



HELVETAS Swiss Intercooperation Madagascar

RISQUES CLIMATIQUES, VULNERABILITES ET MESURES D'ADAPTATION POUR UNE FILIERE COTON DURABLE DANS LA RÉGION ATSIMO-ANDREFANA

Documentation et présentation des résultats de la mise en application de l'outil « Evaluation des risques et vulnérabilités climatiques dans les systèmes de marché » pour les sous-secteurs « coton, pois du cap et artemisia annua » dans la Région Atsimo-Andrefana

Toliara, Décembre 2017



HELVETAS
Swiss Intercooperation

MADAGASCAR

- Auteur :** EYMANN, Lea, MsC in development and cooperation at ETH, Assistante de Projet dans le cadre du MAS Développement et Coopération (NADEL) de l'Ecole Polytechnique Fédérale Zurich, HELVETAS Swiss Intercooperation Madagascar
- Co-auteur :** RANJASOA, Katuscia, MsC en études d'impacts environnementaux, stagiaire auprès de HELVETAS Swiss Intercooperation Madagascar
- Révision :** RAKOTONDRANIVO, Eliane, MSc, Agronomie de l'Université Agricole Nationale de Kouban, Krasnodar Russie, Responsable chaîne de valeur et collaboration avec le secteur privé, HELVETAS Swiss Intercooperation Madagascar
CLOT, Nicole, Senior Advisor Adaptation to Climate Change, HELVETAS Swiss Intercooperation Zürich
- Soumission à :** HELVETAS Swiss Intercooperation, le Centre de Développement et Coopération (NADEL) de l'Ecole Polytechnique Fédérale Zurich (EPFZ) et la Direction du Développement et de la Coopération (DDC)
- Distribution :** Partenaires du projet PICOTON
- Publication :** Publique. Les points de vue et opinions exprimés par les auteurs dans ce document ne représentent pas nécessairement la position officielle de l'organisation HELVETAS Swiss Intercooperation et n'engagent que leurs auteurs.
- Référence :** HELVETAS Swiss Intercooperation Madagascar 2017 - Risques climatiques, vulnérabilités et mesures d'adaptation pour une filière coton durable dans la Région Atsimo-Andrefana
- Contacts :** HELVETAS Swiss Intercooperation MADAGASCAR
Lot VJ 2 Ter A Ambohimandra, BP 3044, 101 Antananarivo
Tel : +261 20 22 611 73
<https://madagascar.helvetas.org/fr/>

Profil en bref :

Compte postal : 10-1133-7
IBAN CH42 0900 0000 1000 1133 7
BIC POFIGH BEXXX



HELVETAS forme un réseau international d'organisations partenaires affiliées et indépendantes, engagées dans le domaine de la coopération au développement et de l'aide d'urgence.

A but non lucratif / Fondé en 1955 / Certifié ZEW0 / Fusion entre Helvetas et Intercooperation en 2011 / 1400 collaborateurs dans 33 pays / Budget annuel 140 millions CHF (2014) / Siège à Zürich, Suisse / Actif à Madagascar depuis 1984, avec 20 collaborateurs et un budget annuel de 3.4 millions CHF (2015) / Plan stratégique approuvé pour 2013-2017.

L'organe de direction supérieur de HELVETAS Swiss Intercooperation est le Comité Central composé de 15 membres, y compris le Président (Elmar Ledergerber). Organe de direction supérieur, il définit les orientations stratégiques de HELVETAS et approuve la planification ainsi que le budget annuel. Il est secondé par un Conseil Consultatif en ce qui concerne les politiques de développement.

La direction est composée du Directeur (Melchior Lengsfeld) et de cinq autres personnes. Elle dirige l'ensemble des activités, réparties en quatre secteurs : Programmes internationaux, Services de conseils, Communication et mobilisation de ressources, Finances et services.

Vision : Notre vision est celle d'un monde juste, où les êtres humains vivent dans l'auto-détermination, dans la dignité et la sécurité, tout en utilisant les ressources naturelles de manière durable et en prenant soin de l'environnement.

Mission : Appui aux efforts personnels. Nous nous engageons, avec nos partenaires, à un développement librement choisi des personnes et des communautés défavorisées dans les pays en développement et proposons pour cela un appui aux efforts personnels. Nous promovons un accès équitable aux ressources vitales, et nous soutenons la protection des droits sociaux, économiques, politiques, environnementaux et culturels. En Suisse, nous nous engageons pour la solidarité et soutenons une politique cohérente, qui répond aux besoins des personnes et des communautés des pays en voie de développement.

