Centre de Recherche en Economie du Développement
FUNDP - Département de sciences économiques
Rempart de la Vierge 8, B - 5000 Namur, Belgium
Tél : +32 (0)81 72 48 52 - Fax : +32 (0)81 72 48 40

Etude de faisabilité : Quels mécanismes de micro-assurance privilégier pour les producteurs de coton au Mali ?

Cet article présente une étude de faisabilité pour un produit de micro-assurance destiné aux producteurs de coton maliens. Sur la base d'une analyse statistique de données de rendements et d'image satellitaire, nous identifions un indice basé sur les rendements moyens comme étant le produit d'assurance le plus adapté pour les producteurs de coton, face à un indice climatique.

Ombeline De Bock
Aspirant du F.R.S. – FNRS

Michael Carter
University of California, Davis

Catherine Guirkinger
University of Namur

Rachid Laajaj
University of Wisconsin, Madison

Février 2010

Table des matières

I. Introduction 3
II. La Micro-assurance 6
III. La production de coton au Mali 10
Quelques chiffres 10
Bref historique et perspectives 11
Méthodologie de l'étude de faisabilité 15
Risques auxquels les agriculteurs sont exposés 17
IV. L'indice basé sur les rendements moyens 19
Concept 19
Données 20
Calcul du risque de base 21
Elaboration du contrat 21
Etape 1: Estimation de la distribution des rendements dans la zone sélectionnée 21
Etape 2: Détermination du seuil critique 22
Etape 3: Fixation d la prime d'assurance 23
Etape 4: Mode d'implémentation du contrat 26
V. L'indice climatique 27
Concept 27
A. L'indice basé sur les précipitations 27
B. L'indice basé sur des images satellitaires 30
VI. Conclusion 32
Bibliographie 34

I. Introduction

Reconnaissant la sensibilité du coton aux risques climatiques, l'importance majeure du secteur cotonnier dans l'économie malienne et la grande pauvreté des cultivateurs de coton malien, PlaNet Guarantee[1] a décidé d'examiner la possibilité d'introduire une assurance basée sur un indice au Mali. En limitant l'exposition des producteurs au risque, une telle assurance permettrait d'éviter les phénomènes d'appauvrissement dus aux mauvaises récoltes et de stimuler l'investissement. Grace à des financements de l'« ILO[2] Microinsurance Innovation Facility », PlaNet Guarantee a coordonné un groupe d'experts qui a conduit une étude de faisabilité entre janvier et septembre 2009. L'article présent résume le travail réalisé par Michael Carter, Rachid Laajaj et Andres Moya avec l'aide de Catherine Guirkinger et Ombeline De Bock, qui ont envisagé deux types d'indices : l'indice climatique et l'indice basé sur les rendements moyens[3] . La construction de l'indice climatique basé sur les précipitations repose sur une analyse technique conduite par Sandro Calmanti[4].

La question de la protection des agriculteurs contre les risques est particulièrement sensible dans les pays en voie de développement, où l'activité économique repose en grande partie sur la production agricole. Au Mali, environ 70% de la population dépend d'une source de revenu agricole. Or, les producteurs font face à des risques nombreux et divers contre lesquels il leur est difficile de se protéger. Une mauvaise récolte a souvent des conséquences à long terme pour des ménages déjà pauvres. Face à une réduction de leur revenu, ces ménages se trouvent souvent contraints à vendre des actifs pour maintenir un niveau de consommation minimum, ou à réduire leur niveau de consommation (ou les dépenses scolaires par exemple) afin de préserver leurs actifs, ce qui peut nuire au capital humain nécessaire pour générer des flux de revenu futurs. Une exposition répétée à des chocs négatifs peut ainsi générer un cercle vicieux, une « trappe de pauvreté » (MORDUCH, 1995 ; DERCON, 2002). La gestion de ce type de situation est d'autant plus difficile que les agriculteurs ont eu recours au crédit pour financer leur production, ce qui est le cas général pour les producteurs de coton au Mali. En effet, ils doivent alors générer les liquidités nécessaires au remboursement de leur dette très rapidement et peuvent se trouver dans l'obligation de vendre des actifs productifs tels les bœufs de labour. L'exposition au risque

[1] PlaNet Guarantee est la filiale du groupe PlaNet Finance, une organisation de solidarité internationale basée à Paris, consacrée à la promotion et au développement de la micro-assurance. Son objectif est de permettre aux populations traditionnellement exclues des systèmes d'assurance classiques, et ne bénéficiant pas de mécanismes de protection sociale, de se prémunir contre différents risques.
[2] International Labour Organisation
[3] Carter M. et. al. (2009) « Technical analysis for a district-level area-based yield index insurance contract for Mali cotton producers » résume l'analyse technique
[4] CALMANTI (2010), "Weather Index Insurance for Cotton in Mali: Climate and Yield data survey for a Feasibility Study", technical note for Planet Guarantee, p1-28

peut également décourager l'investissement dans des activités hautement rentables mais risquées et de ce fait priver des ménages pauvres d'opportunités d'enrichissement.[5]

Dans ce contexte, l'accès à des produits d'assurance pourrait améliorer considérablement le bien-être des agriculteurs, en leur permettant de faire face aux mauvaises récoltes et en stimulant l'investissement dans des activités rentables mais risquées. Cette constatation a suscité un intérêt croissant pour des programmes de micro-assurance adaptés à la fois aux besoins spécifiques de populations pauvres non servies par les marchés classiques et à l'environnement naturel et institutionnel des pays en développement. Les assurances agricoles basées sur un indice en sont un exemple[6]. L'idée est d'assurer la réalisation d'un évènement facile à identifier et qui implique une diminution probable de revenu pour les agriculteurs de la zone. Un exemple courant est un manque de pluie. Si la pluviométrie est inférieure à un seuil prédéfini, les souscripteurs de l'assurance touchent une indemnité proportionnelle à la différence entre la pluviométrie observée et le seuil. La différence fondamentale avec une assurance classique réside dans la nature de l'événement qui déclenche le versement de l'indemnité : il ne s'agit pas d'un dégât constaté chez le souscripteur mais d'un événement indicateur d'un dégât probable. Comme nous le détaillons plus loin, ceci simplifie considérablement la gestion du produit d'assurance. L'inconvénient est que l'indice ne reflète pas exactement les chocs subis par les individus.

Il existe une multitude d'indices qui servent de base à ces nouvelles assurances agricoles. L'indice le plus direct est une mesure du rendement moyen de la zone considérée. Si le rendement moyen est inférieur à un seuil établi sur base de données historiques, les souscripteurs sont indemnisés. L'avantage d'un tel indice est d'être davantage corrélé aux rendements individuels qu'un indice climatique par exemple. Son principal inconvénient est de nécessiter des mesures fiables et rapides de rendements moyens pour permettre un versement adéquat des indemnités. Il est parfois plus facile de mesurer la pluviométrie ou même des qualités de couvert végétal grâce à des images satellites, ce qui explique la prédominance de ce type d'indice.

Dans la suite de cet article, nous présentons deux indices envisagés comme base d'un produit d'assurance à destination des producteurs de coton Malien : un indice climatique et un indice de rendements moyens. Cet article est structuré comme suit : Nous introduisons dans un premier chapitre le concept de la micro-assurance et le principe de l'indice. Le second chapitre présente les caractéristiques de la production de coton au Mali et

[5] En effet, il existe en agriculture un réel arbitrage entre le rendement et le risque. Un agriculteur choisissant d'investir une somme importante dans des technologies de pointe s'expose souvent à de plus grandes pertes en cas de choc négatif.

[6] Des expériences sont en cours sur diverses récoltes au Mexique (Skees et al. 2001) et en Inde (Kalavakonda et Mahul, 2005; Veeramani et al., 2005; Zant, 2007), sur le cuivre naturel en Thailande (Gilbert et al. 2001), sur le café au Kenya, en Ethiopie, Ouganda, Tanzanie et au Zimbabwe (Gilbert et al. 2002), les céréales au Maroc (Skees et al. 2001), le cacao au Ghana (Sarris, 2002) et le maïs au Malawi (Hess et Syroka, 2005).

définit la zone de l'étude. Ensuite, nous consacrons successivement un chapitre à l'indice climatique et à l'indice basé sur les rendements moyens. Enfin, nous comparons les deux indices et concluons en optant pour l'indice le plus approprié à la zone d'étude. Au terme de l'étude, il est proposé de mettre en place, à petite échelle, un contrat d'assurance basé sur un indice de rendement moyen, accessible aux agriculteurs de coton et couvrant les productions agricoles présentes dans la zone étudiée.

II. La Micro-assurance

Les pays pauvres sont d'autant plus vulnérables aux risques climatiques qu'une grande partie de leur économie dépend de l'agriculture[7]. Une catastrophe naturelle dévastant les récoltes et endommageant l'infrastructure de production peut ralentir la croissance économique du pays pendant de longues années (CARTER et al, 2007). Par ailleurs, le coût du risque, qui ne se limite pas à celui du choc auquel il faut pallier mais inclut des dépenses potentiellement élevées de protection contre les chocs, pèse disproportionnellement sur les ménages à bas revenus, principalement concentrés en zones rurales. La vulnérabilité des pays pauvres est qui plus est amplifiée par le manque d'infrastructures, la défaillance du système judiciaire et les moindres moyens de communication.

Si les risques agricoles ont un tel impact en termes de croissance et de bien-être des populations pauvres, pourquoi les marchés d'assurance ne se développent-ils pas pour absorber ces risques ? Cette question fondamentale a fait l'objet de nombreux débats en économie (PAULY, 1974 ; SHAVELL, 1979 ; ARNOTT et STIGLITZ, 1991) et il est utile de mentionner ici deux éléments de réponse fondamentaux : la présence d'asymétrie d'information dans les marchés d'assurance et les coûts de transaction particulièrement importants en zone rurale des pays en développement.

Précisons tout d'abord pourquoi la provision d'assurance est confrontée à une asymétrie d'information entre assureur et assurés (SKEES et al, 2008). L'assureur ne connaît pas le profil exact de l'assuré et ne peut contrôler son comportement que de façon partielle, dès lors, deux types de risques sont à craindre. D'une part, puisque l'assureur n'a pas accès à des données fiables de rendement individuel, il ne parvient pas à distinguer d'emblée les « bons » des « mauvais » clients (qui entreprennent des actions plus risquées) et applique dès lors la même prime à tous les clients potentiels. Cette prime est supérieure à ce qu'elle serait si seuls les bons clients souscrivaient à l'assurance. Il est même possible qu'il ne soit pas rentable pour les bons clients de contracter l'assurance, auquel cas le problème classique de « sélection adverse » se pose : les bons clients fuient et seuls les moins prudents acceptent de souscrire au produit d'assurance. En d'autres termes « Celui qui est mal informé est conduit à proposer un contrat qui repousse les personnes qu'il voudrait

[7] Selon le rapport du World Resource Institute (2007), la production agricole représente en moyenne 23% du PIB dans les pays à bas revenus.

attirer » (CAYATTE, 2009, P207). D'autre part, l'agriculteur ayant souscrit à l'assurance risque d'être moins vigilant, de ne pas appliquer le pesticide nécessaire ou de fournir un moindre effort que s'il n'était pas assuré, augmentant de la sorte la probabilité de la perte. Ce changement de comportement de l'assuré est qualifié de risque « d'aléa moral ». Ce dernier risque peut aussi se manifester ex post, une fois le choc réalisé. L'agriculteur aura alors intérêt à exagérer sa perte lors de sa déclaration auprès de l'assureur afin d'obtenir une indemnisation plus conséquente. Or, l'assureur n'a aucun moyen de vérifier si son client lui ment. Ce phénomène est une des raisons pour lesquelles l'assurance individuelle est quasi inexistante en agriculture. Notons que les problèmes relatifs au manque d'information sont plus marqués dans les pays en développement étant donné la faiblesse des institutions, l'absence de bureaux d'expertise qui se prononcent sur les cas litigieux, l'inexistence d'une centrale de risque fournissant des informations sur la solvabilité des clients potentiels ou encore l'absence d'un système comptable des exploitations qui permettrait de voir leurs résultats.

