entf}) - ENTSAV - TRAND_{entf} \quad (31)$$

L'épargne de chaque ménage *SAVHH_h* est une fonction de son revenu monétaire. Elle est définie comme la somme d'une épargne minimale et du produit de la propension marginale à épargner et du revenu monétaire.

$$SAVHH_h = s0_h + mps_h \cdot Y_h \quad (32)$$

L'épargne des entreprises formelles est définie de manière similaire.

$$ENTSAV = s0_{entf} + mps_{entf} \cdot YENTF \cdot (1 - tdir_{entf}) \quad (33)$$

Le revenu de l'Etat est égal à la somme des recettes des taxes sur les importations, les exportations, la valeur ajoutée, des impôts que les revenus des entreprises et des ménages, et des transferts reçus par l'Etat.

$$GR = TARIFF + DUTY + PRODTX + DIRTX + TRANR_{gov} \quad (34)$$

Les dépenses de l'Etat sont égales à la somme de la consommation publique, de l'épargne publique, des transferts versés par l'Etat et des subventions à la consommation.

$$GR = \sum PC_i \cdot GD_i + GOVSAV + TRAND_{gov} + \sum_i PC_i \cdot tcx_{ih} \cdot CDHH_{ih} \quad (35)$$

Les recettes des droits de douane et des taxes à l'importation sont égales à la somme sur les produits des taxes perçues par produit.

$$TARIFF = \sum_i tm_i \cdot M_i \cdot PWM_i \quad (36)$$

Les recettes des taxes sur la valeur ajoutée sont égales à la somme sur les secteurs des taxes perçues par secteur.

$$PRODTX = \sum_j tprod_j \cdot PVA_j \cdot (XPACT_j - XPTAUT_j) \quad (37)$$

Les recettes des taxes à l'exportation sont égales à la somme sur les produits des taxes perçues par produit.

$$DUTY = \sum_i te_i \cdot E_i \cdot PE_i \quad (38)$$

Les recettes de l'impôt sur le revenu sont égales à la somme des impôts sur les revenus monétaires des ménages et des impôts sur le revenu des entreprises.

$$DIRTX = \sum_h tdir_h \cdot Y_h + tdir_{ent} \cdot YENTF \quad (39)$$

La dépréciation totale du stock de capital est égale à la somme sur l'ensemble des secteurs de la valeur du stock sectoriel de capital multiplié par le taux sectoriel de dépréciation $depr_j$.

$$DEPRECIA = \sum_j depr_j \cdot PK_j \cdot K_j \quad (40)$$

L'épargne totale est égale à la somme de l'épargne des ménages, de l'épargne publique, de la dépréciation du capital, de l'épargne étrangère et de l'épargne des entreprises.

$$SAVINGS = \sum_h SAVHH_h + GOVSAV + DEPRECIA + FSAV \cdot ER + ENTSAV \quad (41)$$

La valeur de l'investissement par secteur est définie en fonction d'une clé de répartition sectorielle kio_j de l'investissement total. Celui-ci est égal à l'épargne totale moins la valeur des stocks et de l'investissement public total.

$$PK_j \cdot DK_j = kio_j \cdot \left(SAVINGS - \sum_i dst_i \cdot PC_i - \sum_i PC_i \cdot GID_i \right) \quad (42)$$

La valeur de l'investissement public par bien (GID_i) est définie en fonction d'une clé de répartition gio_i de l'investissement public total ($GOVIVT$).

$$GID_i = GOVIVT \cdot gio_i \quad (43)$$

Le stock de capital total $DKTOT$ est égal à la somme des stocks sectoriels DK_j .

$$DKTOT = \sum_j DK_j \quad (44)$$

L'investissement par secteur d'origine est défini à travers une matrice $imat_{ij}$ de composition du stock de capital sectoriel DK_j .

$$ID_i = \sum_j imat_{ij} \cdot DK_j \quad (45)$$

L'équation (46) définit l'équilibre de la balance courante en devises, c'est-à-dire l'égalité entre la somme des importations en devise et des transferts reçus du reste du monde, et la somme des exportations, des transferts versés par le reste du monde et de l'épargne étrangère.

$$\sum_i PWM_i \cdot M_i + \sum_{inst} transfer_{row,inst} = \sum_i PWE_i \cdot E_i + \sum_{inst} transfer_{inst,row} + FSAV \quad (46)$$

Enfin, l'équation (47) définit l'équilibre sur chaque marché de bien : la quantité de bien offert sur le marché domestique (production destinée au marché local plus importations) est égale à la somme de la demande intermédiaire, de la demande finale, de la consommation publique, de la demande d'investissement et de la quantité stockée de bien i .

$$XT_i = INT_i + CD_i + GD_i + ID_i + GID_i + DST_i \quad (47)$$

Bouclages micro et macroéconomiques

Les équations suivantes définissent les variables exogènes et correspondent donc aux choix de bouclage. Les deux premières équations correspondent à l'hypothèse de petit pays : les prix mondiaux sont supposés exogènes.

$$PWM_i = \overline{PWM}_i$$

$$PWE_i = \overline{PWE}_i$$

Les équations suivantes correspondent aux hypothèses sur le fonctionnement des marchés des facteurs : les salaires formels et public sont supposés rigides, l'offre de chaque type de travail est fixe et les stocks de capital sont spécifiques par secteur.

$$WAF_l = \overline{WAF}_l$$

$$WAG_l = \overline{WAG}_l$$

$$K_j = \overline{K}_j$$

$$L_l = \overline{L}_l$$

La consommation et l'investissement publiques sont également supposés fixes.

$$GDTOT = \overline{GDTOT}$$

$$GOVINT = \overline{GOVINT}$$

Enfin, les deux dernières équations correspondent à des hypothèses de bouclage de la balance courante qui seront discutées par la suite.

$$\begin{aligned} PINDEX &= \overline{PINDEX} \\ FSAV &= \overline{FSAV} \end{aligned}$$

Concernant l'équilibre épargne-investissement, le bouclage adopté est de type néoclassique, avec l'investissement s'ajustant sur l'épargne.

4.3. Calibration et paramètres

L'étape de calibration est une étape centrale (et parfois assez longue) dans la construction d'un modèle d'équilibre général. Il s'agit à partir, d'un côté, des chiffres de la matrice de comptabilité sociale, et, de l'autre, des équations du modèle, de reproduire l'équilibre de l'année de base considérée. Rappelons qu'il s'agit ici de la calibration d'un modèle statique, la calibration dynamique reposant soit sur la reproduction d'un état de croissance stationnaire (steady-state), soit sur la reproduction d'une trajectoire observée (ce qui suppose d'avoir plusieurs matrices de comptabilité sociale). La calibration d'un modèle statique repose sur la théorie de l'équilibre général qui s'exprime à travers deux principes : d'une part le principe comptable d'équilibre des flux - représenté par la matrice de comptabilité sociale -, d'autre part le principe de maximisation qui conduit à l'équilibre des comportements micro-économiques - représentés par les fonctions d'offre et de demande qui sont dérivées de programme d'optimisation. A l'équilibre, personne ne désire "bouger" puisque que chaque agent se trouve dans une position optimale. L'existence d'une solution mathématique - c'est-à-dire d'un vecteur de prix - pose de nombreux problèmes. Arrow et Debreu en ont résolu une partie en faisant un certain nombre d'hypothèses sur le fonctionnement des marchés et sur la forme des fonctions-objectif des agents.

Selon les formes fonctionnelles choisies, les paramètres peuvent être entièrement issus de la MCS ou doivent être estimés par ailleurs. Dans le modèle considéré, de nombreux paramètres doivent être estimés du fait des formes fonctionnelles choisies. Il s'agit principalement des paramètres des fonctions CES de production, des fonctions CES et CET liées à l'hypothèse d'Armington, des fonctions du système linéaire de dépense.

Du fait de l'utilisation de fonctions CES (Constant Elasticity of Substitution) pour modéliser la production des secteurs et les arbitrages portant que le commerce extérieur, on doit "donner" au modèle les élasticités de substitution entre facteurs pour la production, entre biens importés et produits localement et entre biens exportés et production pour le marché local pour les fonctions Armington. Afin de les estimer, il faudrait idéalement disposer de séries temporelles, pour chaque produit considéré, sur la

production, les facteurs, la demande intérieure, les prix, les importations et les exportations. Ces données n'existant pas dans la plupart des pays, il est courant d'utiliser des paramètres estimés pour d'autres pays et/ou pour d'autres biens. C'est la démarche que nous avons adoptée, démarche qui suppose néanmoins de tester la sensibilité des résultats du modèle par rapport aux valeurs retenues. Les paramètres retenus sont présentés dans le Tableau 4.3

Les élasticités de substitution entre facteurs varient de 0.1 pour le secteur rizicole à 5.4 pour le secteur agro-alimentaire informel. Ces chiffres reflètent une faible élasticité de substitution entre capital et travail dans l'activité de production rizicole - ce qui se justifie par l'utilisation de la terre et l'importance des techniques traditionnelles - et, inversement, une forte élasticité de substitution entre capital et travail dans les activités agro-alimentaires informelles.

Tableau 4.3 : Paramètres du modèle

	a	s _s	s _t	e _r
Paddy	0.1	2.0	2.0	-
Vanille	0.3	5.0	5.0	1.0
Café	0.3	5.0	5.0	1.0
Girofle et autres	0.9	5.0	5.0	1.0
Cultures industrielles	0.6	2.0	2.0	1.0
Autres cultures	0.6	0.9	0.9	0.6
Elevage	1.1	0.9	0.9	1.0
Pêche et sylviculture	0.9	0.9	0.9	1.0
Mines, énergie et eau	0.6	0.9	0.9	0.8
Raffinage de pétrole	0.6	0.9	0.9	0.8
Usinage de riz / Riz	0.6	5.0	0.5	0.8
Autres industries alimentaires				
formelles	1.5	0.9	0.9	1.4
informelles	5.4	NE	NE	1.4
Industries textiles				
formelles	0.9	0.9	0.9	1.4
informelles	0.6	NE	NE	1.4
Industries manufacturières				
formelles	0.9	0.9	0.9	1.5
informelles	0.9	NE	NE	1.5
Zone franche	0.9	0.9	0.9	-
Bâtiment et travaux publiques				
formels	0.6	0.4	0.4	1.0
informels	0.9	NE	NE	1.0
Transports et communications				
formel	1.5	0.4	0.4	1.2
informel	0.6	NE	NE	1.2
Commerce				
formel	4.8	0.4	0.4	-
informel	6.0	NE	NE	-
Autres services privés				
formels	1.2	0.4	0.4	1.2
informels	0.8	NE	NE	1.2
Administrations publiques	-	0.4	0.4	0.0
Importations complémentaires	-	-	-	1.4

NE : Non échangeable

a entre facteurs

s_s entre importations et biens produits localements_t entre exportations et biens produits pour le marché locale_r élasticité-revenu de la consommation (moyenne)

Les élasticités de substitution dans la consommation entre biens importés et biens produits localement varient de 0 pour les biens informels (qui sont donc considérés comme des biens non échangeables) à 5 pour les cultures de rente. Les élasticités sont généralement les mêmes pour la CES et la CET, qui constituent les deux facettes de l'hypothèse d'Armington. Néanmoins, cette règle fait exception dans le modèle dans le cas du riz où l'on considère que la substituabilité entre riz importé et riz local est forte au niveau de la consommation, tandis que la substituabilité entre riz local et exportations est faible, ce qui reflète les problèmes rencontrés à l'exportation du fait de la faible qualité du riz malgache.

Les paramètres non observés nécessaires à la calibration du système linéaire de dépenses sont les élasticités-revenu et le paramètre de Frisch. Les élasticités-revenu sont spécifiques à chaque ménage mais on ne présente dans le Tableau 4.3 qu'une moyenne par produit de ces élasticités. Elles sont typiquement inférieures à 1 pour les biens dits inférieurs et supérieures à 1 pour les biens dits supérieurs. Ici, elles varient de 0.6 pour les cultures vivrières à 1.5 pour les biens manufacturés. Le paramètre de Frisch correspond à l'élasticité-revenu de l'utilité du revenu surnuméraire. D'après des estimations réalisées dans les pays industrialisés, ce paramètre varie de -7.5 à -2.0 lorsque le revenu varie de 100\$ à 3000\$ (Lluch, Powell et Williams (1977) cités par Dervis, De Melo et Robinson (1982)). A partir des élasticités-revenus, du paramètre de Frisch et des parts budgétaires (tirées de la MCS), on peut calibrer l'ensemble des paramètres du système linéaire de dépenses.

4.4. Simulations

Afin d'illustrer la portée et les limites du modèle, deux ensembles de simulations ont été conduits. Le premier examine les effets d'un choc externe, à savoir l'augmentation de 20% du prix mondial du riz. Le second examine les effets d'un choc interne, à savoir l'augmentation de 10% de la productivité globale des facteurs dans le secteur rizicole. Des tests de sensibilité sont par ailleurs conduits sur certains paramètres. La sensibilité du choix bouclage est également testée contre deux hypothèses alternatives.

Que peut-on attendre d'une augmentation du prix mondial du riz? Sadoulet et De Janvry (1987) ont montré à partir de l'hypothèse d'Armington dans un cadre simplifié, que l'impact dépend de plusieurs paramètres (cf. Chapitre 3). Le premier effet attendu est une diminution des importations qui compensera ou non l'augmentation du prix mondial selon l'élasticité de substitution entre riz local et riz importé. Si l'augmentation du prix mondial du riz est compensée par une diminution plus forte des importations, alors la balance commerciale s'améliore. Sinon, elle se dégrade. Le deuxième effet attendu est l'augmentation du prix à la consommation du riz. Suivant l'hypothèse d'Armington, le bien consommé est un bien

composite de la production locale et des importations. L'ampleur de l'augmentation du prix à la consommation dépend, elle aussi, de plusieurs paramètres : la part initiale des importations dans la consommation totale, le taux de substitution entre riz local et riz importé, l'élasticité-prix de la demande de riz et l'élasticité-prix de l'offre de riz local. Le troisième effet attendu est une variation du prix à la production qui dépend également des quatre paramètres cités plus haut. Le signe de variation du prix à la production du riz dépend du rapport entre l'élasticité de substitution entre riz local et importé et de l'élasticité-prix de l'offre locale.

Tableau 4.4 : Présentation des simulations

Nom	Choc	Bouclage (Variable endogène)	Vecteur de Paramètres*
SIM_1A0	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P0
SIM_1A1	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P1
SIM_1A2	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P2
SIM_1A3	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P3
SIM_1A4	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P4
SIM_1A5	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P5
SIM_1A6	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P6
SIM_1A0	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change nominal	P0
SIM_1B0	+20% sur le prix mondial du riz	Epargne extérieure	P0
SIM_1C0	+20% sur le prix mondial du riz	Taux de change réel	P0
SIM_2A0	+10% sur la productivité du riz	Taux de change nominal	P0
SIM_2B0	+10% sur la productivité du riz	Epargne extérieure	P0
SIM_2C0	+10% sur la productivité du riz	Taux de change réel	P0

* Cf Tableau 4.5

Dans notre modèle, le riz est considéré comme un bien échangeable, imparfaitement substituable aux importations et aux exportations. La part des importations sur la consommation totale est d'environ 10%, tandis que la part des exportations sur la production totale est inférieure à 1%. On a supposé que, si le riz importé est fortement substituable par rapport au riz local, le riz local est en revanche faiblement substituable au riz exporté. L'élasticité-prix de la demande de riz varie autour de 0.3 selon les ménages, tandis que l'élasticité-prix de l'offre est très faible du fait de la faible substituabilité entre le capital - qui est par ailleurs un facteur fixe - et le travail. Dans ce contexte, l'application du modèle précédent montre

que l'on peut s'attendre à une augmentation du prix à la consommation de 9% et du prix à la production de 8% (Tableau 4.5).

Tableau 4.5 : Effets attendus d'une augmentation du prix mondial du riz

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
s_m	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
σ	5.0	0.5	10.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ε	-0.4	-0.4	-0.4	-0.1	-0.6	-0.4	-0.4
μ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06
dp_p/p_p	0.09	0.00	0.12	0.14	0.06	0.09	0.08
dp_c/p_c	0.09	0.02	0.13	0.14	0.07	0.09	0.09

Paramètres

- s_m part initiale des importations
- σ élasticité de substitution Armington (CES)
- ε élasticité-prix de demande de riz
- μ élasticité-prix de l'offre de riz
- dp_c/p_c Variation du prix à la consommation
- dp_p/p_p Variation du prix à la production

Les premières simulations - dont les résultats sont rapportés dans les Tableaux 4.6 et 4.7 - illustrent la relative importance des paramètres du modèle dans le cas d'un choc externe. La simulation SIM_1A0 sert de simulation de référence. L'augmentation du prix mondial du riz se répercute sur les prix domestiques à la production et à la consommation, ce qui entraîne une amélioration des revenus réels des ménages ruraux - qui sont plutôt des vendeurs nets de riz- et une détérioration des revenus réels des ménages urbains - qui sont plutôt des acheteurs nets de riz. Au niveau sectoriel, l'amélioration de la valeur ajoutée agricole s'explique par une augmentation importante des prix à la production du riz et par une légère augmentation de la production rizicole.

Dans les simulations SIM_1A1 et SIM_1A2, on a fait varier l'élasticité de substitution dans la consommation entre riz local et riz importé. Lorsque que l'élasticité est faible, l'augmentation du prix mondial a très peu d'impact sur les prix domestiques à la production et à la consommation. En revanche, lorsque l'élasticité de substitution est élevée, la répercussion sur les prix à la consommation et à la production est importante. Dans le premier cas, l'augmentation des prix à la consommation explique la détérioration des revenus de l'ensemble des ménages à l'exception des grands cultivateurs des Hauts-Plateaux. Dans le deuxième cas, cette augmentation est compensée par une augmentation également importante du prix à la production, et l'on retrouve alors le résultats selon lequel les revenus des ménages urbains se détériorent, tandis que ceux des ménages ruraux agricole s'améliorent.

Dans les simulations SIM_1A3 et SIM_1A4, on a fait varier l'élasticité-prix de la demande de riz. Le système linéaire de demande ayant été calibré à partir des élasticités-revenu et du paramètre de Frisch, ce sont en réalité ces paramètres que l'on fait varier pour obtenir une variation des élasticités-prix. L'augmentation des prix du riz à la production et à la consommation est d'autant plus importante que l'élasticité-prix de la demande est faible (en valeur absolue), ce qui reflète que les variations de prix sont d'autant plus importantes que les courbes de demande sont rigides.

Dans les simulations SIM_1A5 et SIM_1A6, on a fait varier l'élasticité-prix de l'offre agricole. Cette élasticité n'est là non plus pas directement un paramètre du modèle. Elle dépend non seulement de l'élasticité de substitution entre facteurs, mais également de la part relative des facteurs de production fixes (capital et terre) et variables (travail) dans la fonction de production. Dans le cas du secteur rizicole, la rémunération du travail représente 20% de la valeur ajoutée. On fait donc varier l'élasticité de substitution entre les facteurs. L'ampleur de variation de ce paramètre n'étant pas très important, cela explique le faible écart entre ces simulations et la simulation de référence. Néanmoins, on observe bien que plus l'élasticité-prix de l'offre est élevée, et plus la production rizicole augmente. Mais cette plus forte augmentation des volumes produits ne compense pas une plus faible augmentation des prix à la production. Ainsi, la valeur de la production rizicole augmente moins dans la simulation SIM_1A6.

Tableau 4.6 : Test de sensibilité de l'impact d'une augmentation de 20% du prix mondial du riz

	Base	SIM_1A0	SIM_1A1	SIM_1A2	SIM_1A3	SIM_1A4	SIM_1A5	SIM_1A6
PIB	11.688	- 0.18	- 0.16	- 0.19	- 0.25	- 0.12	- 0.13	- 0.10
Consommation	11.288	- 0.26	- 0.15	- 0.30	- 0.32	- 0.19	- 0.18	- 0.16
Investissement	1.235	- 0.16	- 0.07	- 0.20	- 0.25	- 0.05	- 0.19	- 0.21
Revenus de l'Etat	1.179	- 0.93	- 0.09	- 1.27	- 1.18	- 0.94	- 0.84	- 0.80
Taux de change réel	2.000	- 1.15	- 0.01	- 1.59	- 1.32	- 0.64	- 1.02	- 0.97
Epargne extérieure (USD)	0.572	-	-	-	-	-	-	-
Exportations (USD)	1.567	- 0.63	- 0.10	- 0.91	- 0.61	- 0.62	- 0.74	- 0.78
Importations (USD)	1.979	- 0.50	- 0.08	- 0.72	- 0.48	- 0.49	- 0.58	- 0.62
Valeur ajoutée								
Secteur agricole	4.110	2.70	0.01	3.77	3.54	1.77	2.08	1.82
Secteur industriel								
- formel	1.241	- 0.91	- 0.14	- 1.22	- 1.23	- 0.53	- 0.73	- 0.66
- informel	0.826	- 0.90	- 0.38	- 1.11	- 1.49	- 0.31	- 0.35	- 0.13
Services								
- formel	5.204	- 0.72	- 0.11	- 0.96	- 0.94	- 0.47	- 0.60	- 0.56
- informel	1.145	0.45	0.05	0.64	0.58	0.29	0.49	0.50
Résultats sectoriels								
Production de paddy	1.823	0.27	0.02	0.35	0.35	0.17	0.93	1.20
Prix à la production	1.000	6.98	0.32	9.62	9.40	4.46	4.93	4.10
Consommation	1.362	- 1.54	- 0.42	- 1.96	- 1.13	- 1.98	- 1.15	- 0.99
Prix à la consommation	1.180	7.54	1.46	9.99	9.86	5.11	5.57	4.76
Importations	0.082	- 39.7	- 8.43	- 51.81	- 32.1	- 47.0	- 45.16	- 47.28

Tableau 4.7 : Test de sensibilité de l'impact d'une augmentation de 20% du prix mondial du riz

	Base	SIM_1A0	SIM_1A1	SIM_1A2	SIM_1A3	SIM_1A4	SIM_1A5	SIM_1A6
Revenus réels des ménages								
Urbains 1	8.488	- 0.19	- 0.09	- 0.23	- 0.29	- 0.08	- 0.13	- 0.11
Urbains 2	2.265	- 0.91	- 0.22	- 1.19	- 1.19	- 0.61	- 0.68	- 0.58
Urbains 3	1.296	- 1.18	- 0.32	- 1.53	- 1.52	- 1.81	- 0.90	- 0.78
Urbains 4	1.307	- 1.46	- 0.34	- 1.90	- 1.88	- 1.00	- 1.10	- 0.96
Petits HP	0.431	1.17	- 0.20	1.69	1.59	0.72	0.89	0.77
Grands HP	0.803	4.37	0.05	6.07	5.88	2.79	3.03	2.48
Petits CE	0.481	0.06	- 0.06	0.16	0.13	- 0.01	0.08	0.08
Grands CE	0.809	0.29	- 0.29	0.47	0.47	0.11	0.18	0.13
Petits SU	0.379	0.14	- 0.16	0.25	0.13	0.11	0.20	0.23
Grands SU	0.675	- 0.31	- 0.11	- 0.39	- 0.41	- 0.21	- 0.10	- 0.02
Petits OU	0.579	0.44	- 0.25	0.70	0.61	0.26	0.43	0.42
Grands OU	0.922	1.70	- 0.16	2.43	2.27	1.01	1.26	1.07
Ruraux NA pauvres	0.434	0.74	- 0.18	1.09	1.03	0.42	0.49	0.38
Ruraux NA riches	1.101	0.25	- 0.18	0.42	0.33	0.16	0.26	0.26
Salaires réels								
formels								
- qualifiés	0.870	-	-	-	-	-	-	-
- qualifiés	0.395	-	-	-	-	-	-	-
- non qualifiés	0.109	-	-	-	-	-	-	-
- ruraux	0.104	-	-	-	-	-	-	-
informels								
- qualifiés	0.737	- 1.59	- 0.37	- 2.06	- 2.16	- 0.97	- 1.03	- 0.80
- qualifiés	0.348	- 0.91	- 0.28	- 1.17	- 1.27	- 0.53	- 0.44	- 0.25
- non qualifiés	0.098	- 0.91	- 0.28	- 1.16	- 1.27	- 0.53	- 0.43	- 0.23
- ruraux	0.104	- 0.80	- 0.27	- 1.02	- 1.17	- 0.43	- 0.11	- 0.17
publics								
- qualifiés	0.870	-	-	-	-	-	-	-
- qualifiés	0.415	-	-	-	-	-	-	-
- non qualifiés	0.114	-	-	-	-	-	-	-
- ruraux	0.109	-	-	-	-	-	-	-

Les deux ensembles suivant de simulations (Tableaux 4.8 à 4.11) illustrent l'importance des hypothèses de bouclage retenues pour les résultats macroéconomiques.