Membre de :

alliancesud
Communauté de travail
Suisse - Action de Carême - Pain pour
le prochain - Helvetas - Caritas - Iger

Alliance 2015
towards the eradication of poverty

Avant-Propos

Ce rapport résume le travail effectué par Lea Eymann et Katuscia Ranjasoa entre mars et novembre 2017 lors d'un stage chez HELVETAS Swiss Intercooperation à Tuléar (Madagascar). Durant ce temps, l'outil de HELVETAS "Evaluation des risques et vulnérabilités climatiques dans les systèmes de marché" a été appliqué afin d'analyser les risques climatiques et les possibles mesures d'adaptation pour les filières coton, Artemisia et pois du cap. Cet outil a été publié en mai 2017 par les experts du département « Advisory Service » de HELVETAS Suisse et du programme de HELVETAS Népal. Il est important de noter que ce document n'est pas un rapport scientifique, mais le résultat de l'application de cet outil qui requiert une démarche participative et pragmatique en collaboration avec tous les acteurs des systèmes de marché. Ainsi, l'objectif de ce travail n'est pas la présentation de solutions par les auteurs, mais l'identification de mesures d'adaptation en collaboration avec les acteurs afin de garantir la reconnaissance et l'acceptation des mesures par les acteurs.

Abréviations

AA	Atsimo Andrefana
AIM	Association Intercooperation Madagascar
BCI	Better Cotton Initiative
CC	Changement climatique
CI	Comité Interministériel
CIC	Conseil Interprofessionnel du Coton de l'Atsimo Andrefana / Conseil Coton
DPV	Direction de la Protection des Végétaux
EFA	Ezaka Fampandrosoana ny Ambanivohitra
FOFIFA	Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra (Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HELVETAS	HELVETAS Swiss Intercooperation
M4P	Making Markets Work for the Poor
MSG	Madagascar Standard Group
OGM	Organisme génétiquement modifié
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ONG	Organisation non gouvernementale
PIC-II	Projet Pôles Intégrés de Croissance et de Corridors
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
TP	Technicien polyvalent
WAPRO	Water Productivity

Résumé

Madagascar fait partie des pays très vulnérable au changement climatique. La région Atsimo Andrefana qui se trouve au sud du pays est l'une des régions la plus affectée par les chocs climatiques et environnementaux. Pour promouvoir un développement durable de la région, il est important de renforcer la résilience face au changement climatique. C'est pour répondre à ce type de situation que HELVETAS Swiss Intercooperation a développé un outil conceptuel qui vise à évaluer les risques et vulnérabilités climatiques dans les systèmes de marché et qui permet d'identifier en collaboration avec les acteurs du marché les mesures d'adaptation. Cet outil a été testé pour trois filières prometteuses de la région : Le coton, l'Artemisia annua et le pois du cap.

Le climat de la région Atsimo Andrefana est semi-aride avec une longue saison sèche (avril à novembre) et une courte saison pluvieuse (décembre à mars). Entre 1950 et 2000, une augmentation de la température de 0.8°C a été observé dans la moitié sud de Madagascar. Dans la zone d'étude, la température a augmenté surtout pendant les mois de novembre à janvier. Concernant la précipitation, un décalage de la saison pluvieuse et une augmentation des périodes sèches ont été observés. Pour les prochaines décennies, il faut s'attendre à ce que la température augmente ultérieurement. Les projections de la précipitation sont moins nettes. Plusieurs sources prévoient une augmentation de la quantité de pluie pendant la saison pluvieuse et peu de changement pour la saison sèche. Mais il y a également des sources qui indiquent une diminution de la pluie autant dans la saison pluvieuse que durant la saison sèche.

L'analyse des risques climatiques a montré que c'est surtout la **production agricole** qui est affecté par les changements climatiques. Les risques majeurs pour les filières sont liés à la **pluviométrie**. Le décalage de la saison pluvieuse affecte surtout la culture du coton dont le début de la saison de culture dépend des premières pluies. Un semis tardif peut réduire considérablement le rendement. Une baisse de la quantité de pluie peut affecter les trois filières. Pour le coton, l'**infestation parasitaire** est également considérée comme un important risque naturel. Pourtant, les interactions du climat et les ravageurs du coton dans la région Atsimo Andrefana sont encore très peu connues. Les producteurs affirment d'important changement de la situation parasitaire : Ils ont observé une augmentation de la quantité et de la diversité de ravageurs mais aussi une augmentation de la résistance aux pesticides. Les attaques parasitaires concernent dans une moindre mesure le pois du cap, mais par contre, l'Artemisia, elle n'est généralement pas infestée par les ravageurs. L'**augmentation de la température** peut être bénéfique pour la culture du coton, étant donné que la température actuelle se trouve en dessous de l'optimum. Pour l'Artemisia et le pois du cap, la température actuelle est déjà à la limite supérieure de l'optimum. Cependant, les rendements agricoles sont en général plus sensibles à la disponibilité de l'eau qu'à la température. Un réchauffement affectera également les filières de manière indirecte, par exemple par une augmentation de l'évapotranspiration. L'**inondation** suite à des pluies fortes n'a pas été considérée comme risque par les producteurs, mais vu la contradiction des projections pour les précipitations, cet aléa pourrait devenir un futur risque imminent pour le coton, qui est cultivé pendant la saison pluvieuse.