Le deuxième élément de réponse concerne la présence de coûts de transaction élevés en proportion de la valeur assurée. Ceux-ci sont plus importants dans les pays en voie de développement. D'une part, les coûts fixes par clients sont très importants puisque les sommes assurées sont petites, ce qui diminue la rentabilité de l'entreprise. D'autre part, il y est à la fois plus difficile et plus onéreux d'aller vérifier les dégâts déclarés par les clients en zones rurales étant donné la mauvaise infrastructure et la plus grande dispersion dans l'espace d'un client à l'autre.

Dans ce contexte de marchés d'assurance très incomplets, l'objectif de la micro-assurance est de proposer des produits adaptés aux besoins des ménages exclus des marchés d'assurance classique. Le concept repose sur le principe du partage du risque, alliant le terme « assurance », qui implique le paiement régulier d'une prime et le versement d'une indemnité en cas de choc négatif, au terme « micro », qui fait référence à un programme décentralisé, mené au niveau de la communauté et couvrant des montants restreints. Afin d'adapter l'offre d'assurance à ce public cible, certains produits innovateurs ont été introduis, notamment les assurances basées sur un indice.

Il existe différentes sortes d'indices. Les plus intuitifs sont les indices directement basés sur les données de rendements moyens. Par ailleurs, plusieurs indices spécifiques ont été élaborés pour faire face aux aléas naturels dont les plus courants sont construits à partir d'indicateurs météorologiques d'une zone donnée, tel l'indice basé sur les précipitations, la

variation de températures, la vitesse du vent et l'activité sismique sur l'échelle de Richter ou se référant au couvert végétal.

Le produit d'assurance basé sur un indice présente l'avantage, en comparaison avec les régimes d'assurance conventionnels, de ne pas reposer sur la réalisation d'un événement spécifique pour le souscripteur et sur une évaluation de ses dommages directs mais sur le versement de compensations pour les pertes résultant de la variation de l'indice choisi. Le versement de l'indemnité dépend donc du niveau de l'indice, dès que le seuil prédéfini est atteint, les paiements sont effectués pour tous les agriculteurs ayant souscrits l'assurance.

Prenons le cas de l'indice basé sur les précipitations. Différents seuils sont établis au sein de l'indice pour lesquels on s'attend à avoir des pertes significatives dans la production agricole. Les seuils sont déterminés en fonction des caractéristiques agro-écologiques de la zone. Si les précipitations sont sous le seuil, l'assurance verse une indemnité prédéfinie à tous les souscripteurs, qu'ils aient ou non encourus des pertes suite au manque de pluie. Il est donc possible que des souscripteurs touchent des indemnités alors que le manque de pluie ne les a pas touchés. Notons que l'indemnité augmente au plus le seuil atteint est éloigné de la moyenne de l'indice. Typiquement, pour chaque millimètre sous le seuil convenu, l'assurance verse un montant calculé sur base de la perte moyenne encourue par les agriculteurs du fait du manque de pluie. Pour que ces indices puissent servir de base à l'assurance, ils doivent être fortement corrélés aux pertes encourues par les agriculteurs (SKEES et al, 1999). A l'inverse, si le seuil critique n'est pas atteint, aucun agriculteur ne touche d'indemnité, même si certains d'entre eux s'avèrent avoir des rendements catastrophiques pour d'autres raisons, comme par exemple une invasion de criquets sur leur parcelle ou une maladie les empêchant de mener à bien la récolte. Ces risques constituent un **risque de base** non couvert par l'assureur.

Celui-ci survient lorsque les indemnités reçues sur base de l'indice ne correspondent pas exactement à la perte encourue par l'agriculteur individuel. On peut distinguer trois raisons à ce phénomène (GOODWIN et MAHUL, 2004 ; BARNETT et al, 2006): premièrement, les variables indices sont communes à tous les exploitants de la zone et n'entendent donc pas assumer les risques idiosyncratiques, propres à chaque agriculteur[8]. La deuxième raison est que l'indice n'est pas exhaustif : il est rarement en mesure de refléter l'ensemble des variations communes à tous les agriculteurs d'une région donnée (par exemple, l'indice basé sur la précipitation ne tient pas compte des fluctuations de prix du marché dans une zone donnée). Enfin, la dernière raison a trait au calendrier des paiements, le décalage ne permet

[8] Les risques idiosyncratiques sont plus à même d'être pris en charge par les mécanismes traditionnels d'assurance.

pas toujours aux agriculteurs de faire face aux variations de revenus. Afin de réduire ce risque de base, il est important que la corrélation entre l'indice et les pertes encourues soit suffisamment élevée (MOLINI et al, 2007).

Dans le cas d'un indice de rendement moyen, la corrélation entre le rendement individuel et l'indice est plus forte que dans le cas d'un indice climatique. Si l'agriculteur fait par exemple face à une invasion de criquets, celle-ci est désormais prise en compte puisqu'elle diminue le rendement de tous les agriculteurs. Bien que la corrélation soit plus forte, il reste tout de même des risques non couverts, affectant les agriculteurs de manière individuelle, en d'autres termes, un risque de base persiste.

L'assurance basée sur un indice présente de nombreux avantages. Son apport principal a trait au problème d'asymétrie de l'information. Le risque d'aléa moral est dissipé puisque le niveau d'effort de l'agriculteur n'influence aucunement l'occurrence du choc. En effet, les paiements ne reposent pas sur les pertes survenues mais sur la valeur de l'indice indépendant, les agriculteurs ont donc tout intérêt à réduire les risques qu'ils prennent à des niveaux raisonnables afin de minimiser leurs pertes (CORBETT, 2005). Quant au problème de sélection adverse, il ne se pose plus car la prime ne dépend pas de la réalisation spécifique du choc pour l'agriculteur. Parmi les différents indices existants, l'indice de rendement moyen présente le grand avantage de prendre en compte toutes les variations de rendement relatives au produit considéré dans le calcul déclenchant le paiement des indemnités aux agriculteurs, quelles que soient leur origine. Toutefois, il est souvent plus cher et plus compliqué à mettre en place.

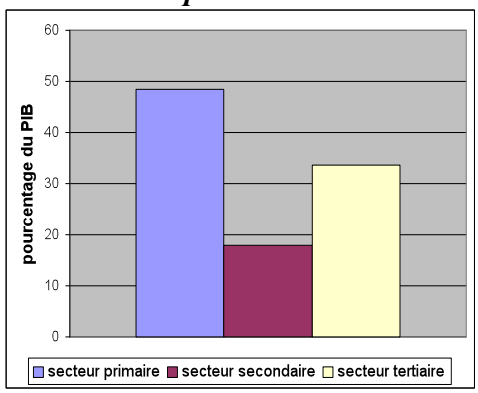
III. La production de coton au Mali

Quelques chiffres

Situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, le Mali est un pays continental, sans débouché sur la mer. Il s'étale sur plus de 1 240 000 km² et rassemble 13 millions d'habitants. Il est classé parmi les pays les plus défavorisés de la planète, que l'on considère le produit intérieur brut par habitant ou l'indice de développement humain (selon lequel il atteint la 168ème place sur un total de 177 pays). Il compte en effet 59% de sa population sous le seuil de pauvreté.

L'agriculture et l'élevage constituent les principales sources de richesse du pays. En effet, le secteur primaire rapportait environ 47% du PIB malien en 2007, comme l'indique la figure 3.1. Plus de 70% de la population active travaille dans le secteur agricole, qui représentait 48,4% du PIB en 2007. Le coton occupe une place centrale dans l'économie malienne. Il représente la principale source de devises du pays. L'exportation du coton apporte à l'Etat plus de 10% de ses recettes budgétaires. Le coton est surtout produit par de petites exploitations familiales et représente la principale source de revenu monétaire, les autres cultures étant essentiellement destinées à la consommation (Commission de l'UEMOA, Comité de convergence et BCEAO, Avril 2007).

Figure 3.1 : Répartition du PIB par secteur au Mali



Source : Rapport SOS Faim, 2007

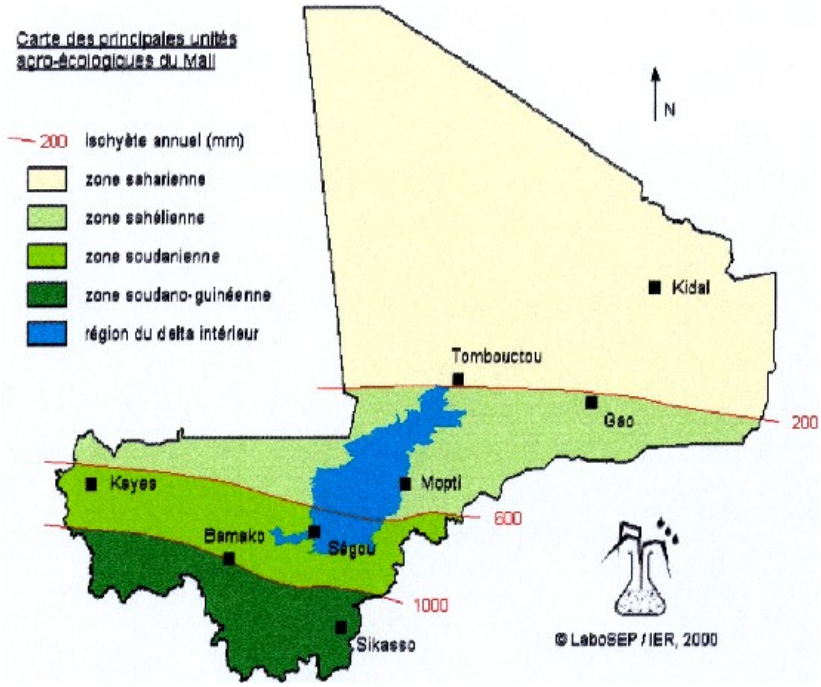
La culture du coton est un des moteurs du processus de développement du monde rural. Elle a contribué au désenclavement de zones reculées du fait de la construction de pistes nécessaires au transport du coton. La croissance des revenus suite à l'introduction du coton a permis l'amélioration des conditions de vie à travers un meilleur accès aux biens d'équipements et de consommation et l'établissement de centres d'alphabétisation et de santé (Bonnassieux, 2005).

En tant que pays continental, le Mali connaît une longue saison sèche (8 à 9 mois) et une courte saison des pluies. Le pays est en outre caractérisé par un régime pluviométrique particulièrement irrégulier dans le temps. Par ailleurs, les quantités de pluies varient

considérablement d'une zone à l'autre (allant de 200 mm au nord jusqu'à 1200 mm au sud), comme l'indique la figure 3.2.

Figure 3.2 : Zones climatiques au Mali

Quatre zones climatiques se succèdent du nord au sud : le Nord appartient à la zone saharienne; le delta intérieur du Niger s'étend dans la zone sahélienne semi-aride, où s'opère la transition entre le désert et la savane arborée ; le Sud connaît un climat soudanien ; enfin, la zone à l'extrême Sud fait partie du secteur soudano-guinéen.