Tableau 4.8 : Impact d'une augmentation de 20% du prix mondial du riz sous trois hypothèses différentes de bouclage

	Base	SIM_1A0	SIM_1B0	SIM_1C0
PIB	11.688	- 0.2	- 0.4	- 1.4
Consommation	11.288	- 0.3	- 0.5	- 1.4
Investissement	1.235	- 0.2	- 6.5	- 1.1
Revenus de l'Etat	1.179	- 0.9	- 1.5	- 1.0
Taux de change réel	2.000	- 1.1	-	- 1.2
Epargne extérieure (USD)	0.572	-	- 8.2	-
Exportations (USD)	1.567	- 0.6	0.5	- 0.5
Importations (USD)	1.979	- 0.5	- 2.0	- 0.4
Valeur ajoutée				
Secteur agricole	4.110	2.7	2.8	2.9
Secteur industriel				
- formel	1.241	- 0.9	- 2.2	- 1.1
- informel	0.826	- 0.9	- 3.3	0.4
Services				
- formel	5.204	- 0.7	- 0.8	- 1.1
- informel	1.145	0.4	- 0.2	1.1
Résultats sectoriels				
Production de paddy	1.823	0.3	0.3	0.2
Prix à la production	1.000	7.0	6.8	8.4
Consommation	1.362	- 1.5	- 1.7	- 1.6
Prix à la consommation	1.180	7.5	7.4	9.0
Importations	0.082	- 40.0	- 43.0	- 39.2

Tableau 4.9 : Impact d'une augmentation de 20% du prix mondial du riz sous trois hypothèses différentes de bouclage

	Base	SIM_1A0	SIM_1B0	SIM_1C0
Revenus réels des ménages				
Urbains 1	8.488	- 0.2	- 0.8	- 0.3
Urbains 2	2.265	- 0.9	- 1.4	- 1.0
Urbains 3	1.296	- 1.2	- 1.6	- 1.3
Urbains 4	1.307	- 1.5	- 1.8	- 1.6
Petits HP	0.431	1.2	0.8	1.3
Grands HP	0.803	4.4	4.2	4.3
Petits CE	0.481	0.1	- 0.1	0.1
Grands CE	0.809	0.3	0.3	0.2
Petits SU	0.379	0.1	- 0.1	0.2
Grands SU	0.675	- 0.3	- 0.5	- 0.3
Petits OU	0.579	0.4	- 0.0	0.6
Grands OU	0.922	1.7	1.3	1.8
Ruraux NA pauvres	0.434	0.7	0.7	0.7
Ruraux NA riches	1.101	0.2	- 0.2	0.4
Indice de Gini	0.47	0.47	0.46	0.46
Salaires réels				
formels				
- qualifiés	0.870	-	-	- 1.2
- qualifiés	0.395	-	-	- 1.2
- non qualifiés	0.109	-	-	- 1.2
- ruraux	0.104	-	-	- 1.2
informels				
- qualifiés	0.737	- 1.6	- 3.7	0.9
- qualifiés	0.348	- 0.9	- 2.1	0.9
- non qualifiés	0.098	- 0.9	- 2.2	0.9
- ruraux	0.104	- 0.8	- 1.7	0.5
publics				
- qualifiés	0.870	-	-	- 1.2
- qualifiés	0.415	-	-	- 1.2
- non qualifiés	0.114	-	-	- 1.2
- ruraux	0.109	-	-	- 1.2

Tableau 4.10 : Impact d'une augmentation de 10% de la productivité globale des facteurs dans le secteur rizicole sous trois hypothèses de bouclages différentes

	Base	SIM_2A0	SIM_2B0	SIM_2B0
PIB	11.688	1.3	1.5	2.7
Consommation	11.288	1.4	1.7	2.7
Investissement	1.235	0.6	6.4	1.6
Revenus de l'Etat	1.179	1.7	2.1	1.7
Taux de change réel	2.000	1.2	-	1.2
Epargne extérieure (USD)	0.572	-	8.1	-
Exportations (USD)	1.567	- 0.3	- 1.5	- 0.4
Importations (USD)	1.979	- 0.2	1.2	- 0.3
Valeur ajoutée				
Secteur agricole	4.110	- 5.8	- 5.8	- 6.0
Secteur industriel				
- formel	1.241	3.3	4.7	3.5
- informel	0.826	4.7	7.2	3.2
Services				
- formel	5.204	1.8	1.9	2.1
- informel	1.145	0.4	1.1	- 0.3
Résultats sectoriels				
Production de paddy	1.823	8.8	8.8	8.8
Prix à la production	1.000	- 19.5	- 19.1	- 20.6
Consommation	1.362	5.6	5.7	5.6
Prix à la consommation	1.180	- 18.7	- 18.4	- 19.9
Importations	0.082	- 64.7	- 61.7	- 65.2
Exportations	0.001	24.0	22.8	24.2

Tableau 4.11 : Impact d'une augmentation de 10% de la productivité globale des facteurs dans le secteur rizicole sous trois hypothèses de bouclages différentes

Revenus des ménages				
Urbains 1	8.488	1.1	1.7	1.2
Urbains 2	2.265	2.7	3.1	2.8
Urbains 3	1.296	3.4	3.8	3.6
Urbains 4	1.307	4.0	4.3	4.2
Petits HP	0.431	- 2.4	- 2.0	- 2.6
Grands HP	0.803	- 10.5	-10.1	- 10.5
Petits CE	0.481	0.1	0.2	0.0
Grands CE	0.809	- 0.8	- 0.9	- 0.8
Petits SU	0.379	1.4	1.7	1.2
Grands SU	0.675	2.5	2.7	2.5
Petits OU	0.579	- 0.3	0.2	- 0.6
Grands OU	0.922	- 3.5	- 3.1	- 3.6
Ruraux NA pauvres	0.434	- 1.4	- 1.4	- 1.4
Ruraux NA riches	1.101	0.3	0.8	0.2
Salaires réels				
formels				
- qualifiés	0.870	-	-	1.2
- qualifiés	0.395	-	-	1.2
- non qualifiés	0.109	-	-	1.2
- ruraux	0.104	-	-	1.2
informels				
- qualifiés	0.737	5.6	7.9	2.7
- qualifiés	0.348	3.8	5.1	1.8
- non qualifiés	0.098	3.9	5.3	1.9
- ruraux	0.104	3.5	4.4	2.1
publics				
- qualifiés	0.870	-	-	1.2
- qualifiés	0.415	-	-	1.2
- non qualifiés	0.114	-	-	1.2
- ruraux	0.109	-	-	1.2

Les résultats sur le secteur agricole apparaissent proches d'une simulation à l'autre : augmentation de la production et du prix du paddy dans le cas d'un choc sur le prix mondial du riz, augmentation de la production et diminution du prix du paddy dans le cas d'une augmentation de la productivité du secteur. Les résultats macroéconomiques sont plus contrastés bien que l'impact sur le PIB soit toujours négatif dans le cas du choc externe et toujours positif dans le cas de l'augmentation de la productivité. Quant aux revenus des ménages, leur évolution est liée à celle des prix relatifs à la production et à la consommation :

lorsque les prix à la consommation diminuent, les revenus des ménages urbains s'améliorent, tandis que les revenus des ménages agricoles se détériorent si cette diminution n'est pas compensée par une moindre diminution des prix à la production.

4.5. Conclusion

Les modèles d'équilibre général calculable appliqués aux économies en développement sont des outils d'analyse assez répandus pour l'analyse de l'impact de politiques macroéconomiques ou sectorielles. La sensibilité des résultats de ces modèles aux hypothèses de bouclage a rarement été testée et ce chapitre avait pour objet de réaliser ces tests, ainsi que des tests de sensibilité aux valeurs des paramètres.

A l'issue de cet exercice, les résultats des simulations mettent en évidence plusieurs conclusions. Tout d'abord, l'évolution des prix relatifs agricoles, et donc l'impact des chocs sur du secteur agricole, est sensible aux valeurs données aux paramètres du modèle. Ensuite, l'impact des chocs sur les secteurs non agricoles est sensible aux variations des prix du facteur travail. Par ailleurs, les résultats mettent en évidence l'importance des effets de consommation. En effet, les prix à la consommation varient systématiquement plus que les prix à la production.

Tandis que les résultats macroéconomiques apparaissent très sensibles aux hypothèses de bouclage, les résultats sectoriels, en particulier sur le secteur agricole, apparaissent en revanche peu sensibles à ces hypothèses.

Références bibliographiques

- Deaton A. et J. Muellbauer (1980) *Economics and consumer behavior*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Devarajan S., J.D. Lewis et S. Robinson (1994) *Getting the Model Right : The General Equilibrium Approach to Adjustment Policy*. Draft Manuscript.
- Guerrien B. (1989) *La théorie néo-classique : bilans et perspectives du modèle d'équilibre général*. Economica : Paris.
- Razafindrakoto M. et Roubaud F. (1997) "Une Matrice de Comptabilité Sociale pour Madagascar." DT MADIO n°9744/E, Antananarivo.
- Robilliard A.S. et N. Zaki (1998) "Les MEGC appliqués aux économies rurales en développement: une analyse bibliographique." Papier présenté à la Journée INRA-SFER sur l'Agriculture dans l'Economie, Paris-29 Avril 1998.
- Robinson S. et M. El-Said (1997) "Estimating a Social Accounting Matrix Using Entropy Difference Methods." TMD Discussion Paper no. 21. IFPRI : Washington, DC.
- Sadoulet E. et A. De Janvry (1987) "Agricultural Trade liberalization and Low Income Countries : A General Equilibrium-Multimarket Approach" *American Journal of Agricultural Economics* 74 : 268-80.
- Schubert K. (1996). *Macroéconomie : comportements et croissance*. Vuibert : Paris.

**Chapitre 5 : Réconciliation de données d'enquête
de ménage et des comptes nationaux : une
approche basée sur un critère de mesure de
l'information**

5.0. Introduction¹⁸

La réconciliation des données d'enquête de ménage et des données provenant des comptes nationaux pose des problèmes bien connus. Les agrégats macroéconomiques calculés à partir de données microéconomiques en multipliant la production, le revenu, la consommation ou l'épargne de chaque ménage par son poids statistique et en additionnant les valeurs pondérées, ne correspondent pratiquement jamais aux données publiées des comptes nationaux, bien que les échantillons soient conçus pour représenter la population nationale. De nombreuses explications sont proposées pour expliquer cette incohérence comptable. Du côté des enquêtes de ménage, il peut exister des erreurs d'échantillonnage dues à une conception insatisfaisante et/ou des erreurs de mesures liées à la difficulté d'obtenir des réponses précises des ménages au sujet des variables économiques. Du côté des comptes nationaux, les informations concernant la production et les revenus de certains secteurs industriels ou même agricoles peuvent provenir d'enquêtes ou de recensements de bonne qualité, mais la plupart du temps les données concernant l'agriculture de subsistance et le secteur informel sont plus délicates à récolter et de qualité moins satisfaisante. Une dernière explication repose sur l'utilisation de définitions différentes des variables d'intérêt. Ainsi, par exemple, la définition du revenu utilisée dans les études sur la pauvreté et les inégalités à partir d'enquêtes microéconomiques ne correspond à la définition utilisée par les comptes nationaux pour mesurer le revenu national.

Les raisons pour lesquelles il est important de pouvoir réconcilier les enquêtes de ménage et les données des comptes nationaux sont nombreuses. Les implications de politique économique tirées de l'analyse des enquêtes de ménage peuvent donner des indications erronées concernant le coût global de politiques économiques alternatives si les résultats d'enquête ne correspondent pas aux agrégats nationaux. Inversement, il est souvent souhaitable de désagréger les données nationales afin d'incorporer plus de détail aux niveaux sectoriel, régional ou des ménages. L'objectif est généralement d'utiliser les données d'enquête de ménage comme base de la désagrégation, habituellement dans le cadre de la construction d'une matrice de comptabilité sociale (MCS) qui fournit un plan comptable cohérent pour réconcilier les comptes nationaux, régionaux, et de ménages. Enfin, les données d'enquête de ménage peuvent être utilisées comme base des modèles de microsimulation qui modélisent le comportement de chaque ménage et simulent leurs interactions à travers des marchés. Si un tel modèle de microsimulation doit fournir un cadre adéquat pour l'analyse de politique, il est souhaitable que l'agrégation des résultats microéconomique reflète exactement les agrégats macroéconomiques de l'économie. Si le modèle de

¹⁸ Cette partie s'appuie sur un papier co-écrit avec Sherman Robinson, intitulé "Reconciling Household Surveys and National Accounts Data Using a Cross Entropy Estimation Method". TMD Discussion Paper no. 50. IFPRI - Washington D.C.

microsimulation doit être intégré dans un modèle macroéconomique, la réconciliation des données est impérative.

Plusieurs approches plus ou moins élaborées sont communément utilisées. L'hypothèse la plus courante est que les données macroéconomiques représentent des agrégats de référence avec lesquels les données de microéconomiques doivent être réconciliées. Dans ce papier, nous supposons également que les données économiques recueillies dans l'enquête sont correctement mesurées, ou bien qu'elles ont été ajustées pour redresser les erreurs de mesure. Ces deux hypothèses peuvent être relâchées, mais fournissent un point de départ commode pour illustrer la méthode. Etant données ces hypothèses, le problème est alors de déterminer comment utiliser de manière efficace l'information supplémentaire fournie par les comptes nationaux dans le but de recalibrer les poids statistiques des ménages afin que les données de l'enquête soient conformes aux agrégats de référence. L'approche que nous adoptons utilise un critère d'estimation basé sur une mesure d'entropie de l'information. Les résultats indiquent que l'approche est puissante et flexible, permettant l'utilisation efficace d'information provenant de sources variées et de réconcilier des données récoltées à différents niveaux d'agrégation dans un cadre cohérent.

La première partie présente le cadre théorique et une description mathématique du problème d'estimation, tandis que la dernière partie présente une application au cas de Madagascar.

5.1. Théorie de l'information et estimation de paramètres

Le point de départ de l'approche d'estimation est la théorie de l'information telle qu'elle a été développée par Shannon (1948) et appliquée aux problèmes de l'estimation et de l'inférence statistique par Jaynes (1957). La philosophie sous-jacente à cette approche est l'utilisation de toute l'information disponible, et seulement de l'information disponible, pour la résolution du problème d'estimation posé. Notre objectif est d'estimer un ensemble de poids statistiques conformes à l'information dérivée des comptes nationaux. Deux types d'information sont disponibles pour ce faire. Tout d'abord, la conception de l'échantillon constitue une étape importante dans n'importe quelle enquête de ménage et les poids statistiques estimés résultant de ce travail contiennent beaucoup d'information démographique. Ces poids doivent donc fournir un point de départ dans le procédé d'estimation. Dans notre approche, nous utilisons ces poids en tant que "valeurs antérieures" et estimons les nouveaux coefficients qui sont "proches" des valeurs antérieures tout en étant conformes à l'information agrégée. Le deuxième type d'information provient de deux sources : des résultats des enquêtes de ménage d'une part et des données provenant d'autres sources telles que les comptes nationaux et/ou d'autres études. Ce deuxième type d'information

peut être considéré comme des moyennes ou des "moments" pondérés de la distribution des variables observées.

Le problème d'estimation peut être énoncé comme suit : comment estimer un ensemble de probabilités de prélèvement (poids statistique de ménage) qui soit proche d'un ensemble connu antérieurement et qui satisfasse diverses contraintes connues exprimées sous forme de moments. On considère donc un échantillon de K ménages caractérisé par un vecteur de probabilités initiales de prélèvement \bar{p}_k et par un vecteur x_k de caractéristiques observées telles que la taille du ménage, son revenu total, la structure du revenu par source, la consommation, etc. En outre, nous avons des informations sur les valeurs agrégées ou les moyennes pondérées. Le procédé d'estimation repose sur la minimisation de la valeur de l'entropie croisée de Kullback-Leibler mesurant la distance entre les probabilités estimées et les probabilités antérieures. D'après la notation de Golan, Judge, et Miller (1996), le procédé d'estimation s'écrit :

$$\text{Min} \quad \sum_{k=1}^K p_k \ln \left(\frac{p_k}{\bar{p}_k} \right) \quad (1)$$

sous contrainte de certains moments

$$\sum_{k=1}^K p_k f_t(x_k) = y_t \quad t \in [1, \dots, T] \quad (2)$$

et sous contrainte d'additivité des probabilités

$$\sum_{k=1}^K p_k = 1 \quad (3)$$

où $\{y_1, y_2, \dots, y_T\}$ est un ensemble observé de moyenne pondérées. La fonction f_t représente un "agrégateur" général des variables de ménage. Dans notre cas, la fonction sélectionne simplement une variable particulière et nous pourrions la remplacer par le x_{tk} désignant la valeur de la variable t pour le ménage k . K est habituellement très grand, de l'ordre de plusieurs milliers, alors que T est petit, représentant quelques contraintes macro-économiques et démographiques. En termes d'estimation statistique classique le problème est indéterminé car il n'y a pas assez de degrés de liberté pour permettre l'estimation. L'approche d'entropie croisée utilise toute l'information disponible, y compris des estimations antérieures de paramètre, et permet l'estimation même dans un environnement où les données sont "rares".

L'utilisation de la mesure d'entropie croisée comme critère d'estimation est justifiée sur la base des arguments axiomatiques concernant ses bonnes propriétés en tant que mesure d'information et comme critère pour l'inférence. Il existe des liens étroits entre les estimateurs dérivés du critère d'entropie croisée minimum et du maximum de vraisemblance, mais le critère d'entropie croisée exige peu d'hypothèses statistiques car son application n'exige pas la spécification d'une fonction explicite de probabilité. Dans notre cas, cette propriété est souhaitable puisque nous ne disposons pas d'information a priori sur la forme de distribution des probabilités de prélèvement.

D'après le programme décrit plus haut, on peut écrire le Lagrangien afin de dériver les conditions de premier ordre. Le Lagrangien s'écrit :

$$L = \sum_{k=1}^K p_k \ln \left(\frac{p_k}{\bar{p}_k} \right) + \sum_{t=1}^T \lambda_t \left(y_t - \sum_{k=1}^K p_k f_t(x_k) \right) + \mu \left(1 - \sum_{k=1}^K p_k \right) \quad (4)$$

et les conditions de premier ordres :

$$\frac{\partial L}{\partial p_k} = \ln p_k - \ln \bar{p}_k + 1 - \sum_{t=1}^T \lambda_t f_t(x_k) - \mu = 0, \quad k \in [1, \dots, K] \quad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_t} = y_t - \sum_{k=1}^K p_k f_t(x_k) = 0, \quad t \in [1, \dots, T] \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = 1 - \sum_{k=1}^K p_k = 0 \quad (7)$$

Le solution peut être écrite sous la forme :

$$\tilde{p}_k = \frac{\bar{p}_k}{\Omega(\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_T)} \exp \left[\sum_{t=1}^T \tilde{\lambda}_t f_t(x_k) \right], \quad k \in [1, \dots, K] \quad (8)$$

où

$$\Omega(\tilde{\lambda}) = \sum_{k=1}^K \bar{p}_k \exp \left[\sum_{t=1}^T \tilde{\lambda}_t f_t(x_k) \right] \quad (9)$$

est définie comme la fonction de partition et assure que la somme des probabilités est égale à un.

L'équation (8) montre que les probabilités estimées dépendent des probabilités initiales et des contraintes à travers les multiplicateurs de Lagrange. Si les contraintes n'étaient pas actives, alors tous les multiplicateurs de Lagrange seraient nuls, et les probabilités estimées seraient égales à leur valeur initiale (puisque la somme des p_k est égale à un). Dans ce cas, les contraintes exprimées sous forme de moments n'ajoutent aucune information au problème d'estimation. Si les contraintes sont actives, alors les probabilités estimées dépendent des probabilités antérieures, de la valeur des multiplicateurs de Lagrange, et de la valeur des variables $f_t(x_k)$ associées aux contraintes.

Le problème d'estimation n'ayant pas de solution analytique, nous devons le résoudre numériquement. À la différence du modèle standard de régression linéaire, où la solution exige seulement des informations sur les divers moments des données (les matrices de variance et de covariance), le problème d'estimation utilise ici toutes les données. La solution peut être examinée dans une perspective "bayésienne", bien qu'il n'y ait aucune fonction explicite de probabilité. Le procédé d'estimation "ajuste" les probabilités antérieures en utilisant l'information nouvelle pour produire des estimations postérieures. Zellner (1988) appelle ce procédé "une règle de traitement de l'information" efficace parce qu'elle utilise toute l'information disponible mais ne pose aucune hypothèse au sujet de l'information que nous n'avons pas.

5.2. Réconciliation d'une enquête de ménage et de données macroéconomiques pour Madagascar

Pour illustrer la méthode d'entropie croisée, nous l'avons appliquée à la réconciliation des données de ménage et de données macroéconomiques pour Madagascar. Les données de ménage proviennent d'une enquête de mesure des niveaux de vie pour Madagascar appelée EPM 93 (Enquête Permanente auprès des Ménages). Les agrégats macro proviennent d'une matrice de comptabilité sociale (MCS). Le résultat sous la forme d'un échantillon "repondéré" doit être utilisé comme point de départ d'un modèle de microsimulation (Chapitre 6).

5.2.1. Description des sources de données

L'enquête EPM pendant l'année 1993 est une enquête de type LSMS portant sur 4508 ménages qui a été réalisée pour l'état malgache par l'INSTAT (Institut National de la Statistique) sous la supervision du PNUD et de la banque mondiale (INSTAT, 1993). Elle inclut un grand nombre de variables. Nous nous concentrons sur des données concernant la composition démographique de la

famille, l'emploi du temps, les facteurs agricoles de production, les activités, les dépenses, les sources informel de revenu, les transferts, et les d'autres types de revenu.

Les sources de revenu sont agrégées en quatre types: agricole, informel, formel, et autres. Le revenu agricole inclut le revenu de la production des cultures (vendues et/ou autoconsommées), le revenu du bétail (calculé comme une part fixe de valeur totale de bétail plus le revenu dérivé des produits animaux vendus et/ou autoconsommés) et le revenu du métayage. Le revenu informel est tiré du travail salarié informel et de l'auto-emploi dans des activités non-agricoles. Le revenu formel est dérivé du travail formel salarié et du revenu du capital formel pour les ménages détenteurs de parts. D'autres sources de revenu incluent les transferts provenant du gouvernement ou d'autres ménages. Pour les ménages possédant leur maison, les loyers théoriques sont imputés sur la base d'un loyer potentiel dérivé d'une régression des loyers payés sur les caractéristiques du logement (superficie, nombre de pièces, matériaux de construction, approvisionnement en eau et électricité). Certaines de ces caractéristiques sont également employées pour déterminer si ces loyers imputés doivent être considérés comme un revenu formel ou informel.

5.2.2. Redressement des données sur les revenus

Dans notre échantillon, 50% des ménages enregistrent un revenu inférieur à leurs dépenses. Cette anomalie peut être expliquée soit par une surestimation des dépenses, soit par une sous-estimation du revenu, ou par le fait que les données sur le revenu reflètent des chocs transitoires tels que la perte d'un emploi ou une mauvaise récolte. Afin de redresser les données, nous avons fait l'hypothèse que les données de dépense sont correctes et que les données de revenu doivent être redressées. Dans un premier temps, des ajustements sont réalisés pour des types spécifiques de revenu. On suppose que les revenus du métayage sont sous-estimés par les propriétaires et ils sont donc ajustés de manière à ce que leur somme corresponde à une valeur de référence égale à la somme paiements effectués par les métayers. Pour les actionnaires, le revenu du capital formel est ajusté pour reproduire la structure de la valeur ajoutée formelle dérivée des comptes nationaux, étant donné le revenu de travail dérivé du travail formel salarié. Ces ajustements n'étant pas suffisants pour combler l'écart entre revenus et dépenses, l'hypothèse de revenu permanent a été utilisée pour les ménages dont le revenu est inférieur aux dépenses. Cette approche consiste à considérer que l'écart entre revenu et dépenses est dû à un choc négatif transitoire sur le revenu et que le lissage de la consommation (par décapitalisation et/ou par emprunt) permet à ces ménages de financer leurs dépenses. Toutes les sources de revenu sont ajustées en conséquence. Enfin, puisque les données d'enquête ont été collectées en 1993, et que l'on cherche à les réconcilier avec des agrégats de 1995, un taux d'inflation de 207 pour cent correspondant à l'évolution de l'indice des prix à la

consommation entre 1993 et 1995, est appliqué de manière uniforme sur les revenus et les dépenses de tous les ménages. Finalement, les ménages ne déclarant pas dépenses ou pas de revenu, ou pour lesquels les revenus déclarés apparaissent "trop élevés", sont éliminés et l'échantillon final contient 4458 ménages.

La MCS pour l'année 1995 est une matrice de comptabilité sociale à 28 secteurs construite pour servir de base de données à un modèle d'équilibre général calculable (Razafindrakoto et Roubaud, 1997). Dans notre approche, nous utilisons une version agrégée de la MCS avec seulement trois secteurs correspondant aux trois sources de revenu utilisées pour récapituler l'information sur le revenu des ménages (agricole, informel, et formel). La principale information utilisée dans le processus de recalibration est la structure de la valeur ajoutée versée aux ménages. Celle-ci inclut la valeur ajoutée rémunérant le travail et le capital. Pour les secteurs informels et agricoles, la valeur ajoutée versée au travail, au capital, et à la terre apparaissant dans la MCS correspond à ce que les ménages reçoivent réellement. En ce qui concerne le secteur formel, toute la valeur ajoutée rémunérant le travail est versée aux ménages mais seule la partie de la rémunération du capital réellement distribuée aux ménages est prise en considération dans la recalibration. La comparaison des informations dérivées des deux sources met en évidence deux différences principales (Tableau 5.1). Tout d'abord, la somme pondérée des revenus de ménage est inférieure de 15,2% par rapport au chiffre de la MCS. En second lieu, la part du revenu informel dans le revenu total apparaît surestimée dans l'enquête de ménage par rapport à la MCS, aux dépens de la part du revenu formel.

Tableau 5.1 : Comparaison des deux sources de données

	EPM 93(1)	MCS 95(2)
Revenu total des ménages (millions de FMG 95)	9,348	11,400
Revenu moyen par tête (millions de FMG 95)	751	866
Structure du revenu (%)		
Revenu agricole	34.7	36.3
Revenu informel	30.5	17.4
Revenu du travail formel	12.3	19.4
Revenu du capital formel	13.1	22.5
Autres revenus	9.4	4.4

(1) après tous les ajustements décrits.

(2) Razafindrakoto and Roubaud (1997).

L'information sur la croissance de la population et sa distribution entre les zones rurale et urbaine est utilisée pour retrouver les caractéristiques démographiques conformes à l'année 1995. On estime que le taux annuel de croissance démographique est de 2,9%. Nous avons supposé que cette croissance n'a pas

eu d'impact sur la taille moyenne des ménages, de sorte que le nombre de ménages a cru à la même cadence que la population. En ce qui concerne la distribution de population entre les zones rurales et urbaines, nous avons supposé que la part de la population vivant dans des zones rurales est égale à 75%.

5.2.3. Estimation des poids statistiques

Le procédé d'estimation est mis en œuvre avec le logiciel de GAMS (Brooke, Kendrick, et Meeraus, 1988), et utilise une formulation permettant de résoudre des problèmes mixtes de complémentarité ("mixed complementary problems", MCP), c'est-à-dire des systèmes d'équations carrés contenant à la fois des égalités et des inégalités (Rutherford, 1995 et Dirkse et Ferris, 1995). Les informations de départ sont, du côté microéconomique, les caractéristiques des ménages telles que la taille, l'âge moyen, la composition en genre, la zone (urbain/rural), le revenu total, et les parts du revenu agricole, du revenu informel, du revenu du travail formel, du revenu du capital formel, et la part des autres sources de revenu. Les poids initiaux utilisés comme valeurs antérieures sont également inclus dans la base de données microéconomiques. Du côté macroéconomique, l'information est succincte et en partie dérivée de la structure stylisée de la MCS. Elle comprend d'une part la structure de la valeur ajoutée, d'autre part la taille de population, le nombre de ménages en 1995 (égal au nombre de ménages en 1993 corrigé par la croissance de la population) et la répartition de la population entre milieux urbain et rural. Les informations macroéconomiques et démographiques sont introduites sous forme d'un ensemble de contraintes sur les moments, correspondant à la description mathématique du procédé d'estimation.

L'utilisation de la formulation MCP requiert l'écriture des conditions de premier ordre du problème d'optimisation. Le problème s'écrit ainsi sous la forme d'un système carré d'équation qui inclut explicitement des prix implicites et des variables complémentaires. Le problème résultant est relativement grand, avec plus de 4500 équations et variables. Les résultats utilisant cette approche sont identiques à ceux obtenus à travers une formulation classique d'optimisation. Les performances de l'approche MCP en termes de vitesse de résolution sont bien supérieures à celle d'un algorithme de programmation non linéaire.

5.2.4. Résultats

Deux stratégies ont été mises en œuvre afin de réconcilier le revenu agrégé des ménages dérivé, après ajustement, de l'EPM 93 et le revenu dérivé de la MCS 95. Dans un premier temps, nous avons pris les revenus redressés à travers les ajustements décrits ci-dessus comme données de départ, et considéré la valeur dérivée de la MCS 95 comme contrainte de référence, permettant au procédé d'estimation de

trouver des poids statistiques compatibles avec cette valeur. Etant donné que l'écart initial entre les deux valeurs est de 15,2%, le procédé de recalibration des poids tend à donner des poids plus élevés aux ménages riches, et à diminuer les poids des ménages pauvres. Par conséquent, à l'issue du processus, l'indice de Gini a augmenté de plus de 5 points, passant de 54,7 à 60,5, atteignant une valeur qui est peu réaliste. Ce premier résultat nous a conduit à suivre une stratégie différente. Nous commençons par supposer que tous les revenus de ménage sont sous-estimés uniformément, ce qui est raisonnable étant donné le taux d'inflation élevé pendant la période, et ajustons tous les revenus de ménages de 15,2 pour cent avant d'exécuter le procédé d'estimation. Le procédé d'estimation "travaille" alors uniquement pour trouver des poids compatibles avec la structure des revenus dérivée de la MCS 95. Cette stratégie donne les résultats qui sont plus conformes à l'information préalable puisque l'indice de Gini n'augmente plus que de 1%.

En termes de distribution des poids, le Tableau 5.2 montre que les résultats n'apparaissent pas excessivement différents des poids antérieurs. Le poids moyen par ménage augmente de 6,6% en raison de la croissance de population (l'hypothèse fondamentale étant que la taille moyenne des ménages demeure constante), tandis que l'écart-type des poids augmente de 10,5%. Le résultat plus significatif est que quelques poids s'annulent, ce qui correspond à une élimination de certains ménages de l'échantillon. Ceci se produit pour 67 ménages dans un échantillon de 4458. Par conséquent, le nouvel échantillon contient 4392 ménages.

Tableau 5.2 : Distribution des poids statistiques

	EPM93	Nouveaux
Poids moyen	557.0	593.7
Déviatiion standard	365.7	412.2
Poids Maximum	1 901	3 891
Poids Minimum	114	0

En ce qui concerne les contraintes macroéconomiques et démographiques, les résultats du Tableau 5.3 montrent que le procédé d'estimation réalise la conformité des données microéconomiques avec les agrégats macroéconomiques et démographiques. D'autres indicateurs démographiques sont présentés afin de vérifier si le nouvel échantillon présente des anomalies. Le procédé d'estimation semble conserver la composition en genre et l'âge moyen. Cette information démographique aurait pu être utilisée sous forme de contraintes sans que les résultats ne changent trop, mais puisque cela n'apparaît pas indispensable, nous avons privilégié une forme aussi réduite que possible du problème.

Tableau 5.3 : Résultats de la calibration

	EPM 93	Nouveaux	
Population totale (milliers)	12 240	13 058	*
Nombre total de ménages (milliers)	2 483	2 649	*
Revenu total (millions de FMG 95)	11 400	11 400	*
Revenu moyen par tête (milliers de FMG 95)	866	866	*
Part de la population rurale (%)	82.8	75.2	*
Part des hommes (%)	49.5	49.8	
Age moyen (années)	21.5	21.4	

* contraintes dans le programme

Enfin, nous sommes préoccupés par l'impact du procédé sur la distribution et la structure du revenu des ménages. Les résultats du Tableau 5.4 montrent que la distribution du revenu par quintile n'apparaît pas très différente entre les deux échantillons.

Tableau 5.4 : Résultats en termes de distribution du revenu

	EPM93	Nouveaux
Part du revenu des 20% des plus pauvres	4.2%	4.2%
Part du revenu des 40% des plus pauvres	11.8%	11.6%
Part du revenu des 40% des plus riches	77.2%	77.4%
Part du revenu des 20% des plus riches	59.8%	60.4%

La décomposition de l'indice de Gini dans le Tableau 5.5 permet d'analyser comment les différentes sources de revenu et leur distribution sont affectées par le procédé de recalibration. Dans l'échantillon initial, les revenus agricole, informel, et formel contribuent de manière croissante aux indices de Gini spécifiques et à l'inégalité totale.

Tableau 5.5 : Résultats en termes de contribution à l'inégalité des différents revenus

	EPM 93	Nouveaux
Indice de Gini	0.537	0.548
Indice de Gini du revenu agricole	0.620	0.637
Part du revenu agricole	0.334	0.351
Ratio de corrélation	0.531	0.552
Gini pondéré pour le revenu agricole	0.110	0.123
Contribution du Gini agricole au Gini total	0.205	0.225
Indice de Gini du revenu informel	0.729	0.661
Part du revenu informel	0.304	0.182
Ratio de corrélation	0.730	0.501
Gini pondéré pour le revenu informel	0.162	0.060
Contribution du Gini informel au Gini total	0.301	0.110
Indice de Gini du revenu formel	0.861	0.874
Part du revenu formel	0.361	0.468
Ratio de corrélation	0.853	0.892
Gini pondéré pour le revenu formel	0.266	0.364
Contribution du Gini formel au Gini total	0.494	0.665

Les contributions relatives diffèrent significativement dans l'échantillon recalibré, particulièrement celle du revenu informel. La contribution du revenu informel à l'inégalité totale passe en effet de 30% dans l'échantillon d'origine à seulement 11% dans l'échantillon recalibré. Cette baisse se décompose en une diminution de la part du revenu informel dans revenu total conformément aux données macroéconomique, et en une diminution de l'indice de Gini spécifique au revenu informel. Cette baisse compense l'augmentation de la contribution du revenu formel à l'inégalité totale.

5.3. Conclusion

L'approche d'estimation utilisant le critère d'entropie croisée présentée dans cet article fournit une procédure pertinente et flexible pour la réconciliation des données micro dérivées des enquêtes de ménage et des données macroéconomiques dérivées d'une matrice de comptabilité sociale ou de comptes nationaux. La méthode mise en œuvre apparaît satisfaisante pour notre objectif principal, mais elle peut certainement être améliorée en ajoutant plus d'information. La flexibilité de la méthode permet en effet d'ajouter de l'information dérivée de différents types de sources. Dans notre cas, le procédé a été développé pour servir de base à un modèle de microsimulation. D'autres applications peuvent être

considérées. Par exemple, la réconciliation des enquêtes de ménage et de production avec l'information recueillie au niveau régional dans une économie peut fournir une approche efficace pour élaborer une MCS désagrégée au régional.

Les extensions possibles du procédé dans le contexte des enquêtes de ménage incluent l'estimation simultanée de fonctions de comportements du ménage, l'utilisation d'autres sources de données, et l'introduction d'erreurs dans les variables afin de prendre en compte les erreurs de mesure au niveau des données microéconomique. De telles extensions ont été mises en œuvre dans d'autres contextes (Robinson et al., 1998), et augmentent considérablement la taille du problème d'estimation.

Références bibliographiques

- Brooke, A., D. Kendrick et A. Meeraus (1998) *GAMS a User's Guide*. The Scientific Press : San Francisco.
- Dirkse S. et M. Ferris (1995) "The PATH solver: A non monotone stabilization scheme for computing stationary points." *Optimization Methods and Software* 5:125-56.
- Golan A. (1998) "Maximum Entropy, Likelihood and Uncertainty: A Comparison." In G. J. Erickson, J.T. Rychert, and C. R. Smith, eds., *Maximum Entropy and Bayesian Methods*. Kluwer : Boston.
- Golan A., G. Judge et D. Miller (1996) *Maximum Entropy Econometrics, Robust Estimation with Limited Data*. Wiley : New-York.
- Jaynes E.T. (1957) "Information theory and statistical mechanics." *Physics Review* 106, 620-30.
- Kapur J. N. et H. K. Kesavan (1992) *Entropy Optimization Principles with Applications*. Academic Press.
- Kullback S. et R. A. Leibler (1951) "On Information and Sufficiency." *Ann. Math. Stat.* 4:99-111.
- Razafindrakoto M. et F. Roubaud (1997) "Une Matrice de Comptabilité Sociale pour Madagascar." DT MADIO n°9744/E, Antananarivo.
- Robinson S., A. Cattaneo et M. El-Said (1998) "Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Methods." TMD Discussion Paper No. 33.
- Rutherford T. (1995) "Extension of GAMS for complementarity problems arising in applied economic analysis." *Journal of Economic Dynamics and Control* 19(1995):1299-1324.
- Shannon C. E. (1948) "A Mathematical Theory of Communication." *Bell System Technical Journal* 27:379-423.
- Theil H. (1967) *Economics and Information Theory*. Rand McNally.
- Zellner A. (1990) "Bayesian Methods and Entropy in Economics and Econometrics". In W. T. Grandy and L. H. Shick, eds., *Maximum Entropy and Bayesian Methods*, Kluwer : Boston.
- Zellner A. (1988) "Optimal Information Processing and Bayes Theorem". *American Statistician* 42, 278-84.

**Chapitre 6 : Croissance, distribution et pauvreté :
un modèle de microsimulation en équilibre général
appliqué à Madagascar**

6.1. Introduction¹⁹

La nature des liens entre croissance économique, pauvreté et distribution du revenu est une question qui se trouve au cœur de l'étude de la dynamique du développement économique. De nombreuses approches se sont attachées à développer des instruments de mesure et d'analyse de ces liens. Les premiers travaux de référence sont dus à Kuznets. A partir de l'analyse de l'évolution historique des inégalités au cours du processus de développement de deux économies industrielles (Allemagne et Royaume-Uni), Kuznets a proposé une loi générale qui a structuré, et structure encore aujourd'hui, le débat et le champ d'analyse des liens entre croissance et inégalités. Cette loi peut se résumer comme suit : dans les premières étapes du développement, les inégalités augmentent pour diminuer dans les étapes suivantes. De nombreux modèles théoriques ont été mobilisés pour donner des fondements théoriques à cette loi. Le modèle le plus souvent retenu est dérivé du modèle d'économie dualiste de Lewis : le processus de développement suppose la transformation d'une économie où le secteur agricole (synonyme dans ce contexte de traditionnel et de rural) constitue la principale source d'emploi en une économie dominée par le secteur industriel (synonyme de moderne et d'urbain). Au cours de ce processus, le déplacement de la main d'œuvre qui quitte le secteur traditionnel pour aller dans le secteur moderne contribue à une augmentation des inégalités (puisque le taux de salaire moderne moyen est supérieur au taux de salaire traditionnel), jusqu'à ce que 50% de la population ait migré dans le secteur moderne. Ensuite, l'inégalité globale peut diminuer à condition que les inégalités dans le secteur moderne ne soient pas sensiblement plus élevées que dans le secteur traditionnel. La formalisation mathématique du modèle proposée par Robinson (1976) a permis de préciser les hypothèses sur lesquelles repose la réalisation de courbe en "U inversé" dans une économie dualiste, notamment i) la variance du revenu dans les deux secteurs de l'économie est fixe, ii) il n'existe pas de biais de sélection des ménages qui migrent du secteur traditionnel vers le secteur moderne, iii) les termes de l'échange sont exogènes.

De nombreux travaux se sont intéressés à l'analyse économétrique de la loi de Kuznets à partir de données transversales par pays (Alhuwalia, 1976; Anand et Kanbur, 1993; Deininger et Squire, 1996). Ces travaux ont contribué tantôt à soutenir tantôt à infirmer les résultats de Kuznets. Parallèlement, de nombreuses analyses en statique comparative de modèles théoriques d'économie dualiste en équilibre partiel ou général (Bourguignon, 1990; Baland et Ray, 1992; Eswaran et Kotwal, 1993) ont été utilisées pour analyser l'impact du déplacement de la croissance sur les inégalités. Ce débat a également contribué à poser la question de la construction d'outils appropriés pour analyser l'impact sur la distribution des revenus et sur la pauvreté de politiques macroéconomiques. Plus récemment, le débat sur l'impact des

¹⁹ Cette partie s'appuie d'un papier co-écrit avec Denis Cogneau et présenté à la 48^{ème} Conférence de la Société

politiques macroéconomiques, en particulier des politiques d'ajustement, a conduit au développement d'outils d'analyse devant permettre l'étude contre-factuelle de cette question. Parmi ces outils, les modèles d'équilibre général calculable figurent, depuis un certain nombre d'années, en première place du fait de leur capacité à produire des résultats désagrégés au niveau microéconomique, à l'intérieur d'un cadre macroéconomique cohérent (Adelman et Robinson, 1978; Dervis et al., 1982; Taylor, 1990; Bourguignon et al., 1991; De Janvry et al., 1991). Ces modèles reposent néanmoins sur l'hypothèse d'agent représentatif, pour des raisons théoriques et pratiques. Du point de vue théorique, l'existence et l'unicité de l'équilibre dans le modèle d'Arrow-Debreu ne sont assurées que lorsque la demande nette de l'économie possède certaines propriétés (Kirman, 1992 ; Hildenbrand, 1998). L'hypothèse d'un agent représentatif ayant une fonction d'utilité quasi-concave permet d'assurer que ces propriétés sont respectées au niveau individuel, ce qui permet de donner des fondements microéconomiques au modèle tout en faisant l'économie de la résolution des problèmes distributifs. Du point de vue pratique, plusieurs raisons justifient le recours à cette hypothèse. D'une part, la construction de modèles macroéconomiques appliqués à agents hétérogènes suppose de disposer de données microéconomiques représentatives au niveau national. D'autre part, la résolution de modèles numériques de taille importante était, jusqu'à récemment, contrainte par les ressources informatiques et les logiciels disponibles.

L'étude des questions de distribution du revenu dans ce cadre d'hypothèses suppose, dans un premier temps, d'identifier des groupes dont les caractéristiques et les comportements sont le plus homogène possible. Il faut ensuite passer de la distribution entre plusieurs groupes représentatifs à la distribution globale. Ce passage nécessite plusieurs hypothèses, en particulier sur la forme de la fonction de distribution des revenus à l'intérieur de chaque classe. L'hypothèse la plus courante dans les modèles appliqués est que les revenus au sein de chaque classe ont une distribution à moyenne endogène (donnée par le modèle) et à moments d'ordre supérieur fixes. Certains auteurs sont conscients qu'il serait plus satisfaisant d'endogénéiser la variance du revenu intra groupe, d'autant que sa contribution à l'inégalité totale est généralement importante, quelle que soit la pertinence de la classification considérée. Cette considération a conduit au développement de modèles de microsimulation.

Les modèles de microsimulation sont des outils beaucoup moins répandus que les modèles d'équilibre général calculable appliqués. Ces modèles ont été inspirés par les travaux pionniers de Orcutt (1957). Dans le milieu des années soixante-dix diverses équipes de chercheurs ont développé des modèles sur base d'enquête²⁰. La plupart abordaient des questions liées à l'impact distributif des programmes de

Atlantique d'Economie, Montréal 7-10 Octobre, 1999.

²⁰ Voir Sutherland (1998) pour une revue récente de ces études.

transferts sociaux ou des politiques fiscales. Depuis lors, de nombreuses applications ont été mises en œuvre dans les pays développés, en particulier pour évaluer l'impact des réformes des systèmes de retraite, le financement des systèmes de soins ou pour traiter de questions liées à la dynamique démographique (Harding, 1993). Le second ensemble est constitué de modèles s'appuyant sur des enquêtes de ménages réalisées à différentes dates, et s'attache à identifier et analyser les déterminants de l'évolution des inégalités (Bourguignon et al., 1998; Alatas et Bourguignon, 1999). Les modèles de microsimulation sont plus ou moins complexes selon que les comportements des individus ou ménages sont pris en compte et représentés. La plupart des analyses s'appuyant sur des modèles de microsimulation se situent dans un cadre d'équilibre partiel. La prise en compte des effets d'équilibre général n'a été réalisée qu'en couplant un MEGC agrégé et un modèle de microsimulation de manière séquentielle (Meagher, 1993). Ce cadre ne permet pas de prendre en compte les réactions des agents au niveau individuel. A notre connaissance, seuls Tongeren (1994) et Cogneau (1999) ont réalisé l'intégration d'un modèle de microsimulation dans un cadre d'équilibre général, le premier pour analyser le comportement des entreprises néerlandaises dans un cadre national, le second pour étudier le marché du travail dans la ville d'Antananarivo. Dans la lignée de ce dernier modèle, nous avons développé un modèle de microsimulation en d'équilibre général et appliqué à l'économie malgache dans son ensemble. Ce modèle est construit sur des données microéconomiques et traite explicitement de l'hétérogénéité des qualifications, des préférences et des opportunités d'allocation du travail, ainsi que des préférences de consommation au niveau microéconomique. Par ailleurs, les prix relatifs sont déterminés de manière endogène par l'équilibre de l'offre et de la demande agrégées sur les marchés des biens et des facteurs. Le modèle analyse principalement le fonctionnement du marché du travail et les comportements microéconomiques d'allocation du temps de travail. Les comportements de consommation sont également considérés. Les choix de modélisation ont été guidés par le souci d'utiliser le mieux possible l'information microéconomique dérivée des données de ménages.

Le chapitre est organisé comme suit. Dans la section 6.2, nous discutons de la modélisation de la distribution des revenus. La méthodologie de l'approche est ensuite décrite. Les fondements microéconomiques du modèle sont présentés dans la section 6.3, le cadre d'équilibre général est décrit dans la section 6.4, tandis que la présentation des choix et des résultats des estimations des fonctions de comportements ainsi que de la calibration du modèle font l'objet de la Section 6.5. Enfin, les résultats des simulations de différents chocs de croissance et de programmes sociaux sont présentés et analysés les sections 6.6 et 6.7

6.2. Modélisation de la distribution des revenus

6.2.1. Quelques résultats de modèles théoriques

Les modèles théoriques retenus ici reprennent la structure dualiste du modèle de Lewis (Bourguignon, 1990; Baland et Ray, 1992; Eswaran et Kotwal, 1993). Les mécanismes communs mis en valeur dans ces travaux sont les suivants i) le mouvement du travail entre les deux secteurs est le principal moteur affectant la croissance et l'évolution de la distribution des revenus, ii) la distribution des revenus affecte l'équilibre à travers la variation de la composition de la demande de bien entre classes de revenu.

A travers un modèle d'une économie dualiste en équilibre général, Bourguignon (1990) examine l'effet d'un choc de croissance "moderne" sur la forme de la courbe de Lorenz et montre comment la nature de la croissance (égalitaire ou inégalitaire) dépend des paramètres de la demande. La première originalité de l'approche développée tient à la modélisation de la courbe de Lorenz pour caractériser la distribution des revenus entre les trois classes d'agents représentés (capitalistes, travailleurs modernes, travailleurs traditionnels), ce qui permet de s'affranchir du problème du choix d'un indicateur d'inégalités, les résultats de différentes mesures partielles pouvant donner des indications contradictoires. L'autre contribution importante par rapport au modèle standard d'économie dualiste, est le bouclage du cadre d'analyse en équilibre général, ce qui permet de prendre en compte des effets redistributifs à travers l'évolution des termes de l'échange agricole. L'ampleur de ces effets, et donc la nature égalitaire ou inégalitaire du choc de croissance, dépend des caractéristiques de la demande de bien traditionnel (agricole), en particulier des élasticités prix et revenu de la demande de ce bien. Plus précisément, l'auteur montre qu'une condition suffisante pour que le choc de croissance moderne soit égalitaire est que la valeur absolue de l'élasticité-prix de la demande de bien traditionnel soit inférieure ou égale à l'élasticité-revenu de la demande de ce bien traditionnel si celle-ci est inférieure à 1, soit inférieure ou égale à 1 sinon, et ce, pour toutes les classes de ménages. Dans le cas particulier où l'élasticité-revenu est la même quel que soit le revenu et pour toutes les classes de ménages, l'analyse de la statique comparative du modèle permet de montrer que plus l'élasticité-prix de la demande de bien traditionnel est élevée pour une élasticité-revenu donnée, plus le choc de croissance moderne est susceptible d'être inégalitaire. Inversement, plus l'élasticité-revenu de la demande de bien traditionnel est élevée pour une valeur donnée de l'élasticité-prix, plus le choc de croissance moderne est susceptible d'être égalitaire.

Eswaran et Kotwal (1993) étudient l'impact de différentes stratégies de développement sur la pauvreté et les inégalités à travers un modèle à deux secteurs (agriculture, industrie), à deux facteurs de production (travail et terre) et à deux classes de ménages (propriétaires fonciers, travailleurs sans terres). Dans ce modèle, les mécanismes redistributifs sont tirés par la spécification hiérarchique des préférences. Les auteurs incorporent en effet la loi de Engel d'une manière radicale en spécifiant que la demande de

bien industriel ne s'exprime que lorsque la demande de bien agricole est saturée. Ils examinent alors deux stratégies alternatives de croissance reposant sur l'augmentation de la productivité des facteurs, l'une dans le secteur industriel, l'autre dans l'agriculture. Ils montrent que l'impact de ces stratégies sur la pauvreté et les inégalités diffère i) selon le degré d'ouverture de l'économie, ii) selon que les demandes de bien agricole des deux classes de ménage sont saturées ou pas, c'est-à-dire selon le niveau de productivité agricole. Plus précisément, ils montrent que dans une économie fermée, l'augmentation de la productivité industrielle qui conduit à une baisse du prix du bien produit par ce secteur, ne peut pas profiter aux pauvres, car, leur demande agricole n'étant pas saturée, ils ne consomment pas de bien industriel. Dans une économie ouverte, en revanche, le gain de parts de marché lié à l'augmentation de la productivité du secteur des biens industriels exportés conduit à une expansion de ce secteur. La réallocation du travail de l'agriculture vers l'industrie contribue dans ce cas à l'augmentation du salaire réel des travailleurs sans terres.

L'article de Baland et Ray (1991) analyse également le problème de la composition de la demande et de son rôle dans la relation entre la distribution des facteurs de production et les niveaux de production et d'emploi. Le modèle étudié est un modèle d'équilibre général à trois biens : un bien de première nécessité appelé nourriture, un bien de consommation de masse appelé vêtement, et un bien de luxe appelé viande (dont la production utilise de la nourriture). Comme dans le modèle précédent, la loi de Engel est incorporée de manière radicale en considérant qu'au-delà d'une certaine quantité de nourriture qui doit être satisfaite, l'utilité des agents ne dépend plus que de leur consommation de vêtement et de viande. Les agents sont identiques en termes de préférences et d'offre de travail mais diffèrent par leurs dotations en terre et en capital. La modélisation du marché du travail repose sur la théorie du salaire d'efficience. Les auteurs montrent qu'un changement dans la distribution des facteurs de production vers une distribution plus inégale, conduit à l'augmentation du chômage et de la malnutrition.

Ces différents modèles soulignent certains faits stylisés qui peuvent expliquer le lien entre croissance économique et inégalités. Ils mettent en particulier en évidence l'importance des paramètres de la demande alimentaire. Dans le dernier modèle, un des éléments qui découle de la pauvreté est notamment mis en exergue. La malnutrition constitue en effet une des manifestations les plus répandues de l'état de pauvreté. Cela justifie d'accorder une place particulière au secteur agricole lorsque l'on étudie les liens entre stratégie de développement et lutte contre la pauvreté.

6.2.2. Problèmes posés par la construction de modèles appliqués

Parmi les outils utilisés pour l'analyse contrefactuelle de l'impact de politiques ou de chocs macroéconomiques sur la pauvreté et la distribution des revenus, les modèles d'équilibre général calculable figurent en première place du fait de leur capacité à produire des résultats désagrégés au niveau microéconomique, à l'intérieur d'un cadre macroéconomique cohérent.

Distribution fonctionnelle contre distribution personnelle

Les modèles d'équilibre général appliqués, initialement construits sur la base de Matrices de Comptabilité Sociale (MCS) à un ménage représentatif, se sont progressivement "enrichis" du point de vue microéconomique à travers la construction de MCS de plus en plus désagrégées au niveau du compte des agents. Ce développement a permis de conduire des analyses s'appuyant sur une "typologie" de ménages aux caractéristiques et aux niveaux de revenus différents.

Les deux premiers modèles d'équilibre général appliqués à des économies en développement et à la question de l'impact distributionnel de différentes politiques macroéconomique sont le modèle de Adelman et Robinson pour la Corée (1978) et celui de Lysy et Taylor pour le Brésil (1980). Ces deux modèles ont produit des résultats différents concernant l'impact des politiques macroéconomiques sur la distribution des revenus. Ces différences ont été reliées aux caractéristiques structurelles des deux économies et aux choix de spécifications des modèles. Par la suite, Adelman et Robinson (1988) ont repris ces deux modèles et ont défendu l'argument selon lequel ces différences étaient principalement dues non pas à des choix différents de bouclage macroéconomique mais à une définition différente de la distribution des revenus. L'approche néoclassique est en effet focalisée sur la distribution personnelle des revenus, essentiellement individualiste, tandis que l'école structuraliste latino-américaine est construite sur une vision marxiste de la société, qui considère que celle-ci est composée de classes caractérisées par leur dotation en facteurs de production dont les intérêts sont divergents. Tandis que ces derniers défendaient l'approche "fonctionnelle" de la distribution des revenus, qui caractérise les ménages par leur dotation en facteurs de production, les premiers ont plus souvent adopté l'approche "personnelle", qui s'appuie sur une classification des ménages selon leur niveau de revenu. A l'issue de ce débat, l'approche la plus couramment mise en œuvre aujourd'hui est la classification fonctionnelle étendue, qui prend en compte plusieurs critères de classification des ménages.