La culture du coton nécessite une saison végétative longue, beaucoup de soleil et d'eau pendant la période de croissance et un temps sec pour la récolte. Au Mali, ces conditions climatiques sont rassemblées dans le Sud du pays et se concentre sur 96 000 km² (soit 7,7% de la superficie totale du pays), notamment dans la province de Sikasso que nous analysons plus en détail.

Bref historique et perspectives

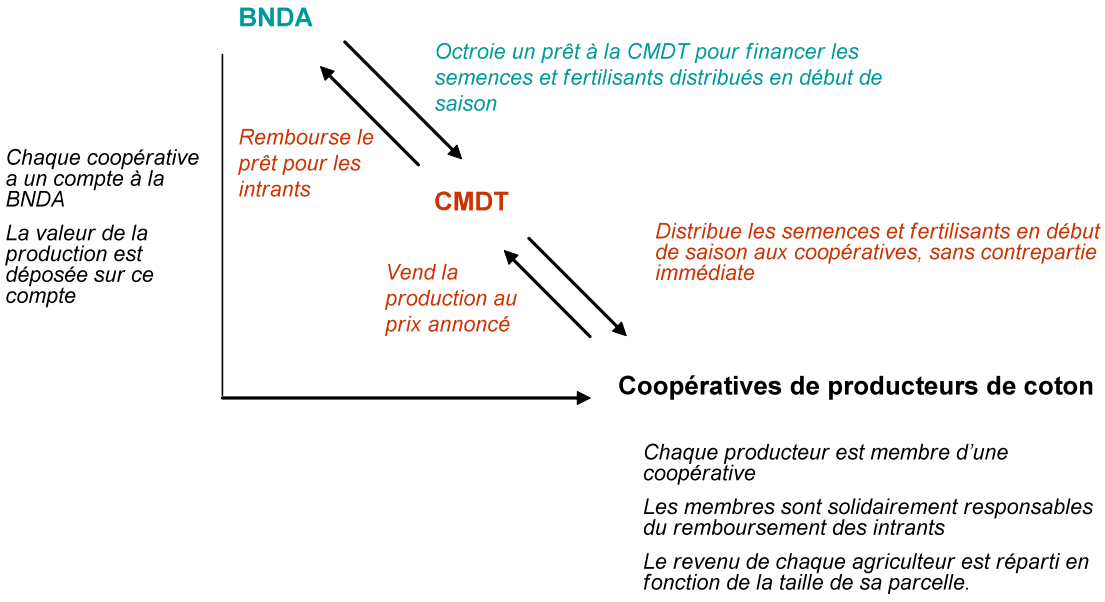
Depuis la création de la Compagnie Malienne de Développement du Textile (CMDT), en 1974, la production de coton a considérablement augmenté au Mali. La CMDT organise la production et la commercialisation du coton au sein d'une filière très intégrée.

Encadré 3.1 : Une filière cotonnière intégrée

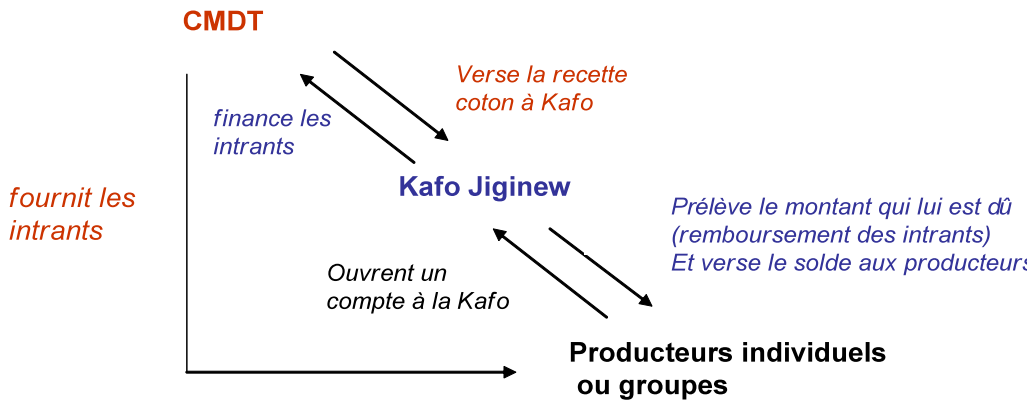
La production de coton malienne présente deux spécificités :
D'une part, une intégration verticale de la filière et, d'autre part, la fixation d'un prix minimum garanti pour les producteurs, dont le montant varie selon les campagnes.

La Compagnie Malienne de Développement du Textile (CMDT) joue un rôle central dans l'organisation de la filière. Elle assure non seulement la collecte, la commercialisation et l'égrenage du coton graine mais aussi la vente de la fibre de coton à l'exportation et aux industries textiles maliennes. Détenant le monopole de l'achat et de la commercialisation du coton malien, elle fixe un prix d'achat au producteur en début de saison et garantit l'achat de la totalité de la récolte.

A ce jour, la CMDT traite directement avec les coopératives de producteurs de coton. Chaque agriculteur doit donc être affilié à une telle coopérative afin d'optimaliser le financement de la saison. La Banque Nationale du Développement Agricole (BNDA) est le principal bailleur de fonds dans le secteur, couvrant plus de 90% du financement des intrants de la superficie allouée au coton. En début de saison, la CMDT fournit les semences et fertilisants nécessaires aux différentes coopératives. Une fois la récolte réalisée, la valeur de la production totale est déposée sur le compte de la coopérative auprès de la BNDA. Après avoir soustrait les dépenses de fertilisants et de semences, les membres de la coopérative sont rémunérés au prorata de la superficie de leur parcelle, selon les tarifs annoncés par la CMDT en début de saison. Notons que les affiliés de la coopérative sont solidairement responsables du remboursement des intrants.



Quant au financement des intrants pour les 10% restants de la surface dédiée au coton, il est pris en charge par la mutuelle Kafo Jiginew. Le crédit octroyé est destiné à financer les achats d'intrants coton pour les producteurs individuels : il s'agit d'un prêt en nature garanti par les recettes coton des emprunteurs. La Kafo Jiginew, qui signifie « Union des greniers » en langue locale, est le plus grand réseau de caisses populaires d'épargne et de crédit du Mali. Les villages concernés par les caisses représentent 194 890 exploitations cotonnières avec 223 500 sociétaires membres. Outre le crédit intrant[2], la Kafo offre une gamme de produits large dont le crédit de campagne[1], le crédit d'équipement[3], principalement utilisé pour acheter un bœuf, ou encore le crédit de stockage de céréales[4]. A l'inverse de la CMDT, chaque agriculteur dispose d'un compte individuel à la Kafo, même si l'organisation en coopérative est utilisée pour la distribution des intrants. Bien que la Kafo accepte à la fois des agriculteurs individuels et des groupes comme clients, le remboursement n'est pas soumis à la caution solidaire et est dès lors beaucoup plus sensible à la bonne réussite de la récolte.



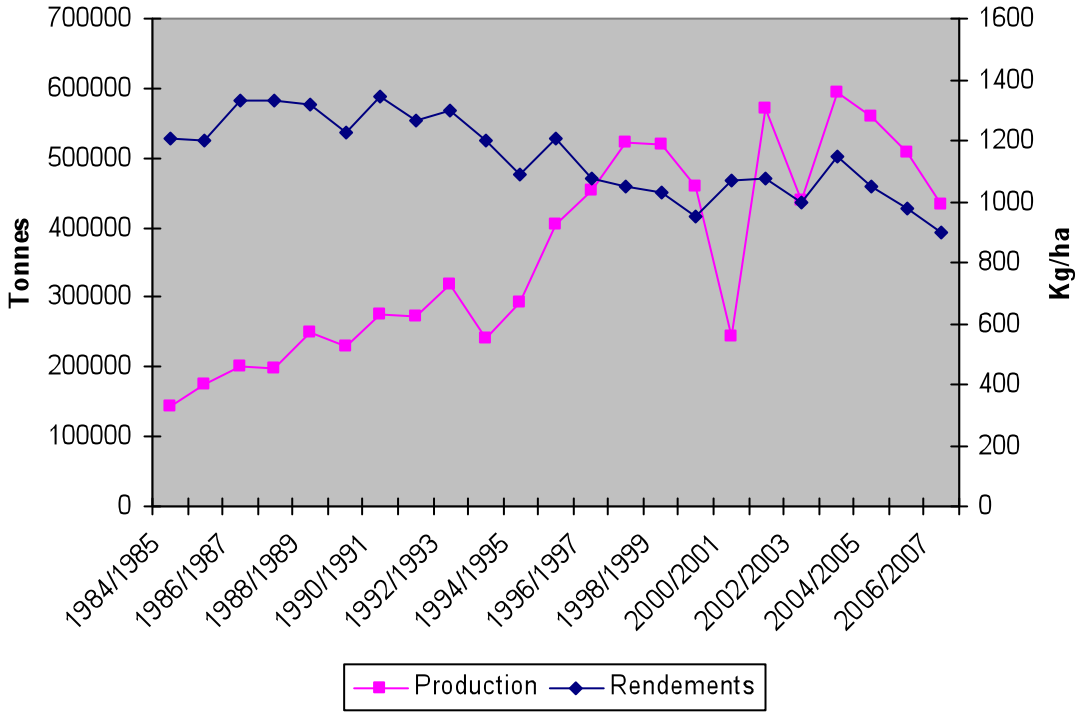
1. durée : 7 à 12 mois, taux dégressif de 24 % annuel
2. durée : environ 9 mois, taux nominal de 10 % annuel
3. durée : de 12 à 36 mois, taux dégressif de 18 % annuel
4. durée : de 6 à 12 mois, taux de 10 % annuel

La figure 3.3 ci-dessous retrace **l'évolution de la production** et des rendements du coton au Mali depuis le milieu des années 80. On remarque une nette augmentation de la production nationale jusqu'à la fin des années 90, passant d'environ 144000 tonnes à 518000 tonnes de coton. Ces années constituent un véritable âge d'or pour le coton au Mali. Cette augmentation spectaculaire est notamment due à la dévaluation du franc CFA en 1994. Ce même graphe dévoile une chute conséquente de la production lors de la récolte de 2000 /2001. Celle-ci est due à une grève des exploitants, suscitée par l'annonce de la CMDT d'un prix nettement plus bas que de coutume. La CMDT est alors confrontée à une crise financière extrêmement sévère, précipitée par la baisse des cours internationaux du coton. Les producteurs ont l'impression que la CMDT est mal gérée et sont mécontents de la faible transparence dans le partage de la valeur ajoutée (DELARUE et al, 2009 ; HUGON, 2005). Ces

évènements conduisent une grande partie des producteurs à ne pas semer de coton cette année-là.

La production atteint son maximum historique en 2003-2004 avec 593 000 tonnes produites. A ce moment, la filière concerne plus de trois millions de maliens et 160 000 exploitations agricoles. Depuis 2005, les superficies allouées au coton sont en baisse substantielle, notamment suite à la dégradation des prix nominaux détaillée ci-après.

Figure 3.2: Evolution de la production et des rendements du coton au Mali



L'évolution des rendements du coton ne suit pas la même tendance. Depuis les débuts de la CMDT, l'augmentation de l'usage d'intrants et d'équipements, l'accroissement du niveau de mécanisation, l'alphabétisation et la formation professionnelle ainsi que l'organisation en filière intégrée ont permis d'enregistrer une hausse du rendement à l'hectare jusqu'au milieu des années 1990.