Pour passer de la distribution des revenus entre quelques groupes de ménages à un indicateur globale d'inégalité ou bien pour calculer une mesure de la pauvreté, il est nécessaire de spécifier la distribution du revenu à l'intérieur des groupes considérés. L'hypothèse la plus courante est de supposer

que la revenu à l'intérieur de chaque groupe, a une distribution lognormale à moyenne endogène (donnée par le modèle) et variance fixe (De Janvry et al., 1991). Plus récemment, Decaluwé et al. (1999) ont proposé un modèle numérique appliqué à une économie africaine archétype, qui distingue quatre groupes de ménages et estime pour chaque groupe de ménage une loi bêta de distribution du revenu. Cette spécification permet de prendre en compte de formes de distribution plus complexes que la loi normale, en particulier des formes asymétriques. Elle ne permet pas, en revanche, de s'affranchir de l'hypothèse de fixité de la variance du revenu intra-groupe, dont la contribution à l'inégalité totale est cependant loin d'être négligeable (en général, plus de 50% de la variance totale).

L'hypothèse d'agent représentatif

La désagrégation des MCS n'a pas permis aux modèles d'équilibre général appliqués de s'affranchir de l'hypothèse d'agent représentatif, mais a conduit seulement à la multiplication de ce dernier. L'utilisation répandue de l'hypothèse d'agent représentatif tient à la volonté de procurer des fondements microéconomiques au comportement agrégé, ainsi que d'établir un cadre d'analyse dans lequel l'équilibre est unique et stable. Selon Kirman (1992), cette hypothèse pose de nombreux problèmes. Tout d'abord, il n'existe pas de justification plausible de l'hypothèse selon laquelle l'agrégat de plusieurs individus, même tous maximisateurs, agit comme un individu maximisateur. La maximisation individuelle n'engendre pas nécessairement de rationalité collective, non plus que le fait que la collectivité fasse preuve d'une certaine rationalité implique que les individus qui la composent agissent rationnellement. Par ailleurs, même si l'on accepte que les choix de l'agrégat puissent être considérés comme ceux d'un individu maximisateur, la réaction de l'agent représentatif à une modification des paramètres du modèle initial peut ne pas être la même que la réaction agrégée des individus que cet agent représente. Il peut ainsi exister des cas où de deux situations parmi lesquelles l'agent représentatif préfère la seconde à la première, chaque individu préfère la première à la seconde. Enfin, essayer d'expliquer le comportement d'un groupe par celui d'un individu est contraignant. La somme des comportements économiques simples et plausibles d'une multitude d'individus peut générer des dynamiques complexes, alors que construire un modèle d'individu dont le comportement corresponde à ces dynamiques complexes peut conduire à envisager un agent dont les caractéristiques sont très particulières. En d'autres termes, la complexité dynamique du comportement d'un agrégat peut émerger de l'agrégation d'individus hétérogènes aux comportements simples.

Notre approche permet de s'affranchir de l'hypothèse d'agent représentatif de deux manières. La première tient à l'utilisation d'information au niveau microéconomique - au niveau du ménage ou de l'individu selon la variable considérée. La seconde tient à l'estimation de la plupart des comportements à

partir des mêmes données microéconomiques. Les fonctions estimées font partie du modèle, ce qui permet d'endogénéiser une partie des comportements. La partie non expliquée - le terme d'erreur ou effet-fixe - demeure exogène, mais est conservée, ce qui permet de prendre en compte des éléments d'hétérogénéité non expliquée.

6.3. Spécifications microéconomiques du modèle

Les spécifications microéconomiques constituent la base du modèle. Les choix de modélisation microéconomique ont été guidés par le souci d'utiliser et d'expliquer les observations empiriques. Les ménages agricoles occupent une place centrale dans le modèle et un soin particulier a été accordé à la spécification de leur comportement d'allocation du temps de travail.

6.3.1. Production et allocation du temps de travail

On cherche à modéliser l'allocation du temps de travail des ménages entre différentes activités. Trois secteurs sont considérés : formel, informel, agricole. L'activité des individus peut être salariée ou indépendante. Ainsi, on distingue trois types d'activités :

- l'activité agricole,
- l'activité informelle²¹,
- le salariat dans le secteur formel.

Une des caractéristiques originales du modèle réside dans la modélisation explicite du fait que les ménages agricoles sont des producteurs. Traditionnellement, les modèles d'équilibre général calculable appliqués représentent des secteurs qui "demandent" du travail et versent de la valeur ajoutée aux ménages par l'intermédiaire des comptes des facteurs de production. Cette spécification ne permet pas de prendre en compte, d'une part, l'hétérogénéité des producteurs, et, d'autre part, les interactions susceptibles d'exister entre décisions de production et de consommation.

Les ménages agricoles

²¹ Sous le terme d'activité informelle, on a regroupé les activités informelles indépendantes et le salariat informel. Ce choix est justifié par la très faible intensité capitalistique des activités informelles indépendantes, dont on a par conséquent considéré qu'elles étaient à rendements du travail constants.

Les modèles d'allocation du temps de travail pour les ménages agricoles ont fait l'objet d'une littérature abondante qui s'intéresse plus particulièrement à l'estimation des paramètres (Skoufias, 1994), à la question de la séparabilité des comportements, aux types de rationnement auxquels font face ces ménages (Benjamin, 1992), à la substituabilité de différents types de travail (Jacoby, 1992 et 1993). L'approche que nous avons adoptée ne constitue pas une contribution aux questions soulevées dans ce courant de la littérature microéconométrique mais fait un usage poussé des développements théoriques et des résultats empiriques de ces travaux pour la construction des fondements microéconomiques du modèle.

Traditionnellement, la modélisation des choix d'allocation du temps de travail est envisagée dans un contexte où les activités salariées sont dominantes. L'existence d'un ou de plusieurs marchés du travail permet de faire référence à des prix qui sont utilisés pour l'estimation des équations du modèle. Les ménages agricoles ont deux caractéristiques fondamentales qui justifient l'extension des modèles traditionnels du producteur et du consommateur : d'une part l'utilisation dominante de travail familial, d'autre part la consommation d'une partie souvent importante de leur production. Les modèles standards du marché du travail distinguent en effet traditionnellement les institutions qui offrent du travail (les ménages) des institutions qui demandent du travail (les entreprises). Cette représentation est insatisfaisante pour décrire le fonctionnement du marché du travail rural où les ménages agricoles sont des institutions qui offrent et demandent du travail tout à la fois. Du côté de la production, le niveau de chaque activité, et par conséquent le niveau de demande de travail, est déterminé par la maximisation du profit. Du côté de la consommation, la demande de loisir, et par conséquent l'offre de travail, est déterminée par la maximisation de l'utilité. La séparabilité des comportements de demande et d'offre de travail, et par conséquent le comportement de ces ménages par rapport au marché du travail rural dépend de l'existence et du fonctionnement du marché du travail : soit ce marché existe et fonctionne parfaitement et le ménage maximise indépendamment son profit (ce qui détermine sa demande de travail) et son utilité (ce qui détermine son offre de travail). Dans ce cas, la productivité marginale du travail sur l'exploitation est égale au taux de salaire de marché et ne dépend ni des dotations en facteur de production du ménage, ni de ses préférences de consommateur. Si, au contraire, le marché n'existe pas, chaque ménage équilibre son offre et sa demande de travail, ce qui lie ses préférences de consommateur et son comportement de producteur. Dans ce cas, la productivité marginale du travail sur l'exploitation dépend des caractéristiques du ménage. Ces caractéristiques sont composées non seulement d'éléments observables comme la dotation en facteurs de production du ménage, sa composition démographique, les niveaux d'éducation et d'expérience de ses membres mais également de caractéristiques non observables telles ses préférences entre travail sur l'exploitation et travail hors exploitation.

Aucun de ces deux modèles polaires n'explique de manière satisfaisante le fonctionnement réel des marchés, ni à Madagascar, ni dans la plupart des pays en voie de développement. De nombreuses observations font en effet état à la fois de l'existence d'un marché du travail rural et de productivités marginales différentes d'un ménage à un autre. On observe ainsi typiquement une productivité marginale du travail plus élevée chez les plus "gros" agriculteurs. Diverses explications de ce phénomène ont été proposées dans le cadre des études sur la relation inverse entre taille des exploitations et rendements. Dans son travail sur l'allocation du temps de travail des ménages agricoles, Benjamin (1992) analyse trois modèles de rationnement : contrainte sur l'offre de travail hors-exploitation, rationnement du côté de la demande de travail, productivité marginale différente du travail familial et salarié.

Dans notre modèle, nous avons choisi de traiter de manière asymétrique l'offre hors exploitation de travail et la demande de travail salarié. Cette approche est justifiée par l'observation selon laquelle même les ménages qui emploient de la main d'œuvre agricole salariée peuvent avoir une productivité marginale faible, inférieure au taux de salaire moyen agricole observé. Nous avons donc fait l'hypothèse que le travail salarié était complémentaire au travail familial. La validité de cette hypothèse est renforcée par le caractère saisonnier de l'emploi de la main d'œuvre agricole à Madagascar. L'emploi est en effet particulièrement important au moment du repiquage du riz dans les champs irrigués. Sur chaque parcelle, cette opération doit être réalisée rapidement, idéalement en une journée, afin que les pousses croissent au même rythme et que la maîtrise de l'eau puisse être assurée convenablement. Typiquement, les ménages riziculteurs font appel à du travail salarié ou à de l'entraide à cette période. Le coefficient technique lié au travail non familial est néanmoins spécifique à chaque ménage puisque la quantité de travail d'appoint nécessaire dépend des caractéristiques démographiques du ménage ainsi que de la taille de l'exploitation.

Du côté de l'emploi hors exploitation, les ménages agricoles ont plusieurs possibilités, parmi lesquelles le travail salarié agricole ou informel ou bien une activité informelle artisanale ou commerciale. Bien que n'étant pas salariées, ces activités sont néanmoins très intensives en travail et nous les avons traitées comme des activités à rendements constants du travail. Une fois encore, les observations empiriques ont déterminé les choix de spécifications. Il faut en effet trouver un modèle qui explique l'observation selon laquelle les ménages qui offrent du travail à l'extérieur de l'exploitation ont des productivités marginales du travail sur l'exploitation faibles. Parmi les modèles de rationnement possibles, nous avons choisi de considérer qu'il existait des coûts de transaction et/ou des éléments de préférence qui expliquent cette observation. Le modèle d'allocation du temps de travail devient ainsi discret. Les ménages qui n'offrent pas de travail à l'extérieur de l'exploitation ont une productivité marginale de leur travail sur l'exploitation supérieure à leur taux de salaire potentiel hors exploitation, corrigé par les coûts.

Les ménages qui offrent du travail à l'extérieur de l'exploitation ont une productivité marginale qui est égale à leur taux de salaire hors-exploitation, corrigé des coûts de transaction.

L'offre de travail salarié formel étant complètement rationnée par la demande, elle n'entre pas de manière explicite dans le modèle d'allocation du temps de travail. Un choc exogène sur la demande de travail salarié formel aura néanmoins un impact sur le temps disponible pour les activités agricole et informelle. Elle aura également un impact sur le revenu du ménage, ce qui affectera son offre de travail globale.

Les ménages non agricoles

Les ménages non agricoles offrent du travail salarié informel et/ou formel. Leur demande de loisir et par conséquent leur offre globale de travail dépend de leur taux de salaire et de leur revenu hors revenu du travail. L'offre de travail salarié formel étant complètement rationnée par la demande, l'impact potentiel d'un choc exogène sur la demande de travail formel ou sur le taux de salaire formel est le même que celui décrit plus haut pour les ménages agricoles.

6.3.2. Revenu disponible, épargne, consommation finale et intermédiaire

Le revenu des ménages provient de nombreuses sources : activités agricoles, activités informelles, salaires formels, dividendes du capital formel, revenus du métayage, transferts des autres ménages et du gouvernement. Ces différentes sources sont prises en compte de manière explicite et, à l'exception des revenus du secteur formel et des transferts, sont endogènes dans le modèle. Chaque ménage peut ainsi percevoir des revenus provenant de plusieurs sources.

Une partie du revenu total est épargnée. Le taux d'épargne est endogène. C'est une fonction croissante du revenu total.

Ensuite, la consommation finale est représentée à travers un système linéaire de dépense (LES). Cette spécification permet de distinguer de prendre en compte des dépenses incompressibles et des dépenses surnuméraires.

Finalement, chaque activité consomme des biens intermédiaires. Les coefficients techniques pour le secteur agricoles sont spécifiques à chaque ménage.

6.4. Description du cadre d'équilibre général

Le cadre d'équilibre général est constitué des équations d'équilibre sur les marchés des biens et des facteurs. Ce cadre permet de prendre en compte des effets indirects à travers les changements de prix relatifs. Les bouclages macroéconomiques ne sont néanmoins pas spécifiés explicitement. Les hypothèses implicites sont que l'épargne du gouvernement et l'investissement total sont flexibles, et que le taux de change est fixe et l'épargne étrangère est flexible.

Le modèle est un modèle statique à trois secteurs : le secteur agricole, le secteur informel et le secteur formel. Le secteur agricole produit deux types de biens, un bien échangeable qui est exporté et un bien non échangeable. Les deux autres secteurs ne produisent qu'un seul type de bien. Le bien informel est un bien non échangeable, tandis que le bien formel est échangeable. Les facteurs de production sont le travail, la terre et le capital formel. L'offre totale de travail est endogène et définie au niveau ménage. Les niveaux de production des activités agricole et informelle sont également déterminés au niveau ménage, ainsi que la demande de travail agricole. La demande de travail informel est déterminée au niveau agrégé par la demande de bien informel et de travail agricole salarié. L'offre de travail informel est déterminée au niveau individuel à travers le modèle d'allocation du temps de travail décrit plus haut. La demande de travail formel est exogène. Les stocks de capital (terre, bétail et équipement agricole pour le secteur agricole, capital formel pour le secteur formel) sont spécifiques et fixes pour les activités agricole et formelle, tandis que le capital utilisé dans le secteur informel est intégré au travail (cf note 3). Le capital et le travail sont substituables dans la production agricole. Le marché du travail formel est déterminé par une demande exogène à prix fixes. L'allocation du travail entre productions agricole et informelle est déterminée au niveau microéconomique, selon le modèle d'allocation du temps de travail décrit dans la section 6.3.

Bien que le modèle soit établi sur l'information au niveau du ménage, une matrice réduite de comptabilité sociale (MCS) avec 13 comptes peut être dérivée des données de base (Tableau 6.1). Dans cette MCS stylisée, le facteur de travail est désagrégé en trois types de travail, à savoir travail agricole familial, travail salarié informel et travail salarié formel. Le compte de ménage est désagrégé en deux comptes, un pour les ménages urbains et l'autre pour les ménages ruraux. Le compte du secteur formel est un agrégat des comptes d'activités formelles privées et publiques, tandis que le dernier compte est un agrégat des comptes des entreprises formelles, du gouvernement, de l'épargne-investissement et du reste du monde.

Tableau 6.1 : Matrice de Comptabilité Sociale (en milliards de franc Malgaches 1995)

	AGRI	INF	FOR	L1	L2	L3	T	K	M-URB	M-RUR	RES	TOT
AGRI	2 087	1 438	515						893	1 580	1 751	8 263
INF	779	439	386						1 378	1 525		4 507
FOR	1 168	519	5 530						2 733	2 564	347	12 862
L1	1 986											1 986
L2	170	1 598										1 767
L3			2 193									2 193
T	2 073											2 073
K		200	4 238									4 439
M-URB				221	976	1 749	231	1 848				5 024
M-RUR				1 766	792	443	1 843	695			131	5 669
RES		313						1 896	20			2 229
TOT	8 263	4 507	12 862	1 986	1 767	2 193	2 073	4 439	5 024	5 669	2 229	

L1 = travail agricole familial

L2 = travail informel et travail agricole salarié

L3 = travail formel

La matrice présentée ci-dessus est stylisée dans la mesure où le modèle considère en réalité 4500 ménages, dont 3500 environ sont des producteurs agricoles. Ainsi, les comptes de ménage, de facteur et d'activités sont en pratique constitués de plusieurs milliers de comptes.

6.5. Une application illustrative dans le cas de Madagascar

Certaines des fonctions microéconomiques ont été estimées sur les données transversales : la fonction de production agricole au niveau des ménages, l'équation de revenu informel au niveau des ménages et à l'équation de salaire formel au niveau individuel. Du côté de la consommation, les paramètres du système linéaire de dépenses et de la fonction d'offre de travail n'ont pas pu être estimés mais ont été calibrés à partir des données dérivées des enquêtes de ménage et de la MCS, ainsi que d'estimations trouvées dans la littérature.

6.5.2. Résultats des estimations

Les techniques économétriques mises en œuvre sont inspirées dans la mesure du possible de travaux économétriques portant sur l'allocation du temps de travail des ménages. La complexité des méthodes mises en œuvre est néanmoins limitée par la nécessité d'estimer les fonctions sur l'ensemble des ménages et non sur un sous-échantillon. Ainsi, dans le cas de la fonction de production agricole, nous n'avons pas différencié les types de travail en fonction de la qualification ou du sexe, car nous n'avons pas trouvé de fonction néoclassique qui soit satisfaisante du point de vue de ses propriétés et qui permette de considérer des quantités nulles d'un des facteurs de production. L'estimation d'une fonction à plusieurs types de travail aurait permis par ailleurs d'écrire le modèle d'allocation du temps de travail au niveau des individus et non des ménages. A notre connaissance, seuls Newman et Gertler (1994) ont mis en œuvre l'estimation complète d'un modèle d'allocation du travail pour des ménages agricoles à nombre arbitraire de membres. Leur spécification suppose néanmoins de n'utiliser qu'une partie de l'information disponible puisque l'estimation du modèle repose uniquement sur les données de productivité marginale observées, c'est-à-dire sur les salaires, et utilise les conditions de Kuhn-Tucker du modèle pour estimer la productivité marginale du travail familial sur l'exploitation. La comparaison des productivités observées (des salaires) et non observées (dérivées à partir de l'estimation d'une fonction de production agricole) à partir des données de l'EPM93 montre que les hypothèses adoptées dans ce cadre ne sont pas être vérifiées.

La fonction de production agricole

Suivant Jacoby (1993) et Skoufias (1994), nous avons estimé une fonction de production agricole et avons dérivé la productivité marginale du travail agricole pour chaque ménage. Les ménages agricoles sont définis comme tous ceux qui tirent un revenu de l'exploitation de la terre. D'autres facteurs agricoles incluent l'équipement agricole et le cheptel²².

Dans le cas du travail, nous n'avons différencié selon le sexe, le niveau éducation et/ou le statut dans le ménage. L'estimation d'une fonction à plusieurs types de travail nous aurait permis de dériver les productivités du travail agricole au niveau individuel. Cette procédure nécessite de trouver une fonction néoclassique ayant des propriétés satisfaisantes et qui permette de prendre en compte des quantités nulles de facteurs de production, sans biaiser les coefficients. La recherche d'une fonction permettant de prendre en compte des quantités nulles d'intrants nous a conduit à considérer l'estimation d'une fonction quadratique emboîtée dans une fonction Cobb-Douglas. La forme quadratique permet de prendre en compte plusieurs types de travail et des quantités nulles de facteurs. Deux raisons nous ont conduit à abandonner cette approche. D'une part, les résultats de l'estimation de la fonction emboîtée sont beaucoup moins satisfaisants du point de vue économétrique. D'autre part, la fonction est beaucoup moins maniable analytiquement, ce qui complique considérablement l'écriture du modèle. Le choix d'une Cobb-Douglas est lié aux avantages en termes d'interprétation et de maniabilité de cette forme fonctionnelle. Au-delà de l'homogénéité du travail familial, les hypothèses liées à l'utilisation d'une Cobb-Douglas sont fortes : la contribution des facteurs de production est représentée de façon non jointe (hypothèse de séparabilité forte des facteurs de production), et le taux de substitution marginal entre les facteurs pris deux à deux est égal à 1 et ne dépend pas des autres facteurs.

Le logarithme de la valeur ajoutée agricole est régressé sur les logarithmes des quatre facteurs de production (travail en heures, terre en hectares, équipement en valeur, cheptel en valeur), le niveau moyen d'éducation du ménage, ainsi que des variables caractérisant la terre cultivée (part de superficie irriguée, part de superficie en propriété, part des cultures de rente) et des variables caractérisant la région. Du fait de l'endogénéité de certaines variables explicatives, l'estimation par les moindres carrés ordinaires (MCO) est susceptible de donner des résultats biaisés. Le biais d'endogénéité peut résulter d'une part de la simultanéité des décisions de production et d'allocation des inputs, d'autre part des effets fixes d'hétérogénéité non observée. La multiplicité des sources d'endogénéité ne permet pas de déterminer a

²² Tous les ménages agricoles ne possèdent pas ces facteurs de production. Afin de les prendre néanmoins en compte dans l'estimation, nous avons suivi l'approche de Skoufias (1994) qui estime lui aussi une fonction Cobb-Douglas. La fonction de production agricole étant estimée sous forme de logarithme, cette approche consiste à ajouter 1 aux quantités de facteur qui ont une valeur nulle pour certains ménages.

priori le sens du biais. Le stock de capital, la superficie cultivée et le cheptel étant considérés fixes sur la période considérée (une année de production) et les consommations intermédiaires étant déduites de la valeur de la production - ce qui revient à considérer qu'elles sont complémentaires - la seule variable instrumentée est l'utilisation de travail familial. Les variables instrumentales (VI) doivent être corrélées avec les variables explicatives mais pas avec les résidus de la fonction de production. Les VI choisies sont la structure démographique du ménage ainsi que l'âge du chef de ménage.

Les résultats des estimations par les MCO et par les VI sont présentés dans le Tableau 6.2. La première étape de l'estimation - la régression de la variable instrumentée sur les variables instrumentales - indique que les instruments sont relativement performants dans l'explication de la variation des quantités de travail familial appliquées à l'activité agricole. Les résultats du test de suridentification permettent de rejeter l'hypothèse nulle de corrélation entre les résidus de l'estimation par les VI et les instruments, tandis que les résultats du test de Durbin-Wu-Hausman montrent que le coefficient du travail familial dans la fonction de production estimée par les VI est significativement différent du coefficient estimé par les MCO. La comparaison des résultats des estimations par les MCO et les VI montre enfin que le coefficient du travail familial (correspondant à sa contribution dans la valeur ajoutée agricole) est biaisé vers zéro dans la première estimation, puisqu'il passe de 0,27 à 0,52. Les paramètres correspondant aux autres facteurs de production diminuent légèrement dans l'estimation par les VI, mais la somme totale des contributions des facteurs de production augmente significativement entre les deux estimations, passant de 0,69 à 0,88. Cette valeur n'étant pas significativement différente de 1 d'après les résultats de l'estimation, on peut considérer que la fonction de production agricole est à rendements d'échelle constants.

Tableau 6.2 : Résultats des estimations de la fonction de valeur ajoutée agricole (MCO et VI)

	MCO	erreur standard	VI	erreur standard
Log du travail familial	0,268	0,023	0,521	0,081
Log de la superficie cultivée	0,309	0,014	0,274	0,018
Log de la valeur de l'équipement	0,055	0,008	0,036	0,010
Log de la valeur du cheptel	0,058	0,004	0,049	0,005
Niveau d'éducation	0,012	0,007	0,020	0,007
Part de la superficie irriguée	0,274	0,054	0,251	0,056
Part de la superficie en propriété	0,251	0,044	0,223	0,046
Part de la superficie en cultures de rente	0,593	0,119	0,592	0,122
Milieu rural?	0,275	0,056	0,179	0,065
Région 1?	0,067	0,077	0,025	0,079
Région 2?	0,409	0,076	0,292	0,085
Région 3?	0,022	0,076	-0,017	0,078
Région 4?	0,202	0,083	0,162	0,085
Région 5?	-0,195	0,083	-0,197	0,084
PIB par tête au niveau départemental	0,144	0,020	0,161	0,021
Constante	5,723	0,197	4,400	0,455
R ²	0,483		0,460	
Suridentification ^b			21,005	0,1015
Durbin-Wu-Hausman ^c			11,020	0,0001
Taille de l'échantillon	2 904		2 904	

^a la variable dépendante variable est le log de la valeur ajoutée agricole.

^b test de suridentification pour l'exclusion des instruments, Distribution du $\chi^2(d)$ sous l'hypothèse nulle (avec d, ordre de suridentification) et probabilité associée.

^c test de Durbin-Wu-Hausman du biais de la spécification MCO, Distribution du $\chi^2(1)$ sous l'hypothèse nulle et probabilité associée.

Les équations de salaire informel et formel

L'équation de salaire informel a été estimée au niveau ménage (Tableau 6.3), tandis que l'équation de salaire formel a été estimée au niveau individuel (Tableau 6.4). Les variables à expliquer sont les logarithmes des taux de salaire. Seuls les résultats des estimations par les MCO ont été retenus. Les

résultats des estimations selon la procédure d'Heckman en deux étapes pour les deux équations de salaire ont en effet montré qu'il n'y a pas de biais observable de sélection.

Tableau 6.3 : Résultats de l'estimation de l'équation de salaire informel au niveau ménage

	MCO	Erreurs standards
Niveau d'éducation	0,103	0,008
Expérience professionnelle	0,009	0,009
(Expérience professionnelle) ² /1000	-0,076	0,110
Sexe du chef de ménage	0,184	0,056
Equipement informel	0,043	0,012
Milieu urbain?	0,041	0,063
Région 1?	-0,658	0,092
Région 2?	-0,753	0,106
Région 3?	-0,544	0,099
Région 4?	-0,383	0,114
Région 5?	-0,252	0,108
PIB par tête au niveau départemental	0,431	0,207
Constante	5,325	0,215
R ²	0,127	
Taille de l'échantillon	2 605	

Tableau 6.4 : Résultats de l'estimation de l'équation de salaire formel au niveau individuel

	MCO	Erreurs standards
Niveau d'éducation	0,116	0,004
Expérience professionnelle	0,068	0,007
(Expérience professionnelle) ² /1000	-0,001	0,000
Sexe	0,188	0,047
Statut	0,084	0,049
Milieu urbain?	0,045	0,056
Région1?	-0,188	0,073
Région2?	-0,241	0,091
Région3?	0,060	0,082
Région4?	-0,142	0,088
Région5?	-0,115	0,087
PIB par tête au niveau départemental	0,473	0,166
Constante	3,583	0,155

R ²	0,413
Taille de l'échantillon	1 196

Les performances des deux régressions en termes d'explication de la variance sont relativement mauvaises pour l'équation de salaire informel ($R^2=12,7\%$) et relativement bonnes pour l'équation de salaire formel ($R^2=41,3\%$). Les résultats montrent néanmoins que les coefficients des variables de capital humain ont les signes attendus dans les deux équations. Les rendements de l'éducation sont en effet positifs et significatifs et les rendements de l'expérience sont positifs dans les deux régressions mais significatifs uniquement dans la deuxième. Le signe du paramètre de l'expérience au carré (introduit pour prendre en compte les rendements décroissants de l'expérience) est négatif et significatif dans la régression du salaire formel. Les rendements de l'éducation apparaissent par ailleurs 5 fois plus élevé dans le secteur informel que dans le secteur agricole. Le coefficient de la variable indiquant le sexe (du chef de ménage dans le cas de l'équation de salaire informel, de l'individu dans l'équation de salaire formel) est significatif et positif, indiquant que les hommes ont vraisemblablement un taux de salaire moyen significativement supérieur à celui des femmes dans les deux secteurs, toutes choses égales par ailleurs.

6.5.3. Calibration, paramètres et algorithme

La calibration est une étape classique dans la construction des modèles appliqués, en particulier dans celle des modèles d'équilibre général. Dans le cas de notre modèle, les procédures de calibration sont de plusieurs types. Dans un premier temps, la réconciliation des données microéconomiques de 1993 avec les données macroéconomiques de 1995 a été réalisée à l'aide d'un programme de recalibration des poids statistiques (Chapitre 5). Des procédures relativement "classiques" de calibration ont été mises en oeuvre pour calibrer les paramètres du système de demande, de l'offre de travail et de la CET. En revanche, le tirage des salaires potentiels et de réserve constitue une étape originale, caractéristique des modèles de microsimulation à comportements microéconomiques endogènes.

Calibration des paramètres

Le système linéaire de dépenses (LES) a été calibré pour chaque ménage étant donné les parts budgétaires dérivées des données de ménage et de la MCS, les élasticités-revenu des demandes agricole et formelle, et le paramètre de Frisch. Les élasticités-prix et les paramètres du LES ont été dérivés du processus de calibration. A l'issue de ce processus de calibration, les dépenses minimales sont spécifiques à chaque ménage, ainsi que les propensions à consommer le revenu surnuméraire. Cette spécification

conduit à des fonctions de demande dont l'agrégation n'est pas parfaite, c'est-à-dire dont l'agrégat ne peut pas être décrit à travers une fonction du même type que la fonction individuelle. Seule une spécification basée sur des propensions marginales à consommer du revenu surnuméraire égales pour tous les ménages permet une agrégation parfaite (Encadré 6.1).

Encadré 6.1 : Calibration du LES et agrégation parfaite

D'après Deaton et Muellbauer (1980), le système linéaire de dépenses s'écrit

$$p_i q_i = p_i \gamma_i + \beta_i \left(x - \sum p_j \gamma_j \right) \text{ avec } \sum \beta_j = 1$$

où q_i consommation en bien i

x revenu disponible

γ_i consommation minimale

β_i propension marginale à consommer du revenu surnuméraire

La calibration des paramètres du LES repose généralement (Dervis et al., 1982) sur la connaissance des élasticités-revenu de la demande de chaque bien (ϵ_i), du paramètre de Frisch (ϕ), et des parts budgétaires (ω_i). On peut en effet montrer que :

$$\beta_i = \epsilon_i \omega_i$$

Sachant que
$$\phi = \frac{-x}{x - \sum p_j \gamma_j}$$

On peut montrer que
$$\gamma_i = \left(\frac{x}{p_i} \right) \left(\omega_i + \frac{\beta_i}{\phi} \right)$$

Soit q_{ih} la consommation de bien i du ménage h. Le système linéaire de dépense du ménage h s'écrit

$$p_i q_{ih} = p_i \gamma_{ih} + \beta_{ih} \left(x_h - \sum p_j \gamma_{jh} \right)$$

La consommation agrégée est la somme des consommations individuelles et s'écrit :

$$p_i q_i = \sum_h p_i q_{ih} = p_i \sum_h \gamma_{ih} + \sum_h \beta_{ih} \left(x_h - \sum p_j \gamma_{jh} \right)$$

On a agrégation parfaite des demandes individuelles, c'est-à-dire

$$p_i q_i = p_i \gamma_i + \beta_i \left(x - \sum_j p_j \gamma_j \right) \quad \text{avec} \quad \gamma_i = \sum_h \gamma_{ih} \quad \text{et} \quad x = \sum_h x_h$$

si seulement si $\beta_{ih} = \beta_{ih'} = \beta_i$ quels que soient h et h'.

La fonction d'offre de travail a été calibrée pour chaque ménage étant données les élasticités-prix et revenus tirées de Jacoby (1993). La fonction de l'épargne a été calibrée étant donnée l'élasticité-revenu de la pension marginale à épargner. Enfin, la demande agricole autonome a été calibrée étant donnée l'élasticité-prix de la demande. D'autres calibrations incluent les revenus du métayage et du capital formel.

Enfin, on pose l'hypothèse d'Armington de substituabilité imparfaite entre biens agricoles produits pour le marché local et biens agricoles exportés. La formalisation de cette hypothèse repose sur la spécification d'une fonction à élasticité constante de transformation (CET) pour chaque ménage agricole. La calibration de la fonction CET s'appuie sur les données de production issues de l'enquête mais requiert également la définition du paramètre d'élasticité de substitution entre production pour le marché local et exportation. Ce paramètre ne pouvant être estimé du fait de l'absence de séries longues de production et de prix, une valeur " moyenne " a été choisie. Par la suite, différentes simulations ont été réalisés pour tester la sensibilité des résultats du modèle à la valeur de ce paramètre.

Les paramètres non estimés du modèle de base sont présentés dans le Tableau 6.5.

Tableau 6.5 : Paramètres du modèle

Paramètre	Valeur
Elasticité-revenu	
de la demande agricole	0.60
de la demande informelle	0.97
de la demande formelle	1.20
Elasticité-prix	
de la demande agricole	-0.40
de la demande informelle	-0.62
de la demande formelle	-0.84
Elasticité-revenu de l'offre de travail	-0.06
Elasticité-prix de l'offre de travail	0.10
Elasticité-prix de la demande agricole autonome	1.50
Elasticité de substitution de la CET	-10.00

Estimation des salaires potentiels

Afin de modéliser, d'une part, les choix d'allocation du temps de travail et, d'autre part, les embauches du secteur formel il est nécessaire de connaître les salaires potentiels informel et formel pour les ménages et les individus ne participant pas au marché du travail considéré. L'estimation de ces salaires est réalisée sur la base des résultats des estimations économétriques présentées plus haut. A partir de ces estimations on peut en effet calculer le salaires potentiels informel (pour chaque ménage) et formel (pour chaque actif) étant donné les niveaux de capital humain spécifiques et les valeurs des autres variables explicatives de la régression. L'étape suivante consiste à tirer les résidus qui représentent les effets fixes. Dans le cas du salaire informel, ce tirage est réalisé sous deux hypothèses. La première concerne la distribution des résidus, qui est supposée normale. La seconde concerne le modèle d'allocation du temps de travail pour les ménages agricoles, avec lequel les valeurs des salaires informels potentiels et de réserve doivent être cohérentes. Les résidus des salaires potentiels et de réserve sont tirés sous condition que la productivité marginale du travail agricole, c'est-à-dire le salaire implicite du travail agricole, soit supérieur au salaire informel potentiel corrigé du salaire de réserve. Dans le cas du tirage des résidus du salaire informel des ménages non agricoles et des salaires formels individuels, seule l'hypothèse de distribution normale est retenue.

Equations et hétérogénéité

Les équations microéconomiques et macroéconomiques du modèle sont présentées dans le Tableau 6.6.

Tableau 6.6 : Equations du modèle

Equations	Domaine	Description
Equations microéconomiques		
1 $w_{1h} = w_{1h}(p_1; Z_h, T_h)$	$h \in H$	salaire agricole implicite
2 $w_{2h} = w_{2h}(p_2; Z_h)$	$h \in H$	salaire informel
3 $w_h = \text{Max} \left\{ \frac{w_{2h}}{r_h}; w_{1h} \right\}$	$h \in H$	productivité agricole marginale
4 $X_{1h} = X_{1h}(p_1, w_h; T_h)$	$h \in H$	valeur ajoutée agricole
5 $L_{1h}^d = L_{1h}^d(w_h; T_h)$	$h \in H$	demande de travail agricole
6 $L_h^s = L_h^s(p_1, p_2, w_h; T_h, Z_h)$	$h \in H$	offre total de travail

7	$L_{2h}^s = L_h^s - L_{1h}^d$	$h \in H$	offre de travail informel
8	$Y_h = p_1 \cdot X_{1h} + w_{2h} \cdot L_{2h}^s + V_h$	$h \in H$	revenu total
9	$mps_h = mps_h(Y_h)$	$h \in H$	propension marginale à épargner
10	$C_{ih} = \gamma_{ih} + \frac{\beta_i}{p_i} \cdot \left(Y_h \cdot (1 - mps_h) - \sum_j p_j \gamma_{jh} \right)$	$h \in H,$ $i \in I$	système linéaire de dépenses

Equations d'agrégation

11	$X_1^s = \sum_h X_{1h} \cdot \left(1 + \sum_j ct_{1jh} \right)$		offre agricole agrégée
12	$X_2^s = \left(\frac{\sum_h w_{2h} \cdot L_{2h}^s}{p_2} \right) \cdot \left(1 + \sum_j ct_{2j} \right)$		offre informelle agrégée
13	$X_i^d = \sum_h C_{ih} + \sum_j ct_{ji} \cdot X_j + D_i$	$i \in I$	demande totale de bien i

Equations d'équilibre

14	$X_i^d = X_i^s$	$i \in I$	équation d'équilibre pour le bien i
----	-----------------	-----------	-------------------------------------

Indices

$i, j \in I$ activités et biens

$h \in H$ ménages

Paramètres

ct_{ij} coefficients input-output de l'activité i à j

ct'_{ij} coefficients input-output pour l'agriculture (spécifiques aux ménages)

γ_{ih}, β_i paramètres du LES pour le bien i et le ménage h

r_h salaire de réserve pour le travail hors exploitation du ménage h

T_h caractéristiques de l'exploitation agricole du ménage h (superficie, équipement, cheptel,,)

Z_h caractéristiques du ménage h (taille du ménage, composition démographique, éducation,,)

Variables

p_i prix du bien i

w_{1h} salaire implicite du travail familial du ménage h sur l'exploitation

w_{2h} salaire informel du ménage h

w_h	salaires du ménage h
L_h^s	offre totale de travail du ménage h
L_{1h}^d	demande de travail agricole du ménage h
L_{2h}^s	offre de travail informel du ménage h
X_{1h}	valeur ajoutée agricole du ménage h
Y_h	revenu du ménage h
mps_h	propension marginale à épargner du ménage h
C_{ih}	consommation en bien i du ménage h
D_i	demande autonome de bien i
X_i^s	offre agrégée de bien i
X_i^d	demande agrégée de bien i

Le modèle permet la prise en compte de différentes sources d'hétérogénéité au niveau des ménages. Ceux-ci diffèrent en effet par leurs caractéristiques démographiques et leur lieu d'habitation, par leurs dotations en capital physique et humain, par leur position sur le marché du travail, par leurs préférences de consommation et d'offre de travail. La conservation des résidus dans les équations microéconomiques permet de prendre en compte des éléments d'hétérogénéité non expliqués.

Algorithme et résolution

Le modèle a été écrit à l'aide du logiciel GAUSS. L'algorithme de résolution est un balayage à pas décroissants qui recherche les prix d'équilibre qui annulent les demandes nettes de bien agricole et de travail informel. A chaque itération, toutes les fonctions de comportements microéconomiques sont recalculées avec les nouveaux prix. Le processus d'allocation du temps de travail pour les ménages agricoles étant discret, ceux-ci peuvent "basculer" d'un état d'autarcie (où ils ne participent pas au marché du travail salarié) à un état de pluriactivité, selon les valeurs respectives du taux de salaire implicite sur l'exploitation (qui dépend du prix du bien agricole) et du taux de salaire de marché corrigé (qui dépend du prix du travail informel). Les demandes et les offres individuelles sont ensuite agrégées pour obtenir les fonctions de demande nette que l'on cherche à annuler. Le temps de résolution dépend bien évidemment de l'ampleur des chocs et des capacités de calcul disponibles. A titre d'exemple, il varie entre 1 et 5 minutes pour les chocs considérés sur un Pentium 450, disposant de 128 MB de mémoire vive.

6.6. Analyse de l'impact de différents chocs de croissance sur la pauvreté et les inégalités

Le premier ensemble de simulations porte sur différents chocs de croissance, pouvant correspondre à différentes stratégies de développement. L'impact de ces différents chocs sur la pauvreté et les inégalités est analysé. La statique comparative du modèle est étudiée à travers l'analyse des résultats au niveau agrégé. La décomposition des résultats ex-ante / ex-post permet de mettre en valeur l'importance des effets d'équilibre général, tandis que la lecture des résultats microéconomiques à travers une classification détaillée des ménages permet d'évaluer l'apport de l'endogénéisation de la variance intra groupe des revenus. Les résultats de tests de sensibilité aux paramètres non estimés sont ensuite présentés.

6.6.1. Quelques éléments descriptifs

Les données microéconomiques sont fournies par l'enquête EPM (Enquête Permanente auprès des Ménages) de 1993, une enquête nationale de type DSA (dimension sociale de l'ajustement) couvrant 4508 ménages. Cette enquête a été réalisée pour le compte du gouvernement malgache par l'INSTAT (Institut National de la Statistique). Les données macroéconomiques correspondent à celles de la Matrice de Comptabilité Sociale de Madagascar pour l'année 1995 (Razafindrakoto et Roubaud, 1997). Cette MCS a, par ailleurs, été utilisée comme base d'un modèle d'équilibre général calculable appliqué à Madagascar (Dissou, Haggblade et al., 1999). La réconciliation des données microéconomiques de 1993 avec les données macroéconomiques de 1995 a été réalisée à l'aide d'un programme de recalibration des poids statistiques (Chapitre 5). Les résultats du modèle correspondent donc à l'économie malgache de l'année 1995 et présentés en Franc Malgaches constants de 1995.

Les chiffres du Tableau 6.7 montrent que la structure du revenu diffère beaucoup entre les ménages ruraux d'une part, dont les revenus sont dominés par la production agricole, et les ménages urbains d'autre part, dont les revenus sont dominés par les revenus des facteurs de production formels. La structure de la consommation diffère également puisque la part budgétaire agricole est de 17,9% en milieu urbain et de 27,9% en milieu rural.

Tableau 6.7 : Structure du revenu et de la consommation (%)

Ménages	Poids	Structure du revenu					Parts Budgétaires	
		Production agricole	Activité informelle	Salaire formel	Capital formel	Culture de rente	Agricole	Informel
urbains	25,0	8,3	18,2	32,7	34,5	2,6	17,9	27,5

ruraux	75,0	60,3	13,4	7,5	11,8	10,7	27,9	26,9
moyen	100,0	35,7	15,7	19,5	22,6	6,9	23,2	27,2

Source: EPM93, calculs des auteurs.

Le Tableau 6.8 présente différents indicateurs de pauvreté et d'inégalités ainsi que la répartition des pauvres entre milieu rural et milieu urbain.

Tableau 6.8 : Pauvreté et Inégalités

Ménages	Poids	Bien-être	Theil	P0	P1	P2	P0*
urbains	25,0	1 627,6	90,9	43,4	17,6	9,5	41,3
ruraux	75,0	605,1	51,0	74,9	37,4	23,3	70,9
moyen	100,0	863,0	81,6	67,0	32,4	19,8	62,5

Source: EPM93, calculs des auteurs.

Plusieurs indicateurs sont utilisés pour cette analyse descriptive et seront repris pour l'analyse des résultats²³. Les trois indicateurs de pauvreté reposent sur la définition d'une ligne de pauvreté. A la suite de plusieurs analyses de la pauvreté à Madagascar, nous avons repris la ligne calorique par tête qui correspond au seuil de pauvreté utilisé au niveau national et qui s'élève à 248 000 Francs malgaches de 1993²⁴. Ce seuil correspond à un revenu par tête permettant d'acheter un panier minimum de denrées alimentaires de base (représentant une ration calorique de 2 100 Kcal par jour) et de produits non alimentaires de première nécessité. Le premier indicateur (P0) est celui du taux de pauvreté. Il correspond à la part de la population vivant en dessous d'un seuil de pauvreté, mais ne renseigne pas sur le degré de pauvreté. Le second indicateur est celui de profondeur de la pauvreté (P1), où la contribution de chaque individu à l'indicateur agrégé est d'autant plus grande que cet individu est plus pauvre. Le troisième indicateur est la sévérité de la pauvreté (P2), qui est sensible aux inégalités entre les pauvres. Du point de vue de la distribution des revenus, seul l'indice de Theil a été retenu comme indicateur d'inégalité, du fait de ses propriétés. C'est en effet un indicateur facilement décomposable, ce qui permet d'estimer les contributions respectives des inégalités intra et inter groupe à l'inégalité totale. Selon ces indicateurs et la

23 Voir Deaton (1997) pour une présentation détaillée de ces différents indicateurs.

24 L'utilisation de la même ligne en milieu urbain et rural est sujette à discussion. Il est en effet courant de considérer que le même panier de consommation est plus cher en ville. Mais, d'un autre côté, certains auteurs considèrent que les besoins caloriques sont supérieurs en milieu urbain du fait des efforts physiques liés à l'activité agricole.

ligne de pauvreté choisie, les pauvres à Madagascar représentent 67,0% de la population. Le taux de pauvreté est plus élevé en milieu rural où il atteint 74,9% de la population. La profondeur et la sévérité de la pauvreté sont également plus élevées en milieu rural. En revanche, les inégalités sont plus fortes en ville. Bien que le revenu moyen des ménages urbains soient 2,7 fois plus élevé que celui des ménages ruraux, l'inégalité inter groupe ne représente que 15% de l'inégalité totale.

Le Tableau 6.9 présente quelques caractéristiques "structurelles" des ménages malgaches. Ces caractéristiques déterminent en effet en partie la productivité du travail des ménages dans les activités agricole et informelle²⁵. D'autres caractéristiques, non observées, contribuent également à l'hétérogénéité entre les ménages. La productivité du travail informel est calculée sur l'ensemble des ménages, puisque l'estimation du salaire informel nous permet de calculer des taux de salaire informel potentiels pour les ménages pour lesquels ces taux de salaire ne sont pas observés. En revanche, la productivité agricole est calculée uniquement pour les ménages agricoles, car cette activité est liée à un facteur fixe, la terre.

25 Voir, plus bas, les résultats des estimations de la fonction de production agricole et du salaire informel.

Tableau 6.9 : Caractéristiques structurelles des ménages malgaches

MENAGES RURAUX	Pauvres	Non-pauvres	Moyen
Productivité informelle	829,2	2741,9	1458,0
Productivité agricole*	198,1	776,8	382,4
Sexe du chef de ménage	84,1	84,3	84,2
Niveau d'éducation (années)	2,4	3,6	2,8
Equipement informel (000 Fmg)**	9,6	95,0	36,4
Equipement agricole (000 Fmg)*	426,5	1145,7	655,5
Superficie (ha)*	20,5	29,0	23,2
Part irriguée (%)*	32,0	31,1	31,7
Part en propriété (%)*	69,6	72,3	70,5
Rendements*	234,8	474,5	311,1
MENAGES URBAINS			
Productivité informelle	684,8	1718,4	1344,5
Productivité agricole*	215,1	1255,1	750,8
Sexe du chef de ménage	75,9	80,8	79,0
Niveau d'éducation (années)	4,2	7,7	6,4
Equipement informel (000 Fmg)**	18,5	137,7	89,6
Equipement agricole (000 Fmg)*	331,4	901,1	624,8
Superficie (ha)*	11,4	19,1	15,4
Part irriguée (%)*	41,2	44,0	42,7
Part en propriété (%)*	61,4	53,6	57,4
Rendements*	487,8	574,3	532,4
TOUS LES MENAGES			
Productivité informelle	807,2	2340,0	1429,6
Productivité agricole*	199,4	855,8	422,5
Sexe du chef de ménage	82,9	82,9	82,9
Niveau d'éducation (années)	2,7	5,2	3,7
Equipement informel (000 Fmg)**	11,4	114,7	52,9
Equipement agricole (000 Fmg)*	418,9	1105,3	652,2
Superficie (ha)*	19,8	27,4	22,4
Part irriguée (%)*	32,8	33,2	32,9
Part en propriété (%)*	69,0	69,2	69,0
Rendements*	255,1	491,0	335,3

Source: EPM93, calculs des auteurs.

* moyennes calculées sur les ménages agricoles uniquement.

** moyenne calculée sur les ménages informels uniquement.

Les ménages pauvres sont caractérisés par une productivité du travail faible dans les deux secteurs traditionnels. La faiblesse de ces niveaux de productivité est liée à des niveaux peu élevés de

dotation en capital humain et physique. Les ménages pauvres ont en effet des niveaux d'éducation (mesurés en années de scolarité) près de 2 fois moins élevés que les ménage non pauvres, et un niveau moyen d'équipement informel (mesuré en valeur pour les ménages qui pratiquent une activité informelle) 10 fois moins élevé. De manière surprenante, la productivité du travail informel apparaît plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain, malgré des niveaux de dotation en capital humain et physique plus faibles. Le paramètre de la variable dichotomique renseignant sur le milieu n'est pas significativement différent de zéro dans l'équation de revenu informel. Ce résultat peut néanmoins s'expliquer par la pénurie de biens formels en milieu rural, auxquels se substituent des activités informelles. La dotation en facteurs de production des ménages urbains est globalement plus élevée, à part en ce qui concerne l'équipement agricole.

6.6.2. Description des chocs de croissance

Les chocs simulés peuvent être rattachés à différentes stratégies de développement. On peut en effet considérer qu'il existe aujourd'hui deux options pour l'économie malgache. Soit la poursuite de la croissance du secteur formel, à travers, notamment, le développement des entreprises de la zone franche. Soit l'investissement massif dans le développement du secteur agricole, qui a souffert de sous investissement au cours des dernières décennies et dont les performances sont mauvaises. Dans le secteur agricole, l'effort peut être porté soit sur les cultures échangeables (cultures de rente, café-vanille-girofle) qui sont les exportations traditionnelles de Madagascar, soit sur les cultures non échangeables alimentaires (riz, maïs, manioc, légumineuses).

Tableau 6.10 : Tableau des simulations

Simulation	Description
EMBFOR	Embauche formelle et augmentation des revenus du capital formel
SALFOR	Augmentation des salaire formel et des revenus du capital formel
PGFAGRI	Augmentation de la productivité globale des facteurs dans le secteur agricole
PGFALIM	Augmentation de la productivité globale des facteurs dans le secteur alimentaire
PGFRENT	Augmentation de la productivité globale des facteurs dans le secteur de rente
PRXRENT	Augmentation du prix mondial du produit agricole de rente

Les deux premières simulations portent sur la valeur ajoutée du secteur formel. D'après la structure du modèle, celle-ci provient de deux facteurs de production. Dans la première simulation (EMBFOR), la croissance du secteur formel correspond à la création de nouvelles entreprises et donc à une augmentation du stock de capital et d'emploi. Elle est simulée à travers l'augmentation du revenu

provenant des dividendes du capital des entreprises formelles pour les ménages actionnaires, et de la demande de travail formel. Cette augmentation est simulée à travers le tirage d'individus dans la population des actifs non formels et des inactifs de 15 ans et plus. Le schéma d'embauche est partiellement aléatoire. Sa structure est définie en termes de sexe, d'âge, d'éducation, et de milieu (rural/urbain). Cette structure a été déduite des données de ménage et correspond à la structure de l'emploi formel au cours des cinq dernières années. Par ailleurs, les individus dont les revenus agricoles ou informels sont plus élevés que leur salaire formel potentiel sont exclus du schéma. Enfin, tous les individus tirés sont employés sur une base de plein-temps quel que soit leur niveau d'occupation antérieur. Par conséquent, si un individu est embauché dans le secteur formel, moins de temps mais plus de revenu exogène est disponible au niveau du ménage.

Dans la seconde simulation (SALFOR), la valeur ajoutée rémunérant le travail formel augmente à travers une augmentation des salaires formels mais sans effets sur l'emploi. La valeur ajoutée rémunérant le capital formel augmente comme dans la simulation précédente. L'effet direct de ce choc est une augmentation des revenus des ménages recevant un salaire formel. Par rapport à la simulation précédente, on peut s'attendre à ce que les effets sur la pauvreté et les inégalités soient moins favorables.

Les simulations suivantes concernent le secteur agricole. Dans la première simulation touchant le secteur agricole (PGFAGRI), on envisage une augmentation de la productivité globale des facteurs touchant tous les ménages agricoles. Celle-ci entraîne une augmentation du revenu agricole et de la production agricole. Dans la simulation suivante (PGFALIM) l'augmentation de la productivité ne concerne que la production agricole alimentaire.

Les deux dernières simulations concernent le secteur agricole de rente. Dans la simulation PGFRENT, on examine l'effet d'une augmentation de la productivité ne touchant que la production de rente. Dans PRXRENT, on simule l'impact d'une augmentation du prix mondial du produit de rente. Dans les deux cas, on s'attend à un impact positif sur les termes de l'échange agricole.

6.6.3. Décomposition ex-ante / ex-post de l'impact des chocs de croissance

Afin de mettre en valeur la contribution du cadre d'équilibre général, nous présentons les résultats de simulation ex-ante et ex-post (Tableau 6.11, Tableau 6.12 et Tableau 6.13). Les résultats ex-ante correspondent aux résultats d'un modèle de microsimulation avec comportements microéconomiques et prix fixes, alors que les résultats ex-post correspondent à un modèle de microsimulation avec comportements microéconomiques et prix relatifs endogènes.