Dans la seconde moitié des années 90, malgré l'augmentation des surfaces consacrées à la culture de coton, le Mali a connu une baisse simultanée des rendements à l'hectare. La pluviométrie influence considérablement les rendements cotonniers au Mali. Les rendements des récoltes peuvent varier jusqu'à 25% selon celle-ci. En règle générale, un minimum de 500 mm d'eau par an, bien repartis dans le temps de la germination à la formation des capsules du cotonnier, est suffisant pour le cycle complet du cotonnier. Toutefois, si la pluviométrie est capricieuse ou mal répartie dans le temps, le pourcentage de

fleurs qui se transforment en capsules peut diminuer d'1/3 à seulement 10%. En effet, en cas d'excès d'eau, les racines manquent d'air mais la plante ne présente aucun signe visible d'anomalie alors qu'en cas de sécheresse, la plante est incapable d'absorber les éléments nutritifs nécessaires à son développement. L'étude USAID (2009) remarque, en outre, que le rendement espéré diminue également car beaucoup d'agriculteurs ne respectent pas le parcours technique conseillé pour la production du coton.

La filière coton est très dépendante des cours mondiaux, dont l'évolution est volatile. Les prix mondiaux sont restés déprimés jusqu'en 2003, année particulièrement favorable pour les producteurs de coton, pour ensuite replonger à la baisse. En 2005, le système de fixation du prix au producteur a été modifié en le liant aux cours mondiaux pour réduire les déficits de la filière. Cette évolution dans le sens de la libéralisation a eu un effet immédiatement négatif sur le prix, qui est passé de 210 FCFA/kg en 2004/2005 à 160 FCFA/kg en 2005/2006 (DELARUE et al, 2009).

Depuis 2007, les prix mondiaux sont à la hausse, pourtant, le Mali ne parvient pas à répercuter cette amélioration dans le prix payé aux producteurs nationaux. Non seulement les difficultés financières de la CMDT sont en cause mais de plus, le prix des intrants ne cesse d'augmenter. Cette évolution est inquiétante et, selon Hugon (2005), le prix versé au producteur (fixé à 200 FCFA le kg en 2008) pourrait même être insuffisant pour couvrir les coûts de production (engrais, pesticides, travailleurs saisonniers, outils, location éventuelle d'un bœuf).

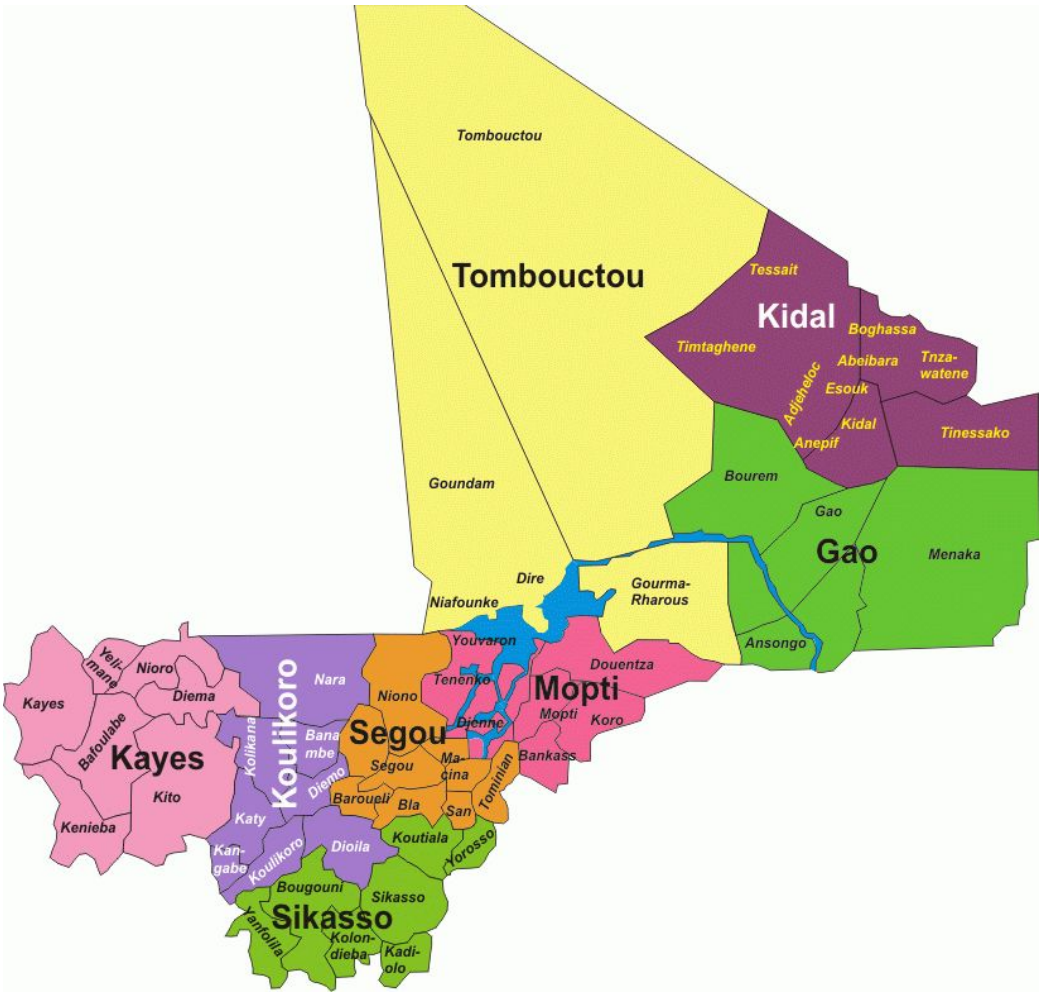
Dans ce contexte d'incertitude, plusieurs défis s'adressent à la filière cotonnière malienne. La réforme du secteur a été entamée au début des années 2000 et le processus de libéralisation devrait aboutir à la création de 4 filiales se répartissant la gestion des surfaces cotonnières au Mali. Cette restructuration a pour but de contribuer à restaurer la compétitivité de l'économie malienne. Après plusieurs années de négociations, un protocole d'accord relatif au plan social 2010 de la CMDT a été signé entre la direction et les syndicats le 7 janvier dernier [2010].

Méthodologie de l'étude de faisabilité

L'étude de faisabilité s'est concentrée sur une zone située dans la région de Sikasso, comprenant entre autre les districts de Koutiala, Fana, Bougouni et Kita, au Sud-est du pays.

Il est utile de mentionner brièvement la division politique du Mali afin de mieux percevoir le niveau de désagrégation de l'étude. Le pays est organisé en trois types d'entités administratives: 8 régions constituent le niveau le plus agrégé, celles-ci sont divisées en cercles, eux-mêmes subdivisés en arrondissements, comme le dessine la figure 3.4 ci-dessous[9]. Les arrondissements sont des entités administratives intermédiaires (la production de coton moyenne par arrondissement équivaut à 15 000 ha) qui regroupent différentes communes à leur tour constituées de plusieurs villages.

Figure 3.4 : Carte politique du Mali



Une mission d'une semaine au Mali fut organisée en Mars afin de récolter les données nécessaires à l'étude de faisabilité. La première étape consista à interroger certains producteurs de coton sur le niveau de la demande et les besoins, ainsi que sur le calendrier de production et à rassembler un maximum de données disponibles sur le rendement et la

[9] La CMDT utilise un découpage particulier centré sur des zones de production agricoles (ZPA) qui regroupe quelques villages.

taille de l'exploitation. Outre ces informations à échelle individuelle, la démarche pour obtenir les données de rendements moyens s'est effectuée au sein d'institutions diverses (ministère de l'agriculture, CMDT,…). En présence d'un climatologue, la mission a également entrepris la collecte des données climatiques accessibles dans les stations météorologiques locales et complétées par celles obtenues à l'autorité nationale en charge de la météorologie. Une seconde étape fut de prendre contact avec les institutions de microfinance actives dans le secteur agricole (BNDA, Kafo Jiginew, CVECA Kita). Enfin, l'organisation de quelques « focus groups» a enrichi l'étude. Ceux-ci ont pour but d'appréhender la mise en place du produit d'assurance envisagé et de connaître les réactions des bénéficiaires potentiels.

Risques auxquels les agriculteurs sont exposés

La culture du coton expose les agriculteurs à différents risques, susceptibles d'avoir des répercussions importantes sur le revenu des ménages et par conséquent leur niveau de vie. Tout d'abord, les **conditions climatiques aléatoires** représentent une source d'incertitude majeure pour la production du coton, culture pluviale. La plante est en effet très sensible aux quantités d'eau nécessaires à chaque stade de sa germination et floraison.

Au cours de l'enquête menée au Mali en mars 2009 et coordonnée par PlaNet Guarantee, les agriculteurs ont mentionné les situations qu'ils perçoivent comme étant les plus préoccupantes. Il s'agit notamment d'un retard dans le déclenchement de la saison des pluies. En effet, au Mali, le coton est semé en début d'hivernage avec l'arrivée des grandes pluies. Le signal communément admis pour commencer à semer est d'atteindre un niveau de précipitation d'au moins 20 mm. Or, si celui-ci se déclenche relativement trop tôt ou trop tard dans la saison, il occasionne des pertes de rendements à l'hectare. Pour éviter de tels désagréments, la CMDT recommande généralement de ne pas semer avant le 25 mai, mais au plus tard le 20 juillet. En outre, une saison des pluies plus courte que la normale empêche la plante d'arriver à maturation complète, dégradant la récolte. Lorsque la saison des pluies est interrompue par une longue période sèche (plus de 10 jours consécutifs), la plante peut être sérieusement endommagée. Enfin, des pluies excessives peuvent, elles aussi, être dévastatrices, réduire la qualité de la fibre ou tout simplement réduire l'efficacité des pesticides répandus. Les aléas climatiques sont amenés à s'intensifier au vu du changement climatique, réalité susceptible d'occasionner davantage de déséquilibres des activités agricoles.

Ensuite, la **fertilité des sols** (et sa préservation) est un enjeu critique aux yeux des exploitants puisque la productivité de la récolte en dépend. Pourtant, l'accès aux engrais et autres fertilisants, étant donné leur prix élevé, n'est pas toujours évident. Il est donc probable

qu'une fois obtenu, une partie de cet engrais soit allouée à la production alimentaire (maïs, mil, sorgho).

La qualité de la récolte semble dépendre, qui plus est, de la **provenance des semences**. Celles-ci sont fournies par la CMDT en début de saison et sont hors du contrôle des exploitants. Un changement de variété nécessite une adaptation des pratiques utilisées par les agriculteurs.

D'autres inquiétudes concernent le délabrement des infrastructures d'irrigation, le manque d'équipement des producteurs et la forte pression foncière et animale.

Outre ces facteurs physiques, les agriculteurs ont mentionnés les **retards de paiement par la CMDT**. Lorsque ceux-ci ont lieu, il arrive que les agriculteurs n'ont pas encore reçu leurs recettes alors que des investissements sont déjà nécessaires pour la récolte suivante. Cela occasionne plusieurs situations délicates dans les chefs des agriculteurs, parfois contraints à vendre les intrants de la récolte suivante pour obtenir des liquidités, diminuant par là-même leurs perspectives de rendements pour la récolte suivante !

Enfin, des **événements spécifiques à chacun des agriculteurs** sont à prendre en compte dans l'évaluation des risques. Une jambe cassée, des dépenses scolaires non anticipées, le décès d'un membre de la famille,… sont autant de problèmes capables de faire basculer le fragile équilibre économique des ménages.

La CMDT est, quant à elle, confrontée à un **risque « marché »** puisque le prix d'achat qu'elle fixe en début de période dépend en partie de l'évolution des cours mondiaux, le Mali est donc vulnérable aux chocs extérieurs, entre le moment où le prix est fixé et l'achat aux agriculteurs. Notons que le prix des intrants grimpe ces dernières années[10] alors que le prix versé aux agriculteurs reste bas, ce qui inquiète les producteurs.

Les agriculteurs ont mentionnés à plusieurs reprises les facteurs climatiques comme source de risque potentiel. Dès lors, l'étude de faisabilité envisage entre autre l'indice climatique comme base du produit d'assurance. Sur base des données disponibles, l'équipe de Michael Carter[11] a exploré d'une part, les effets attendus de l'indice basé sur les rendements moyens et a détaillé d'autre part, deux variantes de l'indice climatique.

[10] Toutefois ce prix étant fixé en début de période, il ne constitue pas un risque à proprement parler.

[11] A partir des données récoltées par la mission au Mali, CARTER, LAAJAJ et MOYA (2009) ont rédigé un rapport technique sur lequel se base cette section.

IV. L'indice basé sur les rendements moyens

Concept

Un contrat d'assurance basé sur un indice de rendement moyen prévoit des indemnités et une prime qui dépendent directement du rendement agrégé d'une zone géographique donnée.

Le principe est simple : sur base d'une série de données historiques sur les rendements du coton, l'assureur définit un **seuil critique** pour la zone à assurer, y_{sc}. Si le rendement moyen $\bar{y}$ est inférieur à y_{sc}, tous les souscripteurs touchent un montant proportionnel[12] à la différence, si elle s'avère positive, entre le rendement moyen du coton dans la zone et le seuil critique. Ce montant I_{it} pour un agriculteur *i* lors de la récolte *t*, est donc défini de la façon suivante : (CARTER & al, 2007)

$$I_{it} = \max\left(y_{sc} - \bar{y}, 0\right)$$

Il existe une relation statistique systématique entre le rendement individuel y_i et la moyenne de celui-ci pour tous les agriculteurs de la zone $\bar{y}$ (MIRANDA, 1991):

$$y_i = \mu_i^y + \beta_i^y\left(\bar{y} - \mu^y\right) + \varepsilon_i^y$$

Pour une récolte donnée, le rendement de l'agriculteur est donc fonction de son rendement attendu ou moyen μ_i^y, de la différence entre le rendement moyen de la zone réalisé lors de la récolte de coton considérée et le rendement moyen attendu dans la zone μ^y ainsi que d'un terme d'erreur ε_i^y propre à chaque agriculteur, représentant les chocs idiosyncratiques. Le coefficient β_i^y caractérise la relation entre le rendement individuel de l'agriculteur et le rendement moyen de la zone, relation dont dépend l'utilité de l'assurance pour l'agriculteur. Plus β_i^y est proche de 1, plus une assurance basée sur un rendement moyen est intéressante pour un individu. Pour le comprendre, supposons que le coefficient vaille 1, alors la variation du rendement d'un agriculteur particulier suit exactement la variation du rendement de la zone. Admettons que la récolte de coton soit particulièrement bonne et surpasse la moyenne de la zone de 250 kg, la récolte de l'agriculteur sera elle aussi 250 kg au-delà de sa propre moyenne. Par contre, dans le cas où le coefficient est nul, l'assurance

[12] Notons que l'indemnité est définie en kg de coton par hectare.

perd de sa valeur aux yeux de l'agriculteur puisque les variations de rendement de la zone considérée ne sont nullement corrélées à ses variations de rendement individuelles! Autrement dit, le risque de base est très important et une assurance basée sur un indice ne permet pas de réduire les fluctuations de revenu des producteurs.

La première étape de l'analyse revient donc à estimer le coefficient β_i^y. Cette estimation permet de définir la proportion de risque de base présente dans le produit d'assurance envisagé. Au plus le β_i^y est faible, au plus ce risque de base prend de l'importance et interfère dans la correspondance entre le rendement de l'agriculteur et le rendement moyen de la zone. Un β_i^y faible est donc synonyme d'une moindre adhésion à l'assurance de la part des agriculteurs. L'analyse procède ensuite en trois étapes en vue d'élaborer le contrat d'assurance: Carter et al estiment tout d'abord la distribution des rendements dans la zone sélectionnée. Ensuite le seuil critique y_{sc} en dessous duquel les versements ont lieu est ensuite déterminé et finalement le montant de la prime d'assurance est calculé. Enfin, l'étude de faisabilité simule la fréquence des paiements et le montant de l'indemnité reçue (en kg/ha) afin d'évaluer l'intérêt du contrat pour les producteurs de coton.

Données

Pour établir un indice basé sur les rendements moyens, il est tout d'abord nécessaire de délimiter une zone géographique. Au plus celle-ci est restreinte, au mieux l'assurance parviendra à répondre aux besoins des agriculteurs de la zone. Ensuite, deux types de données sont nécessaires : les données historiques de rendements moyens de la zone et des données spécifiques aux agriculteurs de la zone (afin d'estimer le coefficient β_i^y).

L'étude a été menée sur base de données provenant directement de la CMDT et retraçant l'évolution du rendement annuel moyen du coton des six dernières récoltes (2002/2003 à 2007/2008). Ces données concernent 32 arrondissements dispersés dans 6 cercles de la région de Sikasso. Quant au deuxième type de données, nécessaires à la mesure du risque de base, elles proviennent également de la CMDT et concernent 165 ménages vivant dans 13 villages distincts. Ces données couvrent trois récoltes (2000/2001 à 2002/2003) et constituent le niveau le plus désagrégé de l'étude.

Calcul du risque de base

Les données au niveau des ménages permettent d'étudier l'intérêt de l'assurance proposée pour chacun des agriculteurs de la zone et d'estimer la part du risque que l'indice basé sur les rendements moyens est capable de couvrir. Au plus cette part est élevée, au mieux l'assurance est susceptible de répondre aux craintes des petits exploitants de coton de la région, augmentant les chances de réussite du projet.
Pour cela, il est utile de calculer le risque de base. Dans l'échantillon considéré, il s'élève à 30%, proportion raisonnable puisqu'elle implique que **l'indice est en mesure d'expliquer 70% de la variation annuelle des rendements pour chaque village.**

Elaboration du contrat

Etape 1 : Estimation de la distribution des rendements dans la zone sélectionnée

Parmi les 32 arrondissements sélectionnés, les rendements moyens à long terme varient fortement. Carter et al ont dès lors distingué trois catégories au sein de l'échantillon afin de pouvoir proposer des contrats appropriés selon le niveau moyen de la production de coton à l'hectare dans l'arrondissement. Dans le cas contraire, proposer un contrat unique aurait l'inconvénient d'intéresser davantage les exploitants dans les arrondissements à faible productivité pour lesquels le seuil critique serait plus vite dépassé. Les trois arrondissements suivants ont été sélectionnés à titre de référence:

Arrondissement	Kg de coton / hectare	Catégorie de rendements
Bougouni	1054 kg / ha	Rendements élevés
Yanfolila	970 kg / ha	Rendements moyens
Bla	812 kg/ha	Rendements faibles

La raison de ces différences considérables entre arrondissements n'est pas univoque et il faudrait davantage d'information pour les comprendre. Toutefois, comme le soulignent Carter et al, il n'est pas nécessaire d'identifier les causes précises de ces chocs pour procéder à l'assurance basée sur les rendements moyens mais il suffit d'en connaître la distribution.

Afin d'estimer cette distribution, une fonction de densité de Weibull a été utilisée. Il s'agit d'une fonction communément choisie pour représenter des données de rendements. Cette distribution a pour atout une grande flexibilité : elle permet de représenter au moins

approximativement une infinité de lois de probabilité et a pour spécificité d'exclure les valeurs négatives.

La fonction de la densité de probabilité de Weibull représente la probabilité *f* (y) d'avoir un rendement *y* lors de la récolte de la façon suivante :

$$f(y) = ab^{-a} y^{a-1} e^{-(y/b)^a}$$

a et *b* sont des paramètres appelés habituellement les paramètres de Weibull. La détermination de ces paramètres permet de connaître la distribution des rendements pour un arrondissement donné. Le paramètre *a* (facteur de forme) est sans dimension et caractérise la forme de la distribution de fréquence alors que *b* (facteur d'échelle) détermine la hauteur (et donc la concentration) de la distribution puisqu'une variation de ce paramètre revient à changer l'axe des abscisses.

Etant donné la diversité des rendements moyens à long terme, les auteurs ont choisi d'indexer ces paramètres selon l'arrondissement d considéré, malgré la perte de significativité que cela induit étant donné le nombre restreint de données dont on dispose.

$$a_d = a_0 + a_1 \bar{y}_d$$

$$b_d = b_0 + b_1 \bar{y}_d$$

Etape 2 : Détermination du seuil critique y_{sc}

Le choix du seuil critique est primordial. D'une part, s'il est trop élevé, le montant de la prime risque de décourager les agriculteurs ; D'autre part, si le seuil est fixé trop bas, la fréquence du paiement des indemnités est basse. Or, la confiance d'agriculteurs peu habitués à des produits d'assurance formels se développe via le paiement d'indemnités.

En effet, si on détermine **un seuil critique unique de 80%,** ce n'est que lorsque les rendements moyens de l'arrondissement sont inférieurs à 80% des rendements historiques moyens que l'indemnisation des agriculteurs a lieu. Or, sur base des données récoltées, cela revient à une intervention financière de la part de l'assureur dans 15% du temps, c'est-à-dire tous les 7 à 8 ans. Cela risque de décourager les agriculteurs qui pourraient décider de ne plus souscrire.

Dès lors, afin de répondre au mieux aux besoins et aux inquiétudes des agriculteurs, il est envisageable d'élaborer un **contrat incorporant deux niveaux de seuils critiques** : un premier, plus élevé, donnant droit à une indemnisation partielle jusqu'à ce que le second seuil, plus bas, soit atteint, déclenchant alors le paiement intégral de l'indemnité convenue. Le montant de l'indemnité I_{idt} devient dès lors :

$$I_{idt} = \max\left(y_{2sc} - \overline{y_{dt}}, \frac{1}{2}(y_{1sc} - \overline{y_{dt}}, 0 \right)$$

avec y_{1sc} le premier seuil critique, ici égal à **90%** du rendement moyen de l'arrondissement

y_{2sc} le second seuil critique, ici égal à **80%** du rendement moyen de l'arrondissement

Dans le cas de ce double seuil, l'indemnisation a lieu plus fréquemment, soit 29% du temps ou l'équivalent d'une fois tous les quatre ans. Cela renforce l'attrait du contrat d'assurance dans le chef des agriculteurs.