Dans la première simulation (EMBFOR), le choc d'embauche diminue la quantité de temps de travail disponible pour les activités traditionnelles, ce qui entraîne une diminution ex-ante des valeurs ajoutées agricole (-0,1%) et informelle (-1,2%). Parallèlement, l'augmentation du revenu disponible (+4,3%) conduit à une augmentation de la demande de l'ensemble des biens de consommation. La combinaison d'une production inférieure et d'une augmentation de la consommation est susceptible de conduire à une augmentation des prix relatifs des biens issus des secteurs traditionnels. C'est bien ce que l'on observe ex-post, où les prix des biens traditionnels augmentent de 4,3% pour le bien agricole alimentaire et de 3,8% pour le bien informel. Cette évolution des prix relatifs des biens agricoles et informel détermine les effets sur le revenu réel de chaque ménage, selon la structure de son revenu et de sa consommation. Ex-ante, l'effet du choc d'embauche formelle et de croissance de la valeur ajoutée rémunérant le capital formel sur les inégalités est négatif : l'indice de Theil augmente de 3,0%. L'augmentation des inégalités est plus forte en milieu rural (+4,7%) qu'en milieu urbain (+1,6). L'inégalité inter augmente également (+2,8%). Ex-post, la situation est relativement différente du fait de la propagation des effets de revenu aux ménages non formels à travers l'augmentation des prix relatifs des biens traditionnels. Ce mécanisme n'affecte pratiquement pas l'ampleur du choc de bien-être mais sa distribution. L'augmentation du revenu par tête en effet plus forte en milieu rural qu'en milieu urbain, ce qui entraîne une diminution de l'inégalité inter (-3,2%). Cette diminution ne compense cependant pas l'augmentation des inégalités intra (+1,4%) et, globalement, les inégalités mesurées par l'indice de Theil augmentent de 0,8%²⁶. La combinaison de l'effet de croissance du revenu par tête moyen (+5,0% ex-post) et de la baisse des inégalités conduit à une diminution du taux de pauvreté (-2,6%), de la profondeur de la pauvreté (-4,3%) ainsi que de sa sévérité (-5,1%), tant en milieu urbain que rural.

²⁶ Des tests de dominance ont été réalisés pour l'ensemble des simulations. Dans le cas de EMBFOR, les tests indiquent l'absence de dominance simple mais l'existence d'une dominance généralisée. La significativité de ces résultats n'ayant pas été testée, ils ne sont pas présentés ici.

Tableau 6.11 : Décomposition Ex-ante/Ex-post des résultats des simulations : résultats agrégés (variations en % par rapport à la base)

	BASE	EMBFOR		SALFOR		PGFAGRI		PGFALIM		PGFRENT		PRXRENT	
		Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post
Prix agricole	1,0	0,0	4,3	0,0	3,6	0,0	-4,0	0,0	-4,5	0,0	0,5	0,0	3,5
Prix informel	1,0	0,0	3,8	0,0	3,2	0,0	-1,3	0,0	-2,3	0,0	0,9	0,0	4,0
Valeur Ajoutée													
agricole	4 017	-0,1	-0,4	0,0	-0,1	9,9	8,1	8,0	6,8	1,9	1,5	1,1	0,3
informelle	1 767	-1,2	3,4	0,0	3,3	-19,4	4,9	-16,0	4,5	-4,9	0,6	-8,6	0,4
formelle	4 736	11,1	11,1	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
totale	10 520	4,7	5,3	4,5	4,9	0,5	4,2	0,4	3,6	-0,1	0,7	-1,0	1,3
Production													
alimentaire	6 695	-0,2	-0,3	0,0	-0,1	9,9	8,7	9,1	8,3	0,8	0,5	-0,3	-2,4
de rente	1 568	0,1	-2,7	0,1	-2,2	9,7	11,5	3,5	5,6	6,3	5,8	6,7	1,3
Heures travaillées													
agricoles	7 622	-0,5	-0,9	0,0	-0,3	3,6	-0,4	3,4	0,6	0,3	-0,7	1,5	0,5
informelles	2 026	-2,1	0,8	0,0	2,2	-13,9	1,9	-13,2	-2,2	-1,0	3,2	-5,7	-0,6
formelles	1 244	6,6	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
totales	10 892	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3
Consommation													
agricole	2 473	2,6	2,1	2,4	2,0	0,3	3,1	0,2	2,8	-0,1	0,3	0,4	0,5
informelle	2 903	4,2	3,6	4,0	3,4	0,5	3,6	0,4	3,4	-0,1	0,3	0,6	0,5
formelle	5 297	5,2	7,0	4,9	6,3	0,6	3,6	0,4	2,7	-0,1	0,9	0,8	3,0
totale	10 673	4,3	4,9	4,1	4,5	0,5	3,5	0,4	3,0	-0,1	0,6	0,6	1,7

Tableau 6.12 : Décomposition Ex-ante/Ex-post des résultats des simulations : résultats microéconomiques (variations en % par rapport à la base)

	BASE	EMBFOR		SALFOR		PGFAGRI		PGFALIM		PGFRENT		PRXRENT	
		Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post	Ex-ante	Ex-post
Revenu par tête													
urbain	1 628	5,4	4,2	6,7	5,9	-0,2	1,9	-0,2	1,6	0,0	0,2	0,3	-0,0
rural	605	4,0	5,8	1,9	3,5	1,1	5,0	0,9	4,2	-0,2	1,0	1,0	3,4
moyen	863	4,7	5,0	4,2	4,7	0,5	3,5	0,4	3,0	-0,1	0,6	0,6	1,7
Indice de Theil													
urbain	90,9	1,6	-1,0	3,0	2,0	0,2	-0,8	0,3	-0,0	-0,1	-0,7	-0,2	-1,8
rural	51,0	4,7	5,9	3,3	3,1	-2,3	0,3	0,2	9,4	-4,4	-5,5	-4,9	-3,1
total	81,6	3,0	0,8	4,6	3,1	-1,2	-1,5	-0,2	2,0	-1,4	-2,5	-2,0	-3,4
Theil intra	70,0	3,0	1,4	3,8	2,8	-1,0	-0,8	0,1	3,3	-1,7	-2,6	-2,1	-2,8
Theil inter	11,6	2,8	-3,2	10,1	5,0	-2,7	-6,2	-2,2	-5,3	0,4	-1,7	-1,5	-7,0
Pauvreté (P0)													
urbain	43,4	-3,9	-3,3	-2,5	-2,1	2,9	-2,6	2,9	-1,8	0,0	-0,5	-0,4	-1,2
rural	74,9	-1,2	-2,4	-0,3	-1,5	-2,9	-3,9	-1,9	-2,0	-1,7	-2,7	-1,4	-3,2
moyenne	67,0	-1,7	-2,6	-0,7	-1,6	-2,0	-3,7	-1,2	-2,0	-1,4	-2,3	-1,2	-2,9
Profondeur (P1)													
urbain	17,6	-7,1	-8,9	-3,9	-5,0	1,6	-3,7	1,7	-1,9	-0,1	-1,6	-0,5	-2,9
rural	37,4	-1,9	-3,6	-0,4	-2,1	-0,4	-4,6	0,1	-2,4	-0,4	-2,1	-1,6	-3,9
moyen	32,4	-2,6	-4,3	-0,9	-2,5	-0,1	-4,5	0,3	-2,3	-0,3	-2,0	-1,5	-3,8
Sévérité (P2)													
urbain	9,5	-9,4	-11,5	-3,3	-5,2	2,2	-3,8	2,4	-1,6	-0,1	-2,0	-0,1	-3,2
rural	23,3	-2,5	-4,2	-0,3	-2,2	0,7	-5,6	1,2	-2,9	-0,3	-2,6	-1,6	-4,7
moyen	19,8	-3,3	-5,1	-0,7	-2,6	0,9	-5,4	1,3	-2,7	-0,3	-2,5	-1,4	-4,5

Dans la seconde simulation (SALFOR), la croissance de la valeur ajoutée formelle se traduit par une augmentation des revenus des ménages recevant un salaire et/ou des dividendes formels. Cette augmentation de revenus induit une augmentation de la demande de biens de consommation. Le choc se traduit donc ex-post par une augmentation des prix relatifs des biens traditionnels. Du point de vue des inégalités, l'indice de Theil augmente de 4,6% ex-ante et de 3,1% ex-post. L'augmentation des inégalités inter groupe est particulièrement forte ex-ante (+10,1%) du fait de la concentration des revenus formels en milieu urbain, mais les inégalités intra augmentent également (+3,8%). Les ménages recevant un salaire formel sont en effet, en moyenne, plus riches et l'amélioration de leur revenu contribue donc à augmenter les inégalités. Ex-post, l'impact sur les inégalités reste négatif (l'indice de Theil augmente de 2,8%), malgré une augmentation du Theil inter plus faible (+5,0%). Ce résultat s'explique comme précédemment par l'effet de redistribution à travers l'augmentation des prix des biens traditionnels. Malgré l'augmentation des inégalités, le taux de pauvreté diminue ex-ante (-0,7%) et ex-post (-1,6%), grâce à la forte augmentation des revenus. Les indicateurs P1 et P2 diminuent également indiquant que la croissance bénéficie également aux plus pauvres des pauvres. La diminution de la pauvreté est néanmoins moins forte que dans la simulation précédente. Cela s'explique par la nature du choc, qui n'est pas, en lui-même, redistributif, contrairement au choc d'embauche formelle.

La première simulation touchant le secteur agricole (PGFAGRI), entraîne une augmentation de la production et du revenu agricole. Ex-ante, l'effet sur la production correspond au choc de productivité (+10,0%), mais l'effet sur le revenu par tête est beaucoup plus faible. Ce résultat s'explique par la spécification du modèle de ménage d'allocation du temps de travail. En effet, l'augmentation de la productivité induit une augmentation de la demande de travail agricole pour les ménages agricoles pluriactifs. Pour ceux-là, le prix du travail agricole est en effet fixe ex-ante puisqu'il est égal au salaire informel. Or la courbe de demande se déplace, donc la demande de travail agricole augmente. Cette augmentation conduit les ménages à diminuer leur offre de travail informel, car le nombre total d'heures travaillées ne change pas. Pour les ménages qui réallouent du travail vers l'activité agricole, le revenu monétaire peut diminuer, si le taux de salaire agricole implicite reste inférieur au taux de salaire informel²⁷. Dans le cas des ménages agricoles monoactifs (autarciques) la courbe de demande se déplace également, mais l'augmentation du salaire implicite (qui dépend, entre autres, de la productivité de la production agricole) compense ce déplacement. Ex-post, la diminution du prix du bien agricole (-4,0%) induite par l'augmentation de la production réduit l'effet direct sur le revenu nominal pour les ménages

27 Pour les ménages pluriactifs, le coefficient de coûts et de préférences étant positif, le salaire implicite agricole est nécessairement inférieur au salaire informel. Toute réallocation du temps de travail vers le secteur agricole aux dépens du travail informel induit donc une diminution du revenu monétaire mais pas de l'utilité.

agricoles. La diminution des prix relatifs des biens traditionnels induit néanmoins une forte augmentation du revenu réel pour l'ensemble des ménages et l'augmentation de la productivité agricole se traduit par une augmentation ex-post de la consommation des ménages de 3,5%. La diminution du prix du bien agricole atténue l'effet de réallocation ex-ante du temps de travail et induit une réallocation ex-post du temps de travail vers les activités informelles, menant de ce fait à une augmentation de la production informelle et, en conséquence, à une diminution du prix du bien informel. Du point de vue des inégalités, le choc de productivité agricole se traduit par une diminution ex-ante (-1,2%) et ex-post (-1,5%) de l'indice de Theil. Tous les indicateurs de pauvreté diminuent dans les deux cas. Ex-post, les ménages urbains bénéficient de la baisse des prix des biens traditionnels et leur revenu moyen augmente de 1,9%.

Dans la simulation suivante (PGFALIM), les résultats agrégés sont sensiblement les mêmes. La diminution des prix relatifs des biens traditionnels conduit à une réallocation du travail entre activités traditionnelles. Cette réallocation conduit néanmoins à un résultat surprenant a priori : malgré la diminution ex-post des heures travaillées dans le secteur informel (-2,2%) du fait de l'augmentation des heures agricoles, la quantité de valeur ajoutée informelle augmente de 4,5%. Ce résultat s'explique par un effet de sélection : les "nouvelles" heures informelles sont plus efficaces que les anciennes. Cette efficacité est liée aux caractéristiques des ménages qui se replient sur le secteur agricole : ces ménages ont des niveaux moins élevés de capital humain ainsi que moins de capital physique que les ménages qui conservent ou qui s'investissent dans une activité informelle. Ex-ante, le choc de productivité alimentaire sur l'indice de Theil est négatif (les inégalités diminuent) mais faible (-0,2%). Ex-post, l'effet sur l'indice de Theil est positif (+2,0%). L'augmentation des inégalités en milieu rural est particulièrement forte (+9,4%), ce qui peut s'expliquer par l'effet de structure évoqué précédemment et par la spécification du modèle d'allocation du temps de travail. Les ménages qui se replient sur l'activité agricole perdent en termes de revenu monétaire. Étant donné que ce sont ces ménages qui ont les productivités du travail les plus faibles, et donc les revenus les plus faibles, les inégalités augmentent.

Les deux dernières simulations touchent le produit agricole de rente (café-vanille-girofle). Dans PGFRENT, on simule l'augmentation de la productivité de la production agricole de rente. Le choc en termes de croissance du revenu moyen est bien moindre que dans les deux simulations précédentes, car seule une minorité de ménages produit des cultures de rente. Par ailleurs, l'effet sur les termes de l'échange des biens traditionnels est positif, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'il y a, ex-ante, une diminution importante de la production informelle (-4,9%), sans diminution significative la demande, et, surtout, sans augmentation trop forte de la production de bien agricole alimentaire (+0,8%). Les deux secteurs étant liés à travers le modèle d'allocation du temps de travail, c'est, dans ce cas, le déséquilibre ex-ante du marché du bien informel qui détermine l'évolution ex-post des prix des deux biens non

échangeables. Cette évolution des termes de l'échange induit un effet redistributif qui contribue à diminuer les inégalités. A l'inverse de la simulation précédente, la baisse du taux de pauvreté est plus importante en milieu rural qu'en milieu urbain, ce qui s'explique également par l'évolution des termes de l'échange. Les autres indicateurs de pauvreté diminuent également.

Dans PRXRENT, on simule l'impact d'une augmentation du prix mondial du produit agricole de rente. Ce choc conduit ex-ante à une diminution de la production de biens non échangeables et à une augmentation de la demande de ces mêmes biens. Ex-post, ces déséquilibres conduisent à une hausse des prix relatifs des biens traditionnels. L'impact sur le revenu moyen par tête ex-post est négatif pour les ménages urbains et positif pour les ménages ruraux. Le Theil inter diminue. Le taux de pauvreté augmente légèrement en milieu urbain et diminue en milieu rural. Les autres indicateurs de pauvreté diminuent pour les deux groupes.

Tableau 6.13 : Décomposition Ex-ante/Ex-post des résultats des simulations : matrices de transition

EMBFOR		EX-ANTE			EX-POST		
		mono	1-mono		mono	1-mono	
mono0	55,4	100,0	0,0	100,0	99,6	0,4	100,0
1-mono0	44,6	0,9	99,1	100,0	2,4	97,6	100,0
	100,0	55,7	44,3	100,0	56,2	43,8	100,0
SALFOR							
		mono	1-mono		mono	1-mono	
mono0	55,4	100,0	0,0	100,0	99,8	0,2	100,0
1-mono0	44,6	0,0	100,0	100,0	1,5	98,5	100,0
	100,0	55,4	44,6	100,0	56,0	44,0	100,0
PGFAGRI							
		mono	1-mono		mono	1-mono	
mono0	55,4	100,0	0,0	100,0	99,9	0,1	100,0
1-mono0	44,6	24,6	75,4	100,0	6,3	93,7	100,0
	100,0	66,4	33,6	100,0	58,2	41,8	100,0
PGFALIM							
		mono	1-mono		mono	1-mono	
mono0	55,4	100,0	0,0	100,0	99,6	0,4	100,0
1-mono0	44,6	21,9	78,1	100,0	7,5	92,5	100,0
	100,0	65,2	34,8	100,0	58,5	41,5	100,0
PGFRENT							
		mono	1-mono		mono	1-mono	
mono0	55,4	100,0	0,0	100,0	99,5	0,5	100,0
1-mono0	44,6	3,4	96,6	100,0	1,9	98,1	100,0
	100,0	56,9	43,1	100,0	56,0	44,0	100,0
PRIXRENT							
		mono	1-mono		mono	1-mono	
mono0	55,4	100,0	0,0	100,0	99,4	0,6	100,0
1-mono0	44,6	17,8	82,2	100,0	9,6	90,4	100,0
	100,0	63,3	36,7	100,0	59,4	40,6	100,0

6.6.4. Décomposition des résultats microéconomiques par groupe

La présentation des résultats microéconomiques selon une typologie détaillée permet d'illustrer un des aspects de la contribution du modèle de microsimulation à l'étude des liens entre croissance, distribution et pauvreté. Dans les modèles d'équilibre général calculable standards construits sur une matrice de comptabilité sociale désagrégée, il est courant de supposer que la distribution des revenus par groupe possède une forme statistique plus ou moins simple, dont les moments d'ordre 1 peuvent être déterminés de manière endogène par le modèle. L'hypothèse la plus souvent retenue et mise en œuvre est que cette distribution est une distribution lognormale à moyenne endogène (donnée par le modèle) et variance fixe. En d'autres termes, cette spécification permet d'endogénéiser la variance inter groupe du revenu mais repose sur l'hypothèse que la variance intra groupe est fixe. Le modèle de microsimulation permet de s'affranchir de cette dernière hypothèse.

Afin de mesurer la sensibilité à cette hypothèse des résultats en termes d'inégalités et de pauvreté, nous analysons les résultats microéconomiques des simulations de chocs positifs et négatifs de croissance à travers une classification détaillée des ménages en 14 groupes. Cette classification est basée sur une typologie des ménages malgaches réalisée à partir de l'EPM 93 pour la construction d'une Matrice de Comptabilité Sociale de Madagascar pour l'année 1995 (Razafindrako et Roubaud, 1997). Cette MCS a, par ailleurs, été utilisée comme base d'un modèle d'équilibre général appliqué à Madagascar (Dissou, Haggblade et al., 1999). Le Tableau 6.14 présente les caractéristiques en termes de structure du revenu et de la consommation de ces différents groupes. Les critères de classification sont multiples. Le premier est le milieu : les 4 premiers groupes sont urbains et les 8 derniers sont ruraux. Les 4 groupes urbains sont différenciés en fonction du niveau de qualification et du sexe du chef de ménage. Parmi les ménages ruraux, on distingue les ménages agricoles (6 premiers) des ménages non agricoles (2 derniers). Les ménages agricoles sont distingués selon la région (4 régions agro-écologique) et la superficie de leur exploitation (2 classes de superficie). Enfin, les deux ménages ruraux non agricoles sont distingués en fonction de leur richesse, mesurée par la superficie par tête de leur habitation.

Tableau 6.14 : Structure du Revenu et de la Consommation par groupe

Groupe	Poids	Structure du Revenu					Parts budgétaires	
		Production agricole	Activité informelle	Salaire formel	Capital formel	Culture de rente	Agricole	Informel
1	5,0	0,8	9,8	36,3	49,2	0,0	14,0	27,0
2	7,8	4,4	21,3	38,5	27,7	0,1	18,2	28,4
3	10,1	27,5	25,9	24,6	15,2	10,1	24,1	27,2
4	3,5	14,1	41,3	14,9	11,6	2,7	23,1	28,7
5	14,4	59,0	16,3	0,4	13,9	0,0	30,2	26,1
6	3,4	69,0	9,4	0,0	12,8	0,1	27,3	27,2
7	10,8	74,9	6,8	3,5	8,5	23,0	32,7	25,3
8	8,9	82,2	8,5	2,3	3,2	39,0	29,6	26,3
9	5,0	67,3	15,6	6,4	0,3	0,0	21,0	29,7
10	3,0	72,9	10,0	2,4	4,7	0,0	22,6	29,0
11	6,6	44,9	9,4	1,8	38,2	0,3	27,7	26,4
12	3,3	64,6	4,6	1,5	24,1	1,0	26,1	27,5
13	10,3	49,3	23,1	17,4	5,3	4,9	27,1	27,4
14	7,7	33,9	22,0	26,1	11,4	2,9	23,3	28,5
Total/Moy	100,0	35,7	15,7	19,5	22,6	6,9	23,2	27,2

Deux mesures de l'évolution du taux de pauvreté sont présentées. La première (P0) correspond au comptage, à partir des résultats du modèle, des ménages se situant en dessous de la ligne de pauvreté. La deuxième (P0*) correspond au calcul du taux de pauvreté sous l'hypothèse standard de distribution lognormale du revenu intra groupe, avec une moyenne endogène et une variance fixe. Le Tableau 6.15 donne une image statique des écarts entre les deux mesures. Au niveau global, la mesure P0* sous-estime le taux de pauvreté, mais les résultats diffèrent selon les groupes. Ainsi, par exemple, la mesure P0* surestime le taux de pauvreté des deux premiers groupes, mais sous-estime celui des deux groupes suivants. Il n'apparaît pas de biais systématique dans la mesure, ce qui suggère que les distributions intra groupe des revenus sont complexes et différentes les unes des autres.

Tableau 6.15 : Pauvreté et Inégalités

Groupe	Poids	Bien-être	Theil	P0	P1	P2	P0*
1	4,7	3950,2	71,9	8,1	2,2	0,9	11,8
2	7,9	1418,1	69,6	34,5	12,4	6,3	37,2
3	11,2	869,3	71,9	63,1	28,2	16,0	59,7
4	3,0	749,8	56,8	66,1	30,4	18,1	62,9
5	15,3	453,5	49,8	85,5	46,8	30,3	82,0
6	3,0	823,9	31,5	50,1	20,5	11,7	52,4
7	12,0	452,4	33,1	81,8	42,3	27,0	80,2
8	7,6	1054,5	50,7	50,2	16,3	8,2	44,6
9	5,3	320,4	52,7	92,1	59,0	43,9	86,6
10	2,0	775,4	52,6	63,0	32,7	19,9	62,3
11	7,4	697,7	68,8	76,3	36,5	21,2	69,3
12	2,5	965,5	48,8	60,9	22,0	10,9	50,1
13	12,7	439,9	24,6	83,9	41,3	24,4	80,1
14	5,4	986,2	33,6	48,5	16,0	7,4	43,4
0	100,0	863,0	81,6	67,0	32,4	19,8	62,5

* calculée sous hypothèse d'une distribution lognormale du revenu intra groupe

L'évolution ex-post des deux mesures de pauvreté pour six chocs de croissance est présentée (Tableau 6.16 et Tableau 6.17). Les trois premiers sont des chocs positifs et correspondent aux deux chocs de croissance de la valeur ajoutée formelle (EMBFOR et SALFOR) et d'augmentation de la productivité totale des facteurs dans l'agriculture (PGFAGRI) décrit ci-dessus. Les trois chocs suivants sont des chocs négatifs et symétriques de SALFOR, PGFAGRI et PRXRENT

Tableau 6.16 : Comparaison de deux mesures de la pauvreté : chocs de croissance positifs

Groupe	Poids	EMBFOR(+10%)				SALFOR (+10%)				PGFAGRI (+10%)			
		d(bien-être)	d(Theil)	d(P0)	d(P0*)	d(bien-être)	d(Theil)	d(P0)	d(P0*)	d(bien-être)	d(Theil)	d(P0)	d(P0*)
1	4,7	2,1	1,4	6,2	-2,8	7,2	1,0	-3,0	-10,0	1,4	-0,1	-5,6	-2,4
2	7,9	3,0	0,3	-2,6	-3,8	5,7	2,0	-3,7	-5,2	2,2	-0,8	-2,0	-2,8
3	11,2	4,8	-2,4	-3,6	-4,2	4,3	1,8	-1,1	-2,3	2,7	-1,1	-2,6	-2,0
4	3,0	5,0	-5,6	-5,9	-6,1	3,0	2,5	-1,3	-1,6	3,0	-0,8	-1,3	-2,0
5	15,3	1,6	2,1	-0,8	-0,4	2,0	3,8	-0,8	-0,3	6,0	-1,7	-4,1	-2,7
6	3,0	2,3	0,6	-10,4	-2,1	2,7	2,1	-10,4	-2,1	4,5	-0,7	-8,2	-4,7
7	12,0	2,8	1,6	-1,2	-1,0	3,4	3,7	-1,3	-1,1	5,4	-1,0	-2,1	-2,4
8	7,6	4,3	5,4	-1,0	-3,5	4,0	3,5	-0,8	-3,5	7,2	3,5	-16,5	-6,2
9	5,3	59,9	20,2	-11,5	-7,9	1,6	1,9	-0,1	-0,2	6,0	-1,7	-2,0	-1,4
10	2,0	2,6	-1,6	-2,3	-2,2	1,3	1,5	-0,1	-0,5	7,7	2,7	-1,2	-4,0
11	7,4	3,0	1,4	-2,3	-1,4	4,2	4,9	-1,7	-1,2	3,6	-2,7	-2,7	-2,9
12	2,5	2,3	1,0	-4,3	-1,8	3,4	2,9	-4,3	-2,2	4,4	-1,4	-14,3	-4,8
13	12,7	3,7	-0,8	-0,9	-1,8	5,2	2,2	-1,8	-2,1	2,5	1,8	-0,6	-0,9
14	5,4	3,0	2,1	-3,7	-2,7	4,3	3,1	-3,5	-3,7	2,8	-0,4	-4,8	-3,8
0	100,0	5,0	0,8	-2,6	-2,8	4,7	3,1	-1,6	-1,7	3,5	-1,5	-3,7	-2,6

Tableau 6.17 : Comparaison de deux mesures de la pauvreté: chocs de croissance négatifs

Groupe	SALFOR (-10%)				PGFAGRI (-10%)				PRXRENT (-10%)				
	Poids	d(bien-être)	d(Theil)	d(P0)	d(P0*)	d(bien-être)	d(Theil)	d(P0)	d(P0*)	d(bien-être)	d(Theil)	d(P0)	d(P0*)
1	4,7	-7,6	-1,2	36,1	12,3	-2,0	0,0	19,8	3,3	1,1	0,8	7,6	-1,0
2	7,9	-6,1	-2,1	10,1	6,2	-2,7	1,4	8,3	4,2	-0,4	2,5	5,8	2,0
3	11,2	-4,5	-1,8	1,8	2,6	-2,9	1,3	2,3	2,4	-2,0	1,6	2,1	1,9
4	3,0	-3,1	-2,8	5,0	1,7	-3,2	0,9	3,5	2,3	-2,5	2,7	3,5	2,2
5	15,3	-2,4	-3,0	0,3	0,6	-5,6	4,4	1,4	2,8	-4,9	5,7	1,7	2,6
6	3,0	-2,6	-2,2	1,1	2,2	-4,2	1,2	2,7	4,9	-3,3	2,6	-0,7	4,1
7	12,0	-2,2	-2,8	0,3	0,8	-4,6	2,4	2,3	2,4	-2,5	5,8	1,3	1,8
8	7,6	-3,3	-9,3	3,7	2,2	-7,5	-12,5	11,1	5,7	-4,0	-5,2	10,1	3,5
9	5,3	-1,9	-1,2	0,0	0,3	-6,4	3,9	0,5	1,7	-5,4	4,2	0,4	1,4
10	2,0	-1,9	-1,0	2,9	0,9	-6,4	2,3	4,3	4,9	-4,7	3,0	4,3	4,0
11	7,4	-4,4	-5,6	2,1	1,3	-3,8	2,4	5,3	3,0	-2,0	4,9	5,3	2,5
12	2,5	-3,4	-3,5	0,0	2,1	-4,4	0,8	2,0	4,9	-2,6	1,7	2,0	3,4
13	12,7	-4,4	-1,0	1,5	2,0	-1,4	1,2	-0,1	0,8	-0,2	4,3	0,1	0,6
14	5,4	-4,6	-2,9	0,2	4,4	-3,1	1,4	0,9	4,8	-2,0	3,8	3,1	4,4
0	100,0	-4,7	-3,9	1,8	1,8	-3,6	1,1	2,7	2,9	-1,6	3,0	2,4	2,2

Dans les deux premières simulations, la mesure P0* surestime très légèrement la baisse globale de la pauvreté. L'écart en valeur absolue entre les variations des deux mesures n'apparaît cependant pas significatif. Dans la troisième simulation, en revanche, le biais de sous-estimation de la baisse globale de la pauvreté est bien plus important puisque l'écart de variation entre les deux mesures atteint 30%. Dans les trois simulations, l'existence ou l'absence de biais dans la mesure P0* ne semble pas corrélée à l'évolution des inégalités (l'indice de Theil augmente légèrement dans EMBFOR, augmente plus fortement dans SALFOR et diminue dans PGFAGRI). Au niveau désagrégé, les résultats sont plus contrastés, puisque la mesure P0* sous-estime ou surestime l'évolution de la pauvreté selon les groupes. Dans la plupart des cas, le sens de l'évolution est néanmoins conservé, mais l'amplitude du biais varie largement.