Etape 3 : Fixation de la prime d'assurance

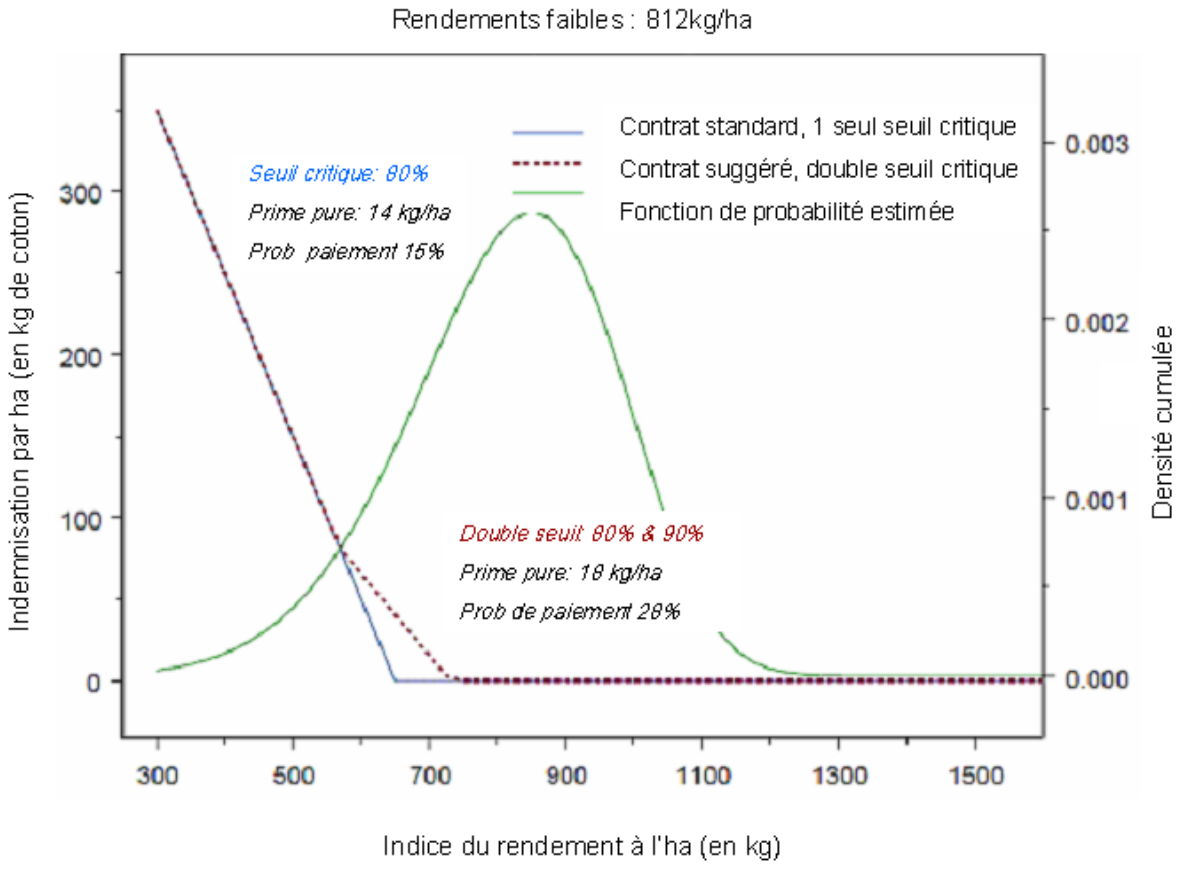
En règle générale, la prime d'assurance payée par l'assuré est composée de différentes parties. Outre la prime pure ou le montant du sinistre moyen auquel l'assureur doit faire face, un chargement de sécurité ainsi qu'une majoration pour frais de gestion sont incorporés dans le prix de l'assurance. Nous ne calculerons ici que la prime pure afin d'estimer le coût du contrat mais gardons donc en tête que la prime exigée auprès des clients sera légèrement majorée. Mathématiquement, la prime pure à l'hectare p_{id} est égale à l'espérance des pertes :

$$p_{id} = \int_0^{\infty} I_{idt}(y_d) f(y_d) dy$$

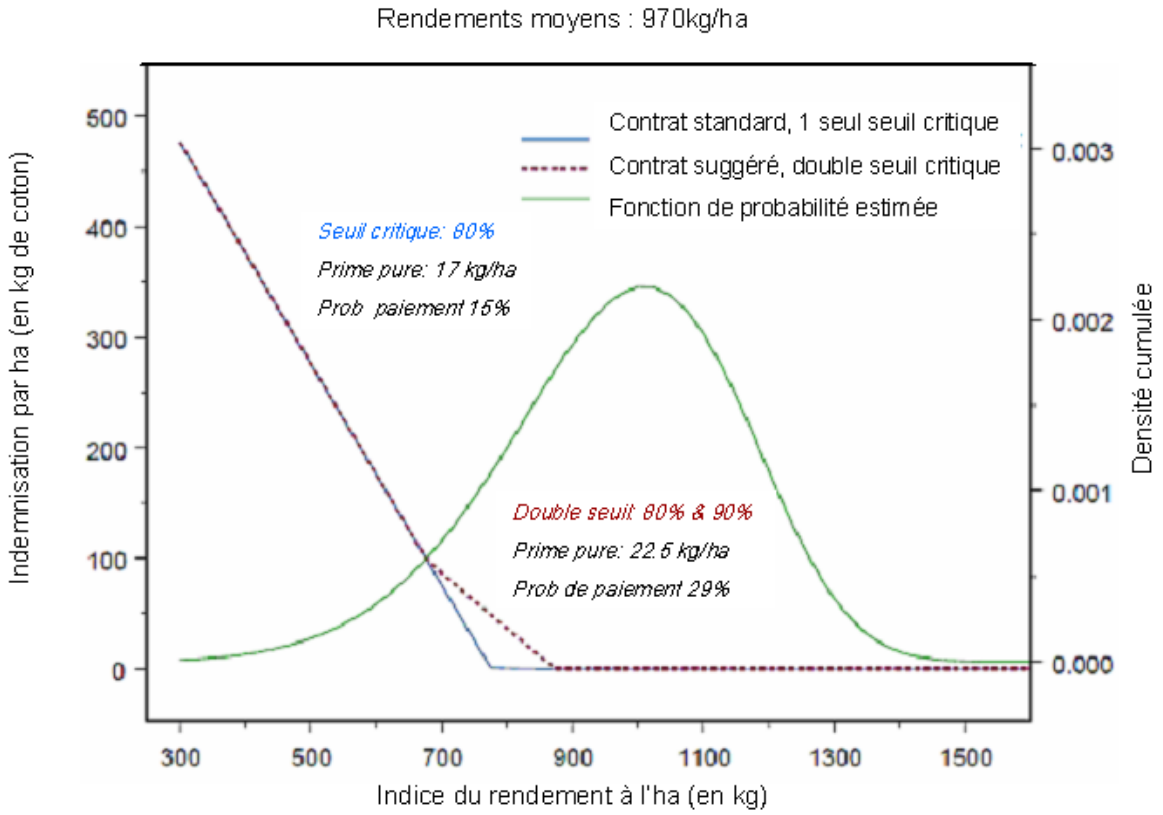
Si nous comparons le contrat A, reposant sur un seuil unique de 80%, avec le contrat B, proposant un double seuil, on s'attend à ce que le prix de la prime soit supérieur dans le contrat B, les déboursements envers les clients y étant plus fréquents. Cette supposition est vérifiée par les estimations : la prime exigée par le contrat A n'excède pas les 2% (ou 14 kg/ha pour les arrondissements à faibles rendements, 17 pour ceux à rendements moyens et 19 dans les arrondissements à rendements élevés) alors que la prime du contrat B est d'environ 2,4% des rendements moyens de long terme (soit respectivement 18, 22.5 et 25 kg/ha selon la catégorie considérée).

Les trois graphes ci-dessous illustrent, pour les trois catégories d'arrondissement, les déterminants des deux types de contrat. On peut tout d'abord y voir la fonction de probabilité estimée (distribution de Weibull), centrée autour de la moyenne des rendements de la catégorie, par exemple 812 kg/ha pour l'arrondissement de Bla. La densité des rendements est reportée sur l'axe droit des ordonnées. On observe ensuite le seuil de déclenchement du paiement des indemnités pour chaque type de contrat. Toujours dans l'exemple de Bla, on constate qu'en partant de l'extrême droite de la droite des abscisses, le double seuil est déclenché plus tôt, soit dès que le rendement atteint la barre des 90%, soit 731 kg/ha, alors que les paiements du premier contrat ne sont effectifs que lorsque la production moyenne de coton chute à 650 kg/ha. Etant donné qu'entre ces deux seuils le contrat B n'indemnise l'agriculteur qu'à concurrence de moitié, la pente de la droite en pointillé est plus plate.

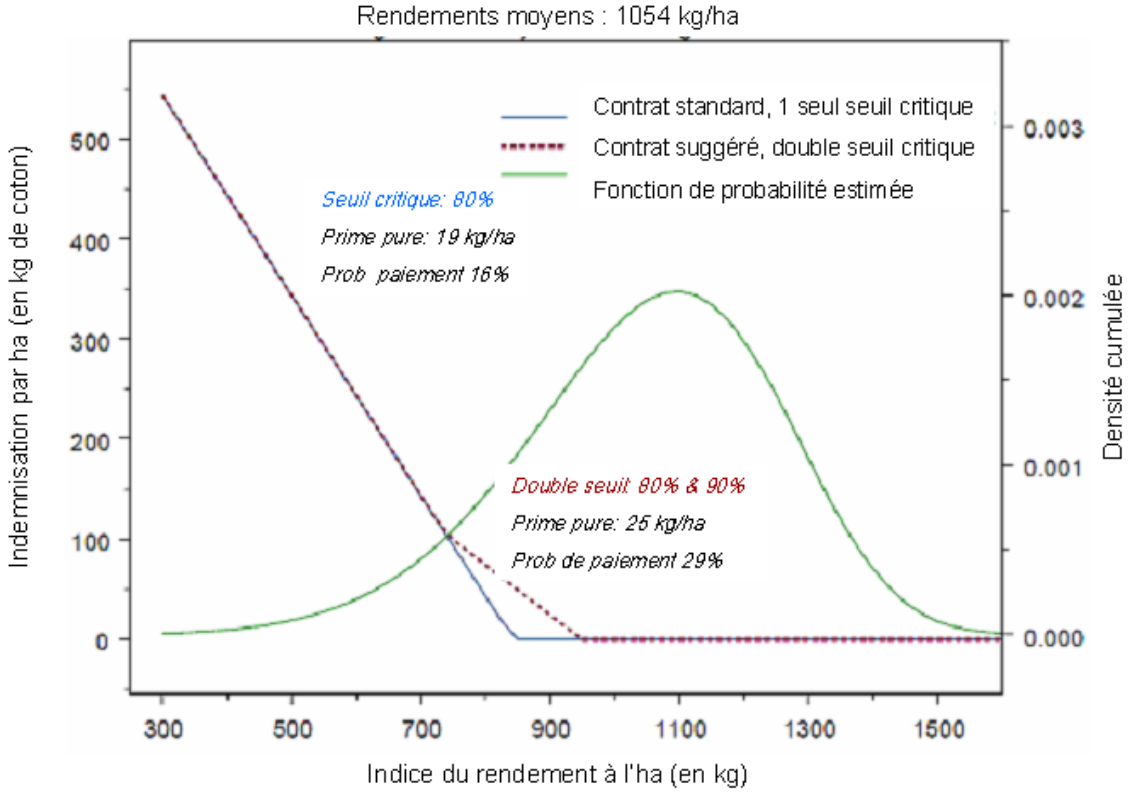
Graphe 3.1: Arrondissement de Bla



Graphe 3.2: Arrondissement de Yanfolila



Graphe 3.3: Arrondissement de Bougouni



Etape 4 : Mode d'implémentation du contrat

La discussion avec le réassureur[13], Swiss Re, a fortement orienté le mode d'implémentation du contrat envisagé. Afin de se lancer dans le projet, le réassureur exige la garantie que le portefeuille assuré atteigne une taille minimale. Or, en proposant un contrat d'assurance classique s'adressant directement aux agriculteurs, il n'est pas certain que le nombre de souscriptions permette d'atteindre immédiatement la taille demandée par le réassureur. Dès lors, nous avons envisagé une alternative diminuant l'incertitude quant au nombre de contrats réellement souscrits. Il s'agit d'assurer non plus les producteurs directement mais le portfolio coton de l'organisme de micro-finance qui octroie les crédits coton aux producteurs de la région. Toutefois, l'ONG, dans sa mission d'aide aux producteurs démunis, est soucieuse que l'assurance qu'elle propose permette finalement de soutenir les producteurs en cas de chocs adverses. Pour ce faire, nous avons pensé 'introduire une clause contractuelle obligeant l'institution de micro-finance locale à transférer l'indemnisation reçue aux agriculteurs en réduisant leur dette en cas de mauvaise récolte de la zone. Rappelons que tous les producteurs de coton empruntent pour financer leur culture, aucun n'est donc a priori exclu par le mode de distribution envisagé.

Cette condition posée par l'assureur et perçue, à prime abord, comme une contrainte par l'ONG dont le but était d'assurer les petits producteurs, pourrait s'avérer être un gage de succès pour le projet. En effet, une des limites à la micro-assurance et probablement une raison pour laquelle si peu d'institutions privées sont présentes sur ce marché, sont les coûts de transaction élevés qu'elle entraîne. D'une part, la distribution d'une multitude de petits contrats est onéreuse en soi et d'autre part, la gestion du versement des indemnités est complexe lorsque le nombre de contrats est élevé. C'est pourquoi assurer directement l'institution de micro-finance constitue une solution envisageable, ne faisant intervenir plus qu'un seul interlocuteur.

Un autre avantage de cette forme d'implémentation du contrat par rapport à un produit d'assurance s'adressant directement aux producteurs peut résider dans son impact sur le marché financier. En effet l'assurance proposée pourrait stimuler l'offre de crédit.agricole en protégeant l'institution de micro-finance contre un non-remboursement généralisé lié à une mauvaise récolte dans la zone.

[13] Dont les interlocuteurs étaient Harini Kannan et Roman Hohl.

V. L'indice climatique

Concept

L'autre type d'indice analysé est un indice climatique. L'idée est de définir un seuil par rapport à une variable climatique, par exemple la pluviométrie. Comme dans le cas des indices de rendements moyens, l'intérêt de l'assurance dépend de la corrélation entre l'indice choisi et le rendement de l'agriculteur. Toutefois, pour une zone géographique donnée, cette corrélation est inévitablement plus faible dans le cas d'un indice climatique que dans celui d'un indice de rendements moyens. L'indice climatique permet d'estimer un rendement moyen pour la zone considérée. Il y a donc une nouvelle source de risque de base pour l'agriculteur : non seulement l'assurance ne couvre pas les chocs de son rendement individuel non reflété dans le rendement moyen, mais elle ne couvre pas non plus les chocs au rendement moyen non capté par l'indice climatique (telle l'invasion de criquets). Comme nous l'avons mentionné précédemment, une plus faible corrélation entre l'indice et le rendement individuel implique un risque de base plus important pour l'agriculteur.

Si le risque de base est plus grand dans le cas d'un indice climatique pourquoi l'envisager ? D'une part, les données nécessaires sont plus simples à récolter et à mesurer (il s'agit de critères objectifs : précipitations en mm,…) et d'autre part, leur précision est supérieure, ciblant une zone géographique plus restreinte (la résolution des images satellites est particulièrement pointue et permet par exemple un niveau de détail de surfaces de 8km²).

Parmi les indicateurs climatiques disponibles, nous comparons deux indices: le premier inclut uniquement la mesure des précipitations journalières alors que le second est constitué sur base d'images satellitaires reprenant à la fois des mesures de la pluviométrie et la structure du couvert végétal.

A. L'indice basé sur les précipitations

La mission au Mali a permis d'identifier de manière plus précise les risques relatifs à la pluviométrie, lorsqu'elle se révèle inconstante. Sur base des risques mentionnés par les agriculteurs, Calmanti a élaboré les cinq indicateurs suivants:

- **Déclenchement de la saison des pluies** : soit le premier jour de l'année marquant le début d'une semaine cumulant plus de 20mm d'eau de pluie.
- **Cumul des précipitations dans la phase de germination** : soit dans les 4 premières semaines suivant le déclenchement de la saison des pluies
- **Période d'aridité fatale** : plus de 10 jours consécutifs avec moins de 5mm de précipitations par jour.
- **Période sèche** : cumul de précipitations de début septembre à fin novembre.
- **Précipitations annuelles**

Le principe est donc de comparer les données disponibles de rendements moyens et ces cinq indicateurs climatiques dans l'objectif de faire correspondre les mauvaises récoltes (ayant un rendement inférieur au seuil critique défini) avec des chocs climatiques spécifiques, soit de trouver la combinaison de ces indicateurs qui reflète au mieux la situation dans le sud du Mali. Ce faisant, l'analyse de Calmanti a néanmoins révélé que seule une réduction significative des précipitations annuelles semblait avoir un lien avec la baisse des rendements cotonniers. Cette correspondance est particulièrement avérée dans l'arrondissement de Koutiala, pour lequel la série de données disponibles est relativement longue.

Données

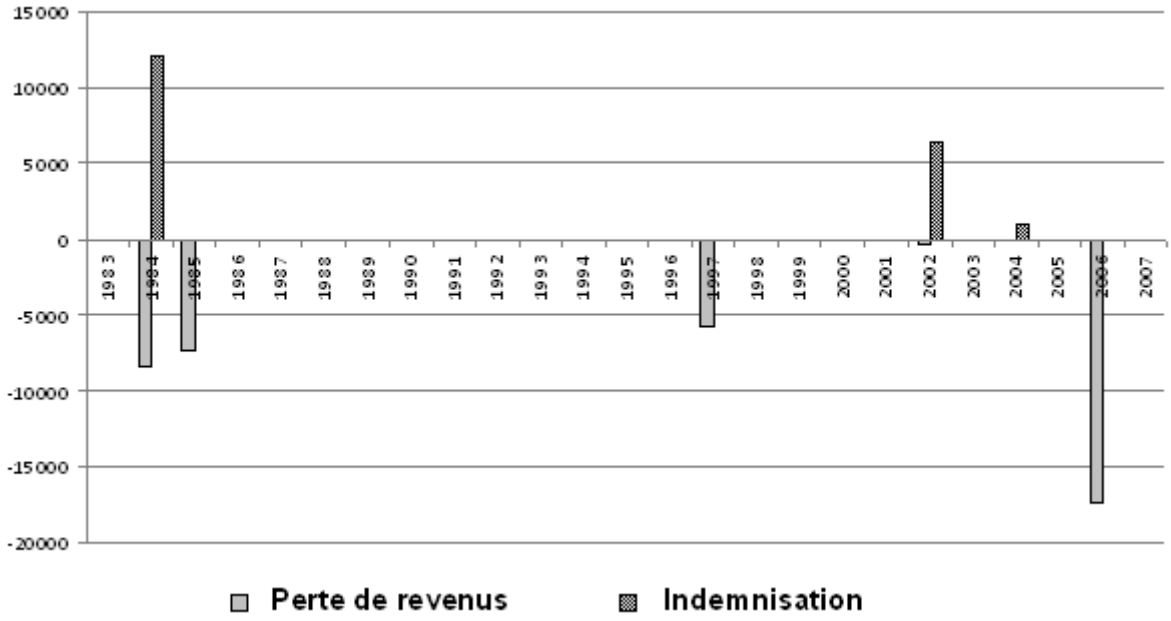
Bien que le Mali soit doté d'un grand nombre de stations météorologiques, seul un nombre restreint d'entre elles est encore opérationnel à ce jour, présentant des données longues sans interruption. Par conséquent, la pertinence des données nécessaires à une analyse complète est insuffisante. En effet, la plupart des données obtenues sont agrégées au niveau régional, or la comparaison avec les rendements moyens nécessite deux niveaux de désagrégation plus élevés, soit celui de l'arrondissement. Dès lors, l'évaluation du risque climatique se limite aux arrondissements de Koutiala, Sikasso et Bougouni, pour lesquels les données étaient à la fois disponibles pour le rendement moyen et pour l'indice des précipitations annuelles. Toutefois, l'échantillon a été restreint davantage puisque seul l'arrondissement de Koutiala présentait la correspondance nécessaire entre les données historiques de rendements moyens et les données pluviométriques.

Notons toutefois que les données obtenues ont l'avantage de remonter loin dans le temps, permettant de construire une série temporelle suffisamment longue pour distinguer les tendances éventuelles.

Simulation

Considérons un prototype de contrat dont l'objectif serait d'assurer tous les cas de figure pour lesquels le rendement serait inférieur au seuil de 90% des rendements moyens de long terme. Pour simplifier l'indice, nous considérons uniquement les précipitations annuelles et définissons le seuil critique des précipitations annuelles à 700 mm.

Sur base de ces critères, le graphe 4.1 présente les années pour lesquelles l'assurance serait intervenue et précise le montant de l'indemnisation (en supposant que les agriculteurs reçoivent 100 francs CFA par mm sous le seuil de 700). L'absence de concordance montre que, sur base de ces critères, l'assurance ne comble nullement les pertes des exploitants de coton dans les mauvaises années.



La part de risque de base est en effet extrêmement élevée et dépasse les 80%. Cela implique donc que dans l'arrondissement de Koutiala, moins de 20% des variations de rendements sont expliquées par les incertitudes relatives à la pluviométrie. Ce pourcentage exclu de considérer l'indice de précipitations comme un outil de gestion du risque.

B. L'indice basé sur des images satellitaires

Concept

Le principe est identique, seule la composition de l'indice varie. A présent, l'indice repose sur des images satellitaires. Ces données sont utilisées pour évaluer la pluviométrie et déterminer la structure du couvert végétal. Ce dernier procure une indication de la vigueur et de la densité de la végétation. L'idée est donc de comparer l'état actuel de la végétation avec celui des périodes précédentes (que ce soit sur une base mensuelle, hebdomadaire ou autre).

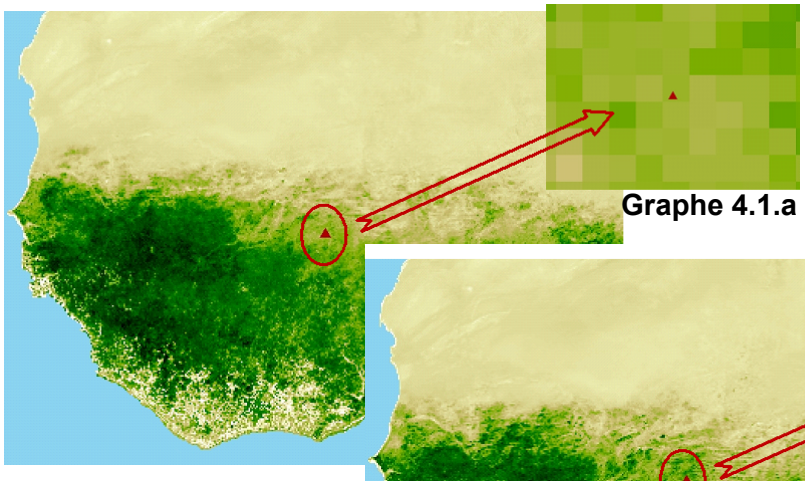
Une fois la relation établie entre le rendement du coton et l'indice satellitaire, on détermine une fonction de réponse du rendement du coton (les paramètres de la fonction peuvent varier selon la zone géographique considérée).

L'indice satellitaire comporte donc davantage d'information, parvient à un niveau de précision inégalable, découpant la zone en carrés de 8km. L'inconvénient est que seules les fluctuations du rendement découlant d'une variation du couvert végétal ou du niveau des précipitations peuvent être assurées.