Dans les simulations de chocs négatifs, la mesure P0* au niveau agrégé donne des résultats relativement satisfaisants en termes de sens et de magnitude. Les écarts entre les deux mesures sont très faibles. Au niveau désagrégé, P0* donne la bonne direction d'évolution dans 26 cas sur 28, mais les écarts de magnitude entre les deux mesures peuvent être importants.

Le Tableau 6.18 présente la décomposition de l'évolution de l'indice de Theil ainsi qu'une mesure "théorique", c'est-à-dire calculée sous l'hypothèse de variance fixe des revenus intra groupe. Les résultats montrent d'une part que le Theil intra et le Theil inter n'évoluent pas nécessairement dans le même sens, d'autre part, que l'hypothèse de fixité de la variance intra peut conduire dans la plupart des cas à sous-estimer l'évolution des inégalités globales.

Tableau 6.18 : Décomposition de l'évolution de l'indice de Theil

	BASE	EMBFOR	SALFOR	PGFAGRI	SALFORN	PGFAGRIN	PRXRENTN
Theil intra	56,9	1,2	2,5	-0,7	-3,2	0,4	2,1
Theil inter	24,7	-5,3	4,4	-3,6	-5,5	2,7	4,4
Theil total	81,6	-0,7	3,1	-1,5	-3,9	1,1	6,0
Theil total*	81,6	-1,6	1,3	-1,1	-1,7	0,8	1,5

La comparaison de l'évolution des deux mesures du taux de pauvreté montre que la mesure "théorique" donne des résultats relativement satisfaisants au niveau agrégé dans la mesure où le biais

apparaît la plupart du temps relativement faible. Au niveau désagrégé, l'hypothèse apparaît beaucoup moins satisfaisante, car le biais qu'elle introduit est important et non systématique²⁸.

6.6.5. Analyses de sensibilité

Certains paramètres du modèle n'ont pas été estimés, faute de données adéquates. C'est le cas des paramètres du système linéaire de dépenses et, en particulier, des élasticité-prix et revenu de la demande de bien agricole des ménages. C'est également le cas de l'élasticité de substitution de la CET et de l'élasticité-prix la demande autonome de bien alimentaire. Bien que cette dernière ne représente qu'une part très faible de la demande totale, sa sensibilité aux variations du prix du bien agricole alimentaire est néanmoins déterminante pour l'équilibre ex-post. Or, les effets de redistribution à travers l'amélioration des termes de l'échange des biens traditionnels décrits dans les simulations de chocs de croissance formelle sont susceptibles d'être particulièrement sensibles aux paramètres de la demande agricole (voir Bourguignon, 1990). Afin d'illustrer ce point, nous présentons les résultats de la simulation SALFOR avec différentes valeurs des paramètres de la demande agricole.

Le Tableau 6.19 présente les valeurs des paramètres dans les six simulations. Etant donné la spécification du système de dépenses, il n'est pas possible de faire varier l'élasticité-revenu de la demande agricole, sans que ne varient également les autres paramètres du système. Les élasticité-revenu retenues dans les simulations SALFOR1 et SALFOR2 correspondent à des hypothèses basse et haute respectivement pour la valeur de ce paramètre. Dans la simulation SALFOR3, l'élasticité-prix de la demande agricole est divisée par deux. Dans les simulations SALFOR4 et SALFOR5, on considère deux valeurs extrêmes de l'élasticité-prix de la demande autonome.

Tableau 6.19 : Analyse de sensibilité du modèle : paramètres des simulations

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Elasticité-revenu	0.6	0.3	0.8	0.6	0.6	0.6
Elasticité-prix	-0.4	-0.2	-0.5	-0.2	-0.4	-0.4
Elasticité de la demande autonome	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	0.0	-50.0

28 Il peut être intéressant de noter que l'hypothèse de distribution lognormale de revenu intra groupe est probablement moins "fausse" si l'on adopte une distribution fonctionnelle du revenu que si lorsqu'on classe les ménages par quintile de revenu. Dans ce dernier cas, non seulement le critère de classification est endogène, mais les distributions intra quintiles correspondent à des "tronçons" de la courbe de distribution globale et sont donc loin d'être lognormales.

L'impact macroéconomique du choc de salaire formel varie peu entre les différentes simulations (Tableau 6.20). La valeur ajoutée agricole ne varie pratiquement pas du fait de la rigidité de la production, tandis que l'augmentation de la valeur ajoutée informelle est plus ou moins marquée selon l'écart entre les prix relatifs des deux biens traditionnels. L'ampleur du choc en termes de croissance (mesurée par la consommation totale) ne varie pas entre les simulations.

Tableau 6.20 : Analyse de sensibilité des résultats macroéconomiques de la simulation SALFOR

	BASE	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Prix agricole	1.0	3.6	3.1	4.1	4.1	8.2	1.3
Prix informel	1.0	3.2	2.8	3.6	3.6	6.9	1.2
VAR agricole	4 017	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2
VAR informelle	1 767	3.3	3.4	3.3	3.6	2.5	3.7
Cons° totale	10 673	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.5

Du point de vue des inégalités et de la pauvreté, les résultats des simulations portant sur les paramètres de la demande agricole des ménages (Tableau 6.21) ne permettent pas de mettre en évidence la sensibilité des indicateurs d'inégalité et de pauvreté : l'ampleur des effets redistributifs est sensiblement la même dans les quatre premières simulations.

Tableau 6.21 : Analyse de sensibilité des résultats microéconomiques de la simulation SALFOR

	BASE	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Revenu par tête							
urbain	1 628	5.9	6.1	5.8	5.8	4.8	6.5
rural	605	3.5	3.4	3.6	3.7	4.4	3.1
moyen	863	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.7
Indice de Theil							
urbain	90,9	2.0	2.1	1.9	1.9	1.2	2.5
rural	51,0	3.1	3.2	3.0	3.0	1.5	3.8
total	81,6	3.1	3.3	2.9	2.9	1.3	4.0
Theil intra	70,0	2.8	2.9	2.6	2.6	1.4	3.5
Theil inter	11,6	5.0	5.5	4.6	4.5	1.0	7.2
Pauvreté (P0)							
urbain	43,4	-2.1	-2.5	-2.1	-2.1	-2.4	-3.1
rural	74,9	-1.5	-1.3	-1.6	-1.7	-3.0	-0.9
moyenne	67,0	-1.6	-1.5	-1.7	-1.7	-2.9	-1.2
Profondeur (P1)							
urbain	17,6	-5.0	-5.0	-5.0	-5.1	-5.2	-4.7
rural	37,4	-2.1	-2.0	-2.2	-2.3	-3.0	-1.6
moyen	32,4	-2.5	-2.4	-2.6	-2.7	-3.3	-2.0
Sévérité (P2)							
urbain	9,5	-5.2	-5.1	-5.3	-5.4	-5.7	-4.5
rural	23,3	-2.2	-2.1	-2.3	-2.4	-2.8	-1.7
moyen	19,8	-2.6	-2.5	-2.7	-2.8	-3.2	-2.1

Bien que ce résultat soit rassurant du point de vue de la robustesse du modèle, il est frustrant du point de vue de l'illustration du point évoqué plus haut. Les tests de sensibilité portant sur l'élasticité-prix de la demande agricole autonome remplissent mieux cet objectif. Les valeurs des élasticités-prix utilisées pour cela sont des valeurs extrêmes. Elles permettent de considérer deux situations : dans SALFOR-P4, le bien agricole alimentaire est un bien purement non échangeable. A l'inverse, dans SALFOR-P5, le bien agricole alimentaire est traité comme un bien échangeable. Les résultats de ces simulations mettent en évidence l'importance des caractéristiques du bien agricole alimentaire, du point de vue de son "échangeabilité", dans les phénomènes de redistribution des chocs de croissance moderne. Dans la première simulation, le choc de croissance formelle est largement redistribué aux ménages ruraux à travers l'amélioration des termes de l'échange des biens traditionnels. L'amélioration de revenu est la

même pour les deux groupes de ménages, l'augmentation des inégalités reste faible et, par conséquent, l'impact sur les indicateurs de pauvreté est plus fort que dans la simulation de référence.

Afin de compléter l'analyse de sensibilité, nous présentons également les résultats de la simulation PGFAGRI d'augmentation de la productivité globale des facteurs dans le secteur agricole avec différentes valeurs des paramètres de la demande agricole (Tableau 6.22 et Tableau 6.23).

Tableau 6.22 : Analyse de sensibilité des résultats macroéconomiques de la simulation PGFAGRI

	BASE	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Prix agricole	1.0	-4.0	-4.4	-3.7	-4.2	-10.0	-1.1
Prix informel	1.0	-1.3	-1.6	-1.0	-1.5	-6.6	1.2
VAR agricole	4 017	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
VAR informelle	1 767	4.9	5.3	4.8	4.7	6.1	4.3
Cons° totale	10 673	3.5	3.6	3.5	3.5	3.6	3.5

Là encore, les résultats du modèle sont peu sensibles aux élasticités de la demande agricole des ménages et ce sont les deux dernières simulations, portant sur l'élasticité-prix de la demande autonome, qui permettent d'illustrer la question de la sensibilité des indicateurs de pauvreté et d'inégalités aux variations des termes de l'échange agricole. Ainsi, lorsque le bien alimentaire est traité comme un bien non échangeable (PGFAGRI-P4), les bénéfices de la croissance de la productivité agricole sont redistribués aux ménages urbains, à travers la dégradation des termes de l'échange agricole. Inversement, lorsque l'on considère qu'il existe une parfaite substituabilité entre produit domestique et importations, l'effet de redistribution des bénéfices du choc de productivité (PGFAGRI-P5) est moindre, ce qui est favorable, dans ce cas, à la diminution de la pauvreté et des inégalités du fait de prévalence de la pauvreté en milieu rural.

Tableau 6.23 : Analyse de sensibilité des résultats microéconomiques de la simulation PGFAGRI

	BASE	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Theil intra	70,0	-0.8	-0.6	-0.9	-0.7	0.4	-1.7
Theil inter	11,6	-6.2	-6.0	-6.4	-5.9	-1.4	-8.5
Revenu par tête							
urbain	1 628	1.9	2.0	1.8	2.0	3.2	1.3
rural	605	5.0	5.0	5.0	4.9	3.9	5.5
moyen	863	3.5	3.6	3.5	3.5	3.6	3.5
Indice de Theil							
urbain	90,9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	0.8	-1.5
rural	51,0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	-0.5
total	81,6	-1.5	-1.4	-1.6	-1.5	0.2	-2.6
Pauvreté (P0)							
urbain	43,4	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-3.4	-2.4
rural	74,9	-3.9	-3.8	-3.9	-3.8	-2.4	-4.9
moyenne	67,0	-3.7	-3.6	-3.7	-3.6	-2.6	-4.5
Profondeur (P1)							
urbain	17,6	-3.7	-3.6	-3.8	-3.6	-2.2	-4.5
rural	37,4	-4.6	-4.5	-4.7	-4.5	-2.9	-5.6
moyen	32,4	-4.5	-4.4	-4.6	-4.3	-2.8	-5.5
Sévérité (P2)							
urbain	9,5	-3.8	-3.6	-4.0	-3.7	-1.2	-5.3
rural	23,3	-5.6	-5.5	-5.7	-5.4	-3.6	-6.9
moyen	19,8	-5.4	-5.3	-5.5	-5.2	-3.3	-6.8

6.7. Analyse de l'impact de différents programmes sociaux

Etant donné l'ampleur des problèmes de pauvreté et d'inégalités auxquels Madagascar doit faire face, les concepts de "safety net" ou de ciblage des ménages pauvres peuvent apparaître peu pertinents. Dans un contexte économique où 67% de ménages vivent en dessous du seuil de pauvreté, il semble en effet difficile de mettre en œuvre des programmes sociaux qui permettent d'éradiquer la pauvreté, à moins de disposer de moyens que le pays n'a malheureusement pas. Nous présentons néanmoins les résultats de

simulations de programmes sociaux, afin d'éclairer le débat sur l'impact de ces programmes sur la pauvreté et les inégalités.

La première simulation constitue un point de référence puisqu'il s'agit d'un transfert qui non seulement touche tous les pauvres (ciblage parfait) mais qui, de surcroît, verse à chaque ménage vivant en dessous du seuil de pauvreté, un montant correspondant exactement à l'écart entre son revenu et ce seuil (information parfaite sur le revenu). Les deux simulations suivantes présentent l'impact de programmes sociaux touchant les ménages vivant en dessous de la moitié, du quart et du huitième du seuil de pauvreté. Dans les deux dernières simulations, les programmes sont alternativement ciblés sur les ménages pauvres urbains et sur les ménages pauvres ruraux vivant en dessous du quart du seuil de pauvreté.

Les résultats des quatre premières simulations (Tableau 6.24) mettent en évidence le problème du coût des programmes mis œuvre. Le coût d'un programme représente la profondeur de la pauvreté qui doit être comblée, c'est-à-dire la somme des écarts entre revenu et seuil de pauvreté pour les ménages vivant en dessous de ce seuil, soit 25,7% du PIB de l'année de base pour le programme PAUVRES1 qui touche tous les ménages pauvres (à titre de comparaison, l'aide publique au développement reçue par Madagascar et la dette extérieure totale représentaient 12% et 142% respectivement du PNB de 1995). Ce chiffre permet de mesurer l'importance de l'effort de croissance économique que représente l'éradication de la pauvreté, sous l'hypothèse, peu réaliste, que cette croissance soit entièrement redistribuée aux ménages pauvres. Ce programme idéal ne permet cependant pas d'éradiquer complètement la pauvreté puisque le taux de pauvreté ne diminue que de 36,2%. Ce résultat s'explique par l'augmentation des prix des biens traditionnels qui interviennent dans le calcul des revenus réels : tous les revenus sont en effet déflatés par un indice de prix spécifique à chaque ménage, calculé à partir des parts budgétaires idiosyncrasiques. Ainsi, pour certains ménages, le transfert est "compensé" par l'augmentation des prix. En revanche, la profondeur et la sévérité de la pauvreté sont très fortement réduites, de 98,7%, ce qui s'explique par la nature du transfert. Celui-ci étant égal à la différence entre revenu et seuil de pauvreté, l'hétérogénéité ex-ante des revenus des ménages pauvres est complètement éliminée. Ex-post, certains ménages "repassent" sous le seuil de pauvreté du fait de la structure de leurs revenus et de leur consommation. On peut en effet s'attendre à ce que ce soient les ménages acheteurs nets de biens traditionnels qui redeviennent pauvres.

Tableau 6.24 : Analyse de différents programmes de transferts aux ménages pauvres

	BASE	PAUVRES1	PAUVRES2	PAUVRES3	PAUVRES4	PAUVURB3	PAUVRUR3
% du PIB		25.7	18.3	7.5	2.4	0.6	6.9
% de la population		66.8	33.1	11.2	3.3	0.9	10.3
Revenu par tête							
urbain	1 628	3.0	1.7	0.4	0.2	1.1	-0.7
rural	605	44.1	32.6	14.1	4.6	0.2	14.0
moyen	863	24.5	17.9	7.6	2.5	0.6	7.0
Indice de Theil							
urbain	90,9	-19.1	-12.8	-4.4	-1.6	-3.4	-1.1
rural	51,0	-54.2	-45.8	-24.8	-9.5	0.0	-24.8
total	81,6	-41.3	-32.8	-16.0	-5.8	-1.4	-14.8
Pauvreté (P0)							
urbain	43,4	-29.8	-4.9	1.2	-0.2	0.0	1.4
rural	74,9	-37.5	-14.1	-2.1	-0.3	-0.1	-1.9
moyenne	67,0	-36.2	-12.6	-1.6	-0.3	-0.1	-1.4
Profondeur (P1)							
urbain	17,6	-98.0	-59.0	-18.1	-6.4	-17.2	-1.3
rural	37,4	-98.8	-72.0	-32.4	-10.7	-0.2	-32.4
moyen	32,4	-98.7	-70.2	-30.5	-10.1	-2.5	-28.1
Sévérité (P2)							
urbain	9,5	-98.0	-76.0	-29.2	-11.0	-27.3	-2.2
rural	23,3	-98.8	-85.7	-44.3	-15.8	-0.3	-44.1
moyen	19,8	-98.7	-84.5	-42.5	-15.3	-3.5	-39.1

Les trois simulations suivantes montrent que des programmes moins ambitieux restent chers. A titre d'exemple, le programme PAUVRES4, qui ne touche que les 3,3% les plus pauvres, coûte 2,4% de PIB, et ne permet de réduire le taux de pauvreté que de 1,6%. Son impact sur la profondeur et la sévérité de la pauvreté apparaît évidemment plus fort (-30,5% et -42,5% respectivement). Ces quatre programmes contribuent à la réduction des inégalités inter et intra.

Les deux derniers programmes ne touchent qu'une sous population de pauvres caractérisés par le milieu d'habitation et vivant sous le quart du seuil de pauvreté. Le ciblage n'est plus parfait puisque tous les pauvres ne bénéficient pas du programme. En revanche, l'information sur les revenus reste parfaite et chaque ménage-cible reçoit un transfert égal à la différence entre son revenu et le seuil de pauvreté. Le

programme de transfert en milieu urbain (PAUVURB3) se traduit par une augmentation faible du revenu des ménages ruraux du fait de l'amélioration des termes de l'échange agricole. Inversement, le programme de transfert en milieu rural (PAUVURB4) se traduit par une dégradation du revenu des ménages urbains.

6.8. Conclusion

Les résultats des simulations confirment la contribution de l'approche à l'analyse de l'impact de différents chocs de croissance sur les inégalités et la pauvreté. Au niveau agrégé, les équations d'équilibre des marchés permettent d'endogénéiser la détermination des prix relatifs entre les secteurs, ce qui permet de prendre en compte les effets d'équilibre général des chocs simulés. La décomposition des résultats ex-ante/ex-post montre que l'effet redistributif des mécanismes d'équilibre général peut être important. La décomposition des résultats par groupe illustre l'apport de la microsimulation. Cette classe de modèles permet en effet de calculer des indicateurs de pauvreté et d'inégalité sans recourir aux hypothèses classiques sur la distribution intra-groupe du revenu. La comparaison de deux indicateurs de pauvreté, l'un théorique, l'autre calculé à partir des résultats du modèle, et la décomposition de l'évolution d'un indicateur décomposable de l'inégalité des revenus, montrent que ces hypothèses sont susceptibles de biaiser les résultats d'analyse de l'impact de chocs positifs ou négatifs de croissance. Ce biais est particulièrement important si l'on s'intéresse à l'évolution de revenus, de la pauvreté et des inégalités pour certains groupes. En revanche, le biais apparaît plus faible lorsque l'on s'intéresse aux indicateurs globaux de pauvreté, mais ce résultat dépend de l'ampleur des chocs. Ces résultats permettent donc de définir plus précisément le domaine de validité de l'hypothèse de distribution lognormale du revenu. Ils n'apportent pas de réponse quant à la validité de l'hypothèse d'agrégation parfaite. Les variations de revenu moyen utilisées pour estimer les variations du taux de pauvreté construit sur l'hypothèse de distribution lognormale, correspondent véritablement à la moyenne des variations des revenus d'agents hétérogènes. Rien ne permet d'affirmer qu'elles correspondent aux variations du revenu d'un agent représentatif soumis aux mêmes chocs. Pour répondre à cette interrogation, il faudrait disposer d'un modèle à agents représentatifs comparable au modèle désagrégé.

L'analyse de l'impact de différents chocs de croissance sur la pauvreté et les inégalités met également en évidence la complexité des mécanismes reliant les chocs macroéconomiques et la distribution des revenus, à partir d'un modèle qui, certes, prend en compte une grande part de la diversité entre les ménages, mais ne considère par ailleurs que trois secteurs et quatre biens. Les spécifications microéconomiques retenues, sans être standard, sont néanmoins dérivées d'un modèle de ménage rationnel, et les schémas de rationnement retenus sont relativement schématiques. Pour autant, l'impact

d'un choc de croissance sur chaque ménage est complexe car il dépend des caractéristiques structurelles de chaque ménage tout autant que des caractéristiques structurelles de l'économie.

Bien que les variations de prix relatif et de revenu moyen soient importantes, l'impact des différents chocs de croissance sur les indicateurs globaux de pauvreté et d'inégalité apparaît relativement faible. Ce résultat est conforme aux résultats des études sur l'évolution des inégalités dans le temps (Li, Squire et Zou, 1998). Plusieurs éléments d'explication existent. Tout d'abord, l'analyse descriptive des revenus des ménages montre à quel point les sources de revenu sont diversifiées. Cette diversification constitue en soi une première stratégie de protection contre le risque dans la mesure où les revenus provenant de différentes sources ne sont pas directement liés. En second lieu, la réallocation du temps de travail entre différentes activités renforce cette stratégie, en permettant aux ménages de réagir aux chocs de prix importants. L'existence de coûts de transaction atténue néanmoins l'ampleur de ces réactions. L'inertie des indicateurs globaux s'explique, enfin, par l'inégale distribution des facteurs de production. Ces inégalités ne pourront disparaître sans des politiques volontaristes donnant accès aux pauvres à l'éducation et au crédit. Cette inertie cache néanmoins l'importance des phénomènes de redistributifs entre les groupes considérés. La lecture des résultats à travers le filtre d'une classification des ménages en groupes socio-économiques distincts montre en effet que l'évolution des indicateurs de pauvreté et d'inégalité peut différer d'un groupe à un autre.

Les résultats des analyses de sensibilité permettent de mettre en évidence un aspect important dans les questions de choix de stratégie de développement. Pour être efficace dans la réduction de la pauvreté et des inégalités, toute stratégie de développement s'appuyant sur la croissance du secteur formel/urbain, doit pouvoir être redistribuée aux ménages agricoles/ruraux à travers une amélioration des termes de l'échange agricole. Les mécanismes de transmission nécessitent une véritable intégration des milieux urbain et rural. Cette intégration ne peut être réalisée qu'au prix d'investissements en infrastructure, facilitant la circulation des biens entre villes et campagnes. Inversement, toute stratégie de développement s'appuyant sur augmentation de la productivité agricole doit être attentive aux problèmes de débouchés des produits. Les bénéfices d'une augmentation de la productivité de biens agricoles seront très largement redistribués aux ménages urbains à travers la baisse du prix du bien agricole, ce qui peut bénéficier aux ménages urbains pauvres, mais une dégradation trop forte des termes de l'échange agricole peut avoir un impact négatif sur le bien-être des ménages ruraux.

La portée de ces résultats dans le cas particulier de Madagascar tient à l'ampleur des problèmes de pauvreté et d'inégalités auxquels ce "pays moins avancé" doit faire face. Dans un contexte économique où plus de deux tiers des ménages vivent en dessous du seuil de pauvreté, il apparaît en effet difficile de mettre en œuvre des programmes sociaux pour résoudre le problème de la pauvreté. Les résultats des

analyses de différents programmes sociaux idéaux (ciblage parfait et information parfaite sur le revenu) mettent en évidence ce problème de coût ainsi que les effets d'équilibre général.

Une dernière remarque s'impose sur les limites du modèle. L'agrégation extrême des biens et des secteurs ne permet pas, à ce stade, d'étudier l'impact sur la pauvreté et la distribution des revenus de politiques plus spécifiques. Plus précisément, l'impact économique de certaines politiques macroéconomiques ou de libéralisation dépend généralement de la position des biens produits par l'économie vis-à-vis du commerce extérieur. Une des contributions des modèles d'équilibre général appliqués tient à leur capacité à prendre en compte ces effets de structure à travers la désagrégation des activités et des biens. Plusieurs raisons expliquent pourquoi cette capacité manque au modèle de microsimulation tel qu'il a été développé jusqu'ici. Tout d'abord, il existe toujours un problème de données et d'estimation. Pour prendre en compte plus de biens, il faut pouvoir relier le revenu de chaque ménage à chaque type de bien représenté. Cette opération est délicate étant donnée la qualité des données disponibles. D'autre part, il faut ensuite développer un modèle d'allocation du travail à plusieurs biens, ce qui complique considérablement l'écriture du modèle. Enfin, il nous a semblé intéressant, dans un premier temps, de développer le modèle ainsi pour mettre en évidence des effets de structure tels que ceux décrits plus haut. Une autre extension possible du modèle concerne la modélisation explicite des bouclages macroéconomiques. Cette extension requiert une plus forte intégration du modèle dans un cadre d'équilibre général. Finalement, le passage à un modèle dynamique constitue une autre étape de développement du modèle. L'introduction de la dimension temporelle permet de prendre en compte les effets démographiques, dont on peut penser qu'ils sont fondamentaux dans l'évolution des inégalités et de la pauvreté.

Les extensions décrites ci-dessus peuvent être envisagées selon un "triangle magique" dont les sommets seraient i) l'hétérogénéité des produits, ii) l'hétérogénéité des agents et iii) la dimension temporelle. Il convient d'arbitrer entre ces trois pôles de désagrégation en fonction du problème posé.