Données

Contrairement aux deux indices précédents, l'accessibilité des données est aisée. En effet, les images satellites sont disponibles gratuitement sur internet, sans contrainte spatiale et sur plusieurs années.

Ci-dessous un exemple de l'utilité de l'indicateur du couvert végétal :



Graphe 4.1.a

Graphe 4.1.b

En comparant les deux graphes, on constate que le second est plus « vert », signifiant que la végétation y est plus dense. Cela correspond aux faits, la récolte correspondant au deuxième cadre ayant obtenu de meilleurs rendements.

Résultats

La composition de l'indice climatique basé sur les images satellites a un pouvoir explicatif nettement supérieur à l'indice se basant uniquement sur les précipitations. Le risque de base n'est à présent plus que de 36%. Cela est principalement dû à la qualité des données récoltées.

Cependant, les images satellites n'affichent qu'une variation minime entre villages dans un même arrondissement, dès lors l'avantage de la précision est contrebalancé par la complexité accrue de l'indice satellitaire. Nous privilégions donc l'indice plus simple, basé sur les rendements moyens.

VI. Conclusion

Nous avons exploré deux alternatives d'assurances basées sur un indice : d'une part l'indice basé sur une mesure directe, historique des rendements moyens ; d'autre part, l'assurance basée sur un indice climatique, en considérant tout d'abord un indice basé uniquement sur les précipitations et en explorant ensuite la faisabilité d'un indice basé sur des images satellitaires.

Les résultats de l'étude dépendent étroitement de la disponibilité des données (32 arrondissements de la région de Sikasso), or cette contrainte a limité le pouvoir explicatif des indices considérés. Toutefois, sur base des informations récoltées, nous préconisons la mise en place d'une assurance basée sur un indice de rendements moyens, spécifiant un double seuil critique dans le contrat. Cette dernière suggestion a pour but de modérer le coût de la prime tout en augmentant les cas d'intervention de l'assureur auprès des exploitants.

L'indice de rendements moyens est en effet préférable aux deux autres alternatives car il explique 70% de la variation annuelle des rendements pour chaque village, là où le plus pertinent des indices climatiques (basé sur les images satellites) n'explique que 64% de ces variations. Si le pouvoir explicatif de l'indice « direct » surpasse celui des deux autres c'est entre autre parce que, peu importe la cause, toute les variations de rendement relatives au coton sont prises en compte dans la mesure déclenchant le paiement des indemnités aux agriculteurs.

L'offre d'un produit d'assurance basé sur les rendements moyens dans l'arrondissement de Koutiala est un instrument de gestion du risque en agriculture estimé utile pour les ménages producteurs de coton. Le recours à un indice permet de pallier aux problèmes d'asymétrie de l'information entre assureur et assurés. Par ailleurs, l'assurance espère lisser la consommation des ménages en intervenant en cas de choc de revenus afin d'éviter des ventes « de détresse » pour faire face aux exigences de liquidités quotidiennes. Ainsi espère-t-on, par exemple, éviter qu'un agriculteur devant subvenir aux besoins de sa famille ne vende son bœuf, actif productif pourtant nécessaire à ses activités agricoles futures, pour faire face à un choc naturel inattendu. La mise en place d'une assurance basée sur un indice pourrait donc contribuer à réduire les trappes de pauvreté dans les zones rurales.

Toutefois, pour que les effets attendus puissent opérer, il faudra être attentif, dans la phase pilote du projet, à identifier clairement les canaux de distribution du produit d'assurance proposé. Celui-ci peut soit passer par les coopératives de producteurs et la BNDA ou être répandu via des contrats individuels avec l'appui des institutions de microfinance locales. Il est, en outre, primordial d'élaborer une stratégie de communication sur l'utilité du produit afin de faciliter la compréhension et l'information des agriculteurs locaux. Enfin, le mode de paiement de la prime doit être déterminé, pouvant par exemple être inclus dans le prêt contracté pour les intrants en début de saison.

Notons pour terminer que la situation actuelle de la filière cotonnière au Mali implique certains enjeux et difficultés à venir qui devront être considérés avec soin. Tout d'abord, il faudra prendre en compte l'évolution de la fréquence et de l'amplitude des variations des facteurs climatiques suite au réchauffement climatique et ajuster le produit d'assurance en conséquence. Ensuite, l'éventualité d'observer une tendance négative des rendements du coton ces dernières années est préoccupante. Ce phénomène est susceptible d'influencer les probabilités de paiement des contrats d'assurance. Il est donc important d'en comprendre l'origine. Enfin, le secteur du coton sera prochainement confronté à un changement institutionnel important au vu de la privatisation de la CMDT. Il sera donc intéressant d'en suivre l'évolution et de prendre en compte les adaptations qui en découleront auprès des agriculteurs.

Bibliographie

ARNOTT, R., STIGLITZ, J., (1991), “Moral Hazard and Nonmarket Institutions: Dysfunctional Crowding Out or Peer Review?” The American Economic Review, Vol. 81, No. 1, pp. 179-190

BARNETT B.J., BARRETT, C.B. et SKEES, J.R. (2006), “Poverty traps and index-based transfer products”. Mimeo.

BONNASSIEUX A. (2005), « Filière coton, émergence des organisations de producteurs et transformations territoriales au Mali et au Burkina Faso », Cahiers d’Outre-mer, p. 421-434

CALMANTI (2010), “Weather Index Insurance for Cotton in Mali: Climate and Yield data survey for a Feasibility Study”, technical note for Planet Guarantee, p1-28

CARTER M.R. et C.B. BARETT (2006), “The Economics of Poverty Traps and Persistent Poverty: An Asset Based Approach.” Journal of Development Studies, Vol. 42, pp. 178–199.

CARTER, M.R., GALARZA, F. et S. BOUCHER (2007), “Underwriting Area-based Yield Insurance to Crowd-in Credit Supply and Demand”, *Savings and Development*, University of Wisconsin,
Madison. (http://www.aae.wisc.edu/carter/Papers/CarGalBouRevision.pdf).

CARTER M., LAAJAJ R. et MOYA A. (2009), « Technical analysis for a district-level area-based yield index insurance contract for Mali cotton producers ».

CAYATTE J-L. (2009), “Microéconomie de l’incertitude”, Bruxelles : de boeck, 2ème édition, 254 pages

Commission de l'UEMOA, Comité de convergence et BCEAO, (2007), http://africonseil.ifrance.com/malieco.htm

CORBETT, J.D. (2005) “Making Climate-related insurance work in Africa: targeting and monitoring micro-insurance programmes”

DELARUE J., MESPLE-SOMPS S., NAUDET J.D., ROBILLIARD A.S. (2009), « Le paradoxe de Sikasso : coton et pauvreté au Mali », DIAL, Septembre 2009.

DERCON, S., (2002), "Income Risk, Coping Strategies, and Safety Research Observer, Vol.17, pp.141–166.

GILBERT C., J. CONNOR, P. JUMPASUT, H. SMIT, J. YARON and W. ZANT (2001) "Assessing the feasibility of transmission of risk management instruments to natural rubber smallholders in Thailand". International Task Force on Commodity Price Risk Management.

GILBERT, C.L. et ZANT, W. (2002), "Coffee price risk in east Africa: The feasibility of intermediating price risk management to coffee farmers and coffee co-operatives in Ethiopia, Kenya, Uganda, Tanzania and Zimbabwe". Common Fund for Commodities.

GOODWIN, B. K. et MAHUL, O. (2004), "Risk modelling concepts relating to the design and rating of agricultural insurance contracts". World Bank Policy Research Working Paper 3392.

GORSE, F., (2008), « Institutions de microfinance au Mali, Evaluation rétrospective », Rapport de l'AFD, série Evaluation et capitalisation, No 14
http://www.lamicrofinance.org/files/23893_file_evaluationmali.pdf

HESS, U. et SYROKA, J. (2005), "Weather-based insurance in Southern Africa: the Malawi case study". World Bank Agricultural and Rural Development Discussion Paper 13.

HUGON, P. (2005), "Les réformes de la filière coton au Mali et les négociations internationales." Afrique contemporaine, N° 216

KALAVAKONDA V. et MAHUL, O. (2005), "Crop insurance in Karnataka". World Bank Policy Research Working Paper 3654.

LINNEROOTH-BAYER, J., MECHLER R. et PFLUG G. (2005), "Refocusing Disaster Aid. "*Science* Vol. 309, pp. 1044–1046.

MECHLER R., LINNEROOTH-BAYER, J. and PEPPIAT, D. (2006), "Microinsurance for Natural Disaster Risks in Developing countries: Benefits, limitations and viability". ProVention Consortium.

MIRANDA M. (1991), “Area Crop Yield Insurance Reconsidered”, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 83, No. 3, pp. 650-665.

MOLINI, V., KEYZER, M., van den BOOM, B. et ZANT, W. (2007), “Creating safety nets through semi-parametric index-based insurance*:* A simulation for Northern Ghana.” European Association of Agricultural Economists, 101 Seminaire, Juillet 5-6, 2007, Berlin Allemagne

MORDUCH, J. (1995), “Income Smoothing and Consumption Smoothing”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9(3), pp.103-114.

MORDUCH, J (2004), “Micro-insurance ; The next revolution ?” In Bannerjee, A. et al, What have we learned about Poverty? Oxford: OUP.

Pauly, M., (1974), “Overinsurance and Public Provision of Insurance: The Roles of Moral Hazard and Adverse Selection”, Quarterly Journal of Economics, No 88, pp. 44-54.

SARRIS A. (2002), “The demand for commodity insurance by developing country agricultural producers: theory and an application to cocoa in Ghana” World Bank Policy Research Working Paper 2887.

SHAVELL, S., (1979), “On Moral Hazard and Insurance”, Quarterly Journal of Economics, pp. 41-562.

SKEES, J. R., BARNETT, B. J. et MURPHY A. (2008), “Creating insurance markets for natural disaster risk in lower income countries: the potential role for securitization”, *Agricultural Finance Review*, Vol. 68, pp.151-167.

SKEES J. R., HARTELL J., MURPHY A. (2007), “Using Index-based Risk Transfer Products to Facilitate Micro Lending in Peru and Vietnam.” *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 89, pp.1255–1261.

SKEES J.R, GOBER,S., VARANGIS, P., LESTER R. et KALAVAKONDA, V. (2001), “Developing rainfall-based index insurance in Morocco”. World Bank Policy Research Working Paper 2577.

SKEES J.R., HAZELL P. et MIRANDA M. (1999), “New approaches to Crop Yield insurance in developing countries.” EPTD Discussion Paper No. 55

VEERAMANI V.N., MAYNARD, L.J. et SKEES, J.R. (2005), “Assessment of the risk management potential of a rainfall based insurance index and rainfall options in Andhra Pradesh, India.” *Indian Journal of Economics & Business* 4, Vol 1, pp. 195-208.

WORLD RESOURCE INSTITUTE (2007), Earthtrends: The Environmental Information Portal. Searchable Database; Research Topic: Economics, Business, and the Environment, GDP: Percent GDP from Agriculture, Washington, DC http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?theme=5

ZANT W. (2007). “Is index insurance useful for cash crop growers? Simulating production and price index insurance for Indian smallholder pepper growers”. Mimeo.

ZOOM MICROFINANCE, No. 23 (Oct 2007), « Les crédits d’équipement de Kafo Jiginew (Mali) : investir au sein des exploitations familiales » Publié par *SOS Faim* http://www.sosfaim.be/pdf/fr/zoom/23_credits_equipement_kafojiginew_exploitations_familiales.pdf