Références bibliographiques

- Adelman I. et S. Robinson (1988) "Macroeconomic Adjustment and Income Distribution: Alternative Models Applied to Two Economies." *Journal of Development Economics* 29(1):23-44.
- Adelman I. et S. Robinson (1978) *Income Distribution Policy: A Computable General Equilibrium Model of South Korea*. Stanford University Press : Stanford.
- Alhuwalia M. (1976) "Inequality, Poverty and Development." *Journal of Development Economics* 6:307-342.
- Alatas V. et F. Bourguignon (1999) "The evolution of the distribution of income during Indonesia fast growth: 1980-1996." Mimeo. DELTA : Paris
- Anand et Kanbur (1993) "The Kuznets Process and the Inequality-Development Relationship." *Journal of Development Economics* 40:25-40.
- Baland J.M. et D. Ray (1991) "Why does asset inequality affect unemployment? A study of the demand composition problem." *Journal of Development Economics* 35(1991):69-92.
- Benjamin D. (1992) "Household Composition, Labor Markets, and Labor Demand: Testing for Separation in Agricultural Household Models." *Econometrica* 60(March 92):287-322.
- Bourguignon F. (1990) "Growth and Inequality in the Dual Model of Development: The Role of Demand Factors." *Review of Economic Studies* 57(1990):215-228.
- Bourguignon F., M. Fournier et M. Gurgand (1998) "Distribution, development and education : Taiwan, 1979-1992." Mimeo, DELTA : Paris.
- Bourguignon F., J de Melo et C. Morrison (1991) "Poverty and Income Distribution During Adjustment: Issues and Evidence from the OECD Project." *World Development* 19(11):1485-1508.
- Chiappori P.A., P. Rey et F. Bourguignon (1996) *L'équilibre concurrentiel. Théorie microéconomique Tome I*. Fayard : Paris.
- Cogneau D. (1999) "Labor Market, Income Distribution and Poverty in Antananarivo: A General Equilibrium Simulation." Mimeo. DIAL-Paris.

- Cogneau D. et A.S. Robilliard (1999) "Income Distribution, Poverty and Growth in Madagascar: Microsimulations in a General Equilibrium Framework." Papier présenté à la 48^{ème} Conférence Internationale de l'Atlantic Economic Society, 7-10 Octobre, Montréal, Canada.
- Cogneau D. (1998) "Perspectives et contraintes de la croissance à Madagascar." *Economie de Madagascar* n°3.
- Deaton A. (1997) *The Analysis of Household Surveys : A Microeconometric Approach to Development Policy*. Johns Hopkins University Press : Baltimore.
- Deaton A. et J. Muellbauer (1980) *Economics and consumer behavior*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Decaluwé B., A. Patry, L. Savard et E. Thorbecke (1999) "Poverty Analysis within a General Equilibrium Framework." CREFA Working Paper 9909, Université Laval.
- Deininger K. et L. Squire (1998) "New ways of looking at old issues: inequality and growth." *Journal of Development Economics* 57(1998):259-287.
- De Janvry A., E. Sadoulet et A. Fargeix (1991) "Politically Feasible and Equitable Adjustment: Some Alternatives for Ecuador." *World Development* 19(11):1577-1594.
- De Janvry A. et E. Sadoulet (1983) "Social articulation as a condition for equitable growth." *Journal of Development Economics* 13(1983):275-303.
- Dervis K., J. De Melo et S. Robinson (1982) *General Equilibrium Models for Development Policy*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Eswaran M. et A. Kotwal (1993) "A theory of real wage growth in LDCs." *Journal of Development Economics* 42(1993):243-269.
- Guerrien B. (1989) *La théorie néo-classique : bilans et perspectives du modèle d'équilibre général*. Economica : Paris.
- Harding A. (1993) *Microsimulation and Public Policy*. Elsevier : Amsterdam.
- Hildenbrand W. (1998) "How relevant are specifications of behavioral relations on the micro-level for modelling the time path of population aggregates?" *European Economic Review* 42(1998):437-458.

- Jacoby H. (1992) "Productivity of Men and Women and the Sexual Division of Labor in Peasant Agriculture of the Peruvian Sierra." *Journal of Development Economics* 37(1992):265-87.
- Jacoby H. (1993) "Shadow Wages and Peasant Family Labor Supply: An Econometric Application to the Peruvian Sierra." *Review of Economic Studies* 60(Octobre 1993):903-22.
- Kanbur R. (1996) "Income Distribution and Development." In A.B. Atkinson et F. Bourguignon, eds., *Handbook of Development Economics*. Elsevier Science Publication : Amsterdam. A paraître.
- Kirman A. (1992) "Whom or What Does the Representative Individual Represent?" *Journal of Economic Perspectives* 6(2):117-136.
- Lambert S., V. Lechêne et T. Magnac (1995) "Réforme de la PAC et inégalités entre ménages." Document de Travail CORELA-HEDM n° 9602.
- Lambert S. et T. Magnac (1994) "Measurement of implicit prices of family labour in agriculture: an application to Cote d'Ivoire." In F. Caillavet, H. Guyomard et R. Lifran, eds., *Agricultural households modelling and family economics*. Elsevier : Amsterdam.
- Li H., L. Squire et H. Zou (1998) "Explaining International and Intertemporal Variations in Income Inequality" *Economic Journal* 108:26-43.
- Lipton M. et M. Ravallion (1995) "Poverty and Policy." In J. Behrman et T.N. Srinivasan, eds *Handbook of Development Economics*. Elsevier : Amsterdam.
- Lysy F. et L. Taylor (1980) "The general equilibrium model of income distribution." In L. Taylor, E. Bacha, E. Cardoso et F. Lysy, eds., *Models of growth and distribution for Brazil*. Oxford University Press : Oxford.
- Meagher G.A. (1993) "Forecasting Changes in the Distribution of income: An Applied General Equilibrium Approach." In A. Harding ed. *Microsimulation and Public Policy*. Elsevier : Amsterdam.
- Newman J.L. et P.J. Gertler (1995) "Family Productivity, Labor Supply, and Welfare in a Low Income Country." *The Journal of Human Resources* XXIX(4):989-1026.
- Orcutt G. (1957) "A new type of socio-economic system." *Review of Economics and Statistics* 58:773-797.

- Razafindrakoto M. et F. Roubaud (1998) "Madagascar à la croisée des chemins : une analyse de la trajectoire récente de l'économie malgache" *Economie de Madagascar* n°3.
- Razafindrakoto M. et F. Roubaud (1997) "Une Matrice de Comptabilité Sociale pour Madagascar." MADIO Document de Travail n°9744/E. Antananarivo.
- Robilliard A.S. et S. Robinson (1999) "Reconciling Household Surveys and National Accounts Data Using Cross-Entropy Estimation". Washington, D.C. : International Food Policy Research Institute, Trade and Macroeconomics Division Discussion Paper n°50.
- Robinson S. (1976) "A Note on the U Hypothesis Relating Income Inequality and Economic Development." *American Economic Review* 66:437-440.
- Sadoulet E. et A. de Janvry (1995) *Quantitative Development Policy Analysis*. Johns Hopkins University Press : Baltimore.
- Skoufias E. (1994) "Using Shadow Wages to Estimate Labor Supply of Agricultural Households." *American Journal of Agricultural Economics* 76(Mai 1994):215-227.
- Sutherland H. (1998) "Les modèles statiques de microsimulation en Europe dans les années 90." *Economie et Statistique* 315.
- Taylor L. (1990) *Socially Relevant Policy Analysis. Structuralist Computable General Equilibrium Models for the Developing World*. The MIT Press : Cambridge.
- Thorbecke E. (1991) "Adjustment, Growth and Income Distribution in Indonesia." *World Development* 19(11):1595-1614.
- Tongeren F.W. van (1994) "Microsimulation versus Applied General Equilibrium Models." Papier présenté à la 5^{ème} Conférence Internationale sur la Modélisation en EGC, 27-29 Octobre, Université de Waterloo, Canada.
- Zantman A. (1995) "Modèles d'équilibre général calculable et répartition des revenus dans les pays en voie de développement: quelques éléments d'évaluation." *Revue Tiers Monde*, t.XXXVI, n°142, avril-juin 1995.

Chapitre 7 : Conclusion générale

A l'issue de ce travail, nous espérons avoir mis en évidence l'importance de la compréhension des mécanismes microéconomiques, notamment du comportement des ménages agricoles, pour l'analyse des problèmes de développement rencontrés par Madagascar. Alternativement, il apparaît important de déterminer dans quelle mesure les comportements identifiés au niveau microéconomique sont représentatifs et stables, et si leur agrégation présente des caractéristiques particulières. Quelques résultats méritent d'être retenus.

Tout d'abord, L'étude des systèmes de culture rizicoles malgaches (Chapitre 2) met en évidence leur diversité mais fait également apparaître qu'aucun ne semble jusqu'ici avoir dépassé le stade de l'agriculture de subsistance caractérisée par des structures de production de petite taille, des productivités de la terre et du travail très faibles, des surplus commercialisés peu importants au regard de l'autoconsommation et une utilisation très faible d'intrants variables. La validité de cette constatation quel que soit le niveau d'intervention de l'Etat ou d'organismes de développement met en évidence la nécessité de redéfinir une politique agricole cohérente au niveau national et de mobiliser les moyens nécessaires pour la mettre en oeuvre. L'étude de l'offre de riz des ménages met par ailleurs en évidence un autre résultat intéressant : la majorité des producteurs de riz des observatoires ruraux sont potentiellement des acheteurs nets de riz. Cette caractéristique, ainsi que celles des fonctions d'offre et de consommation, montre qu'il est vraisemblable que l'augmentation des prix réels du riz ait conduit à une augmentation de l'offre commercialisée aux dépens du bien-être de certains producteurs agricoles.

La deuxième partie de ce travail a montré, qu'au prix d'un l'élargissement du cadre walrasien et de l'introduction de certaines spécifications caractéristiques du secteur agricole, les modèles d'équilibre général calculable appliqués (MEGA) aux pays en développement apparaissent comme des outils relativement performants pour analyser l'impact de la libéralisation des échanges et du secteur agricole. Ils permettent en effet d'évaluer l'impact de politiques caractérisées par la multiplicité des instruments utilisés et par la diversité des effets attendus. Les fondements micro-économiques des MEGA permettent par ailleurs de représenter le comportement des ménages et d'évaluer les effets distributifs des politiques économiques simulées. Ainsi, les résultats empiriques montrent, au niveau des ménages agricoles, que les vendeurs nets de produits agricoles sont les principaux bénéficiaires des politiques de libéralisation des échanges et du secteur agricole, dans la mesure où celles-ci conduisent à une amélioration des termes de l'échange entre biens agricoles et biens non agricoles au profit des premiers.

Les spécifications introduites dans les MEGA pour améliorer la représentation du secteur agricole sont nombreuses et appellent plusieurs commentaires. Beaucoup de développements sont liés à la spécification de la technologie agricole ainsi qu'à la description du comportement des producteurs dans un

environnement incertain et risqué. Ces développements permettent de capturer une part importante de la spécificité de la production agricole mais, étant pour la plupart appliqués à des économies développées où les ménages agricoles sont tous des vendeurs nets de produits agricoles, ils ne prennent pas en considération la dimension "ménage" des agriculteurs. Cette dimension modifie la représentation des comportements d'offre et de demande des ménages dans la mesure où, lorsque certains marchés sont défaillants, ces comportements ne peuvent plus être représentés de manière récursive. Cette remarque concerne aussi bien la représentation du comportement d'offre de produits agricoles que celle du comportement d'offre de travail. La désagrégation du compte de ménage permet de capturer une partie de l'hétérogénéité des comportements mais, du même coup, elle fixe les ménages dans des catégories dont les critères de définition sont endogènes.

Aujourd'hui, au terme d'une décennie de politiques de libéralisation, Madagascar dispose de moins en moins d'outils de politiques de prix pour atteindre des objectifs de production et/ou de sécurité alimentaire. Le pays dispose en revanche d'outils de politique sectorielle. La mise en œuvre de politiques sectorielles, bien que limitée par la réduction des moyens de l'Etat, semble indispensable dans un secteur où la faiblesse de la productivité met en danger le développement de l'économie. Tous les problèmes posés par la mise en place de politiques agricoles ne nécessitent pas l'utilisation de modèles EGC mais la place stratégique du secteur agricole dans les économies des pays en développement constitue un argument pour poursuivre le développement de modèles permettant d'analyser leurs effets dans un cadre complet et cohérent.

La troisième et dernière partie de ce travail s'est attachée au développement d'un outil permettant de réconcilier les approches micro et macro des problèmes de développement.

L'approche d'estimation utilisant le critère d'entropie croisée présentée dans le Chapitre 5 fournit une procédure pertinente et flexible pour la réconciliation des données microéconomiques dérivées des enquêtes de ménage et des données macroéconomiques dérivées d'une matrice de comptabilité sociale ou de comptes nationaux. La méthode mise en œuvre apparaît satisfaisante pour notre objectif principal, mais elle peut certainement être améliorée en ajoutant plus d'information. La flexibilité de la méthode permet en effet d'ajouter de l'information dérivée de différents types de sources. Dans notre cas, le procédé a été développé pour servir de base à un modèle de microsimulation. D'autres applications peuvent être considérées. Par exemple, la réconciliation des enquêtes de ménage et de production avec l'information recueillie au niveau régional dans une économie peut fournir une approche efficace pour élaborer une MCS désagrégée au niveau régional. Les extensions possibles du procédé dans le contexte des enquêtes de ménage incluent l'estimation simultanée de fonctions de comportements du ménage, l'utilisation

d'autres sources de données, et l'introduction d'erreurs dans les variables afin de prendre en compte les erreurs de mesure au niveau des données microéconomique.

Les résultats des simulations réalisées à partir du modèle de microsimulation développé dans le Chapitre 6 confirment la contribution de l'approche à l'analyse de l'impact de différents chocs de croissance sur les inégalités et la pauvreté. Au niveau agrégé, les équations d'équilibre des marchés permettent d'endogénéiser la détermination des prix relatifs entre les secteurs, ce qui permet de prendre en compte les effets d'équilibre général des chocs simulés. La décomposition des résultats ex-ante/ex-post montre que l'effet redistributif des mécanismes d'équilibre général peut être important. La décomposition des résultats par groupe illustre l'apport de la microsimulation. Cette classe de modèles permet en effet de calculer des indicateurs de pauvreté et d'inégalité sans recourir aux hypothèses classiques sur la distribution intra-groupe du revenu. La comparaison de deux indicateurs de pauvreté, l'un théorique, l'autre calculé à partir des résultats du modèle, et la décomposition de l'évolution d'un indicateur décomposable de l'inégalité des revenus, montrent que ces hypothèses sont susceptibles de biaiser les résultats d'analyse de l'impact de chocs positifs ou négatifs de croissance. Ce biais est particulièrement important si l'on s'intéresse à l'évolution de revenus, de la pauvreté et des inégalités pour certains groupes. En revanche, le biais apparaît plus faible lorsque l'on s'intéresse aux indicateurs globaux de pauvreté, mais ce résultat dépend de l'ampleur des chocs. Ces résultats permettent donc de définir plus précisément le domaine de validité de l'hypothèse fixité de la variance intra-groupe du revenu.

L'analyse de l'impact de différents chocs de croissance sur la pauvreté et les inégalités met également en évidence la complexité des mécanismes reliant les chocs macroéconomiques et la distribution des revenus, à partir d'un modèle qui, certes, prend en compte une grande part de la diversité entre les ménages, mais ne considère par ailleurs que trois secteurs et quatre biens. Les spécifications microéconomiques retenues, sans être standard, sont néanmoins dérivées d'un modèle de ménage rationnel, et les schémas de rationnement retenus sont relativement schématiques. Pour autant, l'impact d'un choc de croissance sur chaque ménage est complexe car il dépend des caractéristiques structurelles de chaque ménage tout autant que des caractéristiques structurelles de l'économie.

Les résultats des analyses de sensibilité permettent de mettre en évidence un aspect important dans les questions de choix de stratégie de développement. Pour être efficace dans la réduction de la pauvreté et des inégalités, toute stratégie de développement s'appuyant sur la croissance du secteur formel/urbain, doit pouvoir être redistribuée aux ménages agricole/ruraux à travers une amélioration des termes de l'échange agricole. Les mécanismes de transmission nécessitent une véritable intégration des milieux urbain et rural. Cette intégration ne peut être réalisée qu'au prix d'investissements en infrastructure, facilitant la circulation des biens entre villes et campagnes. Inversement, toute stratégie de

développement s'appuyant sur l'augmentation de la productivité agricole doit être attentive aux problèmes de débouchés des produits. Les bénéfices d'une augmentation de la productivité de biens agricoles seront très largement redistribués aux ménages urbains à travers la baisse du prix du bien agricole, ce qui peut bénéficier aux ménages urbains pauvres, mais une dégradation trop forte des termes de l'échange agricole peut avoir un impact négatif sur le bien-être des ménages ruraux.

La portée de ces résultats dans le cas particulier de Madagascar tient à l'ampleur des problèmes de pauvreté et d'inégalités auxquels ce "pays moins avancé" doit faire face. Dans un contexte économique où plus de deux tiers des ménages vivent en dessous du seuil de pauvreté, il apparaît en effet difficile de mettre en œuvre des programmes sociaux pour résoudre le problème de la pauvreté. Les résultats des analyses de différents programmes sociaux idéaux (ciblage parfait et information parfaite sur le revenu) mettent en évidence ce problème de coût ainsi que les effets d'équilibre général. Il faudrait néanmoins pouvoir comparer ce coût à celui d'un programme d'investissement massif dans le développement du secteur rural.

Dans la lignée de ce premier modèle, plusieurs extensions sont envisagées. Elles peuvent être envisagées selon un "triangle magique" dont les sommets seraient i) l'hétérogénéité des produits, ii) l'hétérogénéité des agents et iii) la dimension temporelle. Il convient d'arbitrer entre ces trois pôles de désagrégation en fonction du problème posé. Les extensions envisagées portent sur (a) une meilleure compréhension des comportements des ménages agricoles, (b) une désagrégation sectorielle plus fine, (c) la modélisation explicite des bouclages macroéconomiques, et (d) l'introduction d'une dimension temporelle.

L'étude réalisée sur les données des observatoires ruraux de Madagascar (Chapitre 2) a mis en évidence l'apport d'une approche reposant à la fois d'une part sur une connaissance qualitative des systèmes de production, d'autre part sur la mobilisation des résultats de la théorie micro-économique des ménages agricoles. La possibilité de conduire ce type d'analyse est néanmoins limitée par la disponibilité et la qualité des données collectées. Des données de panel permettrait une meilleure compréhension des comportements des ménages agricoles, notamment de leur dynamique, afin d'améliorer la dimension microéconomique du modèle de microsimulation.

L'agrégation importante des biens et des secteurs n'a pas permis, dans un premier temps, d'étudier l'impact sur la pauvreté et la distribution des revenus de politiques plus spécifiques. Plus précisément, l'impact économique de certaines politiques macro-économiques ou de libéralisation dépend généralement de la position des biens produits par l'économie vis-à-vis du commerce extérieur. Une des

contributions des modèles d'équilibre général appliqués tient à leur capacité à prendre en compte ces effets de structure à travers la désagrégation des activités et des biens (Chapitre 4). Pour prendre en compte davantage de biens, il faut pouvoir relier le revenu de chaque ménage à chaque type de bien représenté. Cette opération est délicate étant donnée la qualité des données disponibles. D'autre part, il faut ensuite développer un modèle d'allocation du travail reposant sur une fonction de production à plusieurs biens, ce qui complique considérablement l'écriture du modèle.

La volonté d'explorer les difficultés posées par la modélisation du comportement d'un grand nombre de ménages nous a conduit, dans un premier temps, à laisser de côté la question des bouclages macroéconomiques. Pour autant, dans le prolongement du débat opposant les modélisateurs de tradition néoclassique aux modélisateurs issus de l'école structuraliste latino-américaine, il est important de tenter de répondre à la question de la sensibilité des résultats des modèles d'équilibre général en termes d'inégalités par rapport aux bouclages choisis. Un modèle de microsimulation permettant la modélisation explicite de différents bouclages macroéconomiques, en évitant le problème de la classification des ménages, apparaît comme un outil adapté pour répondre à cette question et préciser ainsi le domaine de validité des résultats des modèles.

Le développement d'un modèle de microsimulation dynamique devrait enfin permettre la prise en compte des aspects démographiques. La croissance démographique et les migrations entre secteurs constituent en effet des déterminants fondamentaux de l'évolution des inégalités. Cette extension devra permettre de faire de l'outil de microsimulation un outil de projection.

Table des Matières

<u>Chapitre 0 : Introduction générale</u>	1
<u>Références bibliographiques</u>	12
<u>Chapitre 1 : La modélisation de l'offre agricole</u>	13
<u>1.0. Introduction</u>	14
<u>1.1. Les bases de la théorie de la production</u>	15
<u>1.2. L'estimation de fonctions de production sur données transversales</u>	18
<u>1.3. Les modèles de programmation mathématique</u>	22
<u>1.4. Les modèles de ménage</u>	23
<u>1.4.1. Le ménage agricole, producteur-consommateur</u>	24
<u>1.4.2. Défaillance des marchés</u>	27
<u>1.5. Conclusions</u>	29
<u>Références bibliographiques</u>	31
<u>Chapitre 2 : L'offre de riz des ménages agricoles malgaches : Etude économétrique à partir d'enquêtes transversales</u>	32
<u>2.0. Introduction</u>	33
<u>2.1. Diversité des systèmes de cultures et rendements du riz</u>	34
<u>2.1.1. Diversité régionale et diversité des systèmes de culture</u>	34
<u>2.1.2. Les facteurs de limitation des rendements</u>	39
<u>2.1.3. Les déterminants du rendement du riz au niveau des parcelles</u>	41
<u>2.2. La production de riz</u>	46
<u>2.2.1. Les dotations en facteurs de production</u>	46
<u>2.2.2. Estimation d'une fonction de production du riz</u>	48
<u>2.3. L'offre de riz des ménages</u>	55
<u>2.3.1. Les destinations de la production de riz : le poids de l'autoconsommation</u>	56
<u>2.3.2. Typologie des ménages : une minorité de ménages vendeurs nets</u>	57
<u>2.3.3. Estimation de l'offre de riz des ménages</u>	58
<u>2.4. Conclusion</u>	63
<u>Références bibliographiques</u>	66
<u>Chapitre 3 : Les MEGC appliqués aux économies rurales en développement : quel apport dans l'analyse de l'impact des politiques de libéralisation du secteur agricole?</u>	68

<u>3.0. Introduction</u>	69
<u>3.1. Du modèle standard à l'élargissement du cadre walrasien : spécifications des modèles d'équilibre général appliqués</u>	70
<u>3.1.1. La modélisation du marché du travail</u>	70
<u>3.1.2. La modélisation du commerce extérieur</u>	73
<u>3.1.3. La question des bouclages macroéconomiques</u>	76
<u>3.2. La représentation des spécificités du secteur agricole</u>	78
<u>3.2.1. L'introduction de facteurs de production spécifiques</u>	78
<u>3.2.2. L'utilisation de formes fonctionnelles spécifiques pour la production</u>	81
<u>3.2.3. L'introduction des anticipations, du risque et de l'incertitude</u>	82
<u>3.2.4. Hétérogénéité des ménages et dimension spatiale</u>	83
<u>3.3. De l'encadrement à la libéralisation : le secteur agricole dans les économies en développement</u>	86
<u>3.3.1. Les politiques agricoles dans les PVD : des objectifs parfois contradictoires</u>	86
<u>3.3.2. Libéralisation des échanges et ajustement structurel : des effets mitigés</u>	88
<u>3.4. Libéralisation du secteur agricole dans le cadre des plans PAS : enseignements des MEGA</u>	89
<u>3.4. Conclusions</u>	92
<u>Références bibliographiques</u>	95
<u>Chapitre 4 : Construction d'un modèle d'équilibre général calculable de l'économie malgache</u>	106
<u>4.0. Introduction</u>	107
<u>4.1. La Matrice de Comptabilité Sociale</u>	107
<u>4.2. Présentation des hypothèses et des équations du modèle</u>	112
<u>4.3. Calibration et paramètres</u>	123
<u>4.4. Simulations</u>	126
<u>4.5. Conclusion</u>	136
<u>Références bibliographiques</u>	137
<u>Chapitre 5 : Réconciliation de données d'enquête de ménage et des comptes nationaux : une approche basée sur un critère de mesure de l'information</u>	138
<u>5.0. Introduction</u>	139
<u>5.1. Théorie de l'information et estimation de paramètres</u>	140
<u>5.2. Réconciliation d'une enquête de ménage et de données macroéconomiques pour Madagascar</u>	143
<u>5.2.1. Description des sources de données</u>	143
<u>5.2.2. Redressement des données sur les revenus</u>	144
<u>5.2.3. Estimation des poids statistiques</u>	146

<u>5.2.4. Résultats</u>	146
<u>5.3. Conclusion</u>	149
<u>Références bibliographiques</u>	151
<u>Chapitre 6 : Croissance, distribution et pauvreté : un modèle de microsimulation en équilibre général appliqué à Madagascar</u>	152
<u>6.1. Introduction</u>	153
<u>6.2. Modélisation de la distribution des revenus</u>	156
<u>6.2.1. Quelques résultats de modèles théoriques</u>	156
<u>6.2.2. Problèmes posés par la construction de modèles appliqués</u>	158
<u>6.3. Spécifications microéconomiques du modèle</u>	160
<u>6.3.1. Production et allocation du temps de travail</u>	160
<u>6.3.2. Revenu disponible, épargne, consommation finale et intermédiaire</u>	163
<u>6.4. Description du cadre d'équilibre général</u>	164
<u>6.5. Une application illustrative dans le cas de Madagascar</u>	166
<u>6.5.2. Résultats des estimations</u>	166
<u>6.5.3. Calibration, paramètres et algorithme</u>	171
<u>6.6. Analyse de l'impact de différents chocs de croissance sur la pauvreté et les inégalités</u>	177
<u>6.6.1. Quelques éléments descriptifs</u>	177
<u>6.6.2. Description des chocs de croissance</u>	181
<u>6.6.3. Décomposition ex-ante / ex-post de l'impact des chocs de croissance</u>	182
<u>6.6.4. Décomposition des résultats microéconomiques par groupe</u>	190
<u>6.6.5. Analyses de sensibilité</u>	196
<u>6.7. Analyse de l'impact de différents programmes sociaux</u>	200
<u>6.8. Conclusion</u>	203
<u>Références bibliographiques</u>	206
<u>Chapitre 7 : Conclusion générale</u>	210