Les impacts des aléas climatiques pour les trois filières ne dépendent pas seulement de l'ampleur de ces phénomènes, mais d'une grande partie aussi de la vulnérabilité du système. Concernant la sécheresse, la mauvaise gestion du sol et de l'eau est une importante cause pour la transformation de l'aléa en risque. La distribution de l'eau pour l'irrigation est inefficace à cause des pertes et de la corruption, et les sols de la région sont sévèrement affectés par la dégradation. Cela augmente non seulement la vulnérabilité de l'agriculture face à la sécheresse, mais accroît également le risque d'inondation suite à des pluies fortes qui ne peuvent pas être absorbées par les sols avec une basse capacité d'infiltration. La vulnérabilité face aux infestations parasitaires dépend d'une part de ces mêmes facteurs, car le stress végétal augmente la sensibilité des plantes aux

ravageurs. D'autre part, les défauts de la lutte antiparasitaire (manque de pesticides, pesticides périmés, application incorrecte etc.) augmentent les dommages causés par les ravageurs. La vulnérabilité des systèmes dépend ainsi d'une série de facteurs. Tandis que les filières coton et Artemisia disposent de mécanismes qui visent à renforcer la résilience, il n'existe actuellement aucune structuration qui permettrait de faciliter les changements pour la filière pois du cap. La résilience actuelle des filières coton et Artemisia est par conséquent considérée comme élevée par rapport à celle de la filière pois du cap. Pour cette raison, ce sont les filières coton et Artemisia qui ont été considérées lors de l'identification de mesures d'adaptation au changement climatique. Cependant, il est important de noter que la majorité des mesures identifiées est applicable pour toutes les cultures agricoles.

Pour augmenter la résilience des filières face au changement climatique il est pertinent d'augmenter l'efficacité de l'eau. Pour cela il est important d'améliorer la gestion de l'eau, d'utiliser des variétés bien adaptées au climat, de réduire l'évaporation et d'augmenter la matière organique du sol afin d'augmenter l'infiltration et la capacité du sol à retenir l'eau. Ces stratégies d'adaptation n'augmenteront pas seulement la résilience de la production face au changement climatique, mais auront aussi des effets positifs sur le rendement agricole. Les acteurs de la filière coton et Artemisia envisagent de mettre en œuvre toute une série de mesures concrètes dans ce but. Pour donner quelques exemples, HELVETAS élabore actuellement une proposition de projet visant à augmenter la productivité de l'eau dans la région (projet WAPRO). Le Projet Pôles Intégrés de Croissance et Corridors (PIC) va financer une phase pilote pour l'irrigation agricole dans des zones qui produisent en ce moment du coton pluvial. Afin d'améliorer les pratiques agricoles et de lutter contre la dégradation des sols, des services techniques seront fournis aux producteurs par les équipes de HELVETAS, le Conseil Interprofessionnel du Coton (CIC) et Bionexx (l'opérateur d'Artemisia) à court terme et par le CIC et les opérateurs de coton et d'Artemisia à long terme. Bionexx investit également dans la recherche variétale.

Pour la réalisation des mesures d'adaptation au changement climatique, il est important de renforcer la coopération entre les différents acteurs des chaînes de valeur, car la stabilité des filières est la base pour une production à long terme. Enfin, un engagement proactif de tous les acteurs est vital afin de garantir une production de coton et d'Artemisia durable dans les conditions climatiques futures.

Table des matières

1	Introduction	8
2	Méthodologie	9
2.1	L'approche appliquée	9
2.2	La zone d'étude	10
2.3	Les filières considérées	12
3	Climat actuel et projections pour la région Atsimo Andrefana	14
3.1	Climat actuel	14
3.2	Évolution récente du climat	15
3.3	Projections climatiques	16
4	Évaluation des risques et vulnérabilités liés au climat de la région Atsimo Andrefana (Module A)	22
4.1	Étape 1 : Analyse des fonctions essentielles	22
4.2	Étape 2a : Identification et priorisation des risques climatiques	37
4.3	Étape 2b : Évaluation détaillée des risques climatiques	41
4.4	Étape 2c : Comparaison des risques climatiques et du calendrier cultural	46
4.5	Étape 3 : Identification de la vulnérabilité	48
4.6	Étape 4 : Identification des sous-secteurs résilientes à la base d'une matrice de cotation	50
5	Mesures d'adaptation proposées (Module B)	55
5.1	Étape 5 : Identification des possibles mesures d'adaptation	55
5.2	Étape 6 : Priorisation des mesures d'adaptation	56
5.3	Étape 7 : Planification des mesures d'adaptation	57
5.4	Étape 8 : Surveillance et évaluation des résultats	61
6	Discussion	62
6.1	Discussion des résultats	62
6.2	Application de l'outil de HELVETAS dans la région Atsimo Andrefana : Nos expériences et observations ..	63
6.3	Recommandations	64
7	Conclusion	66
8	Bibliographie	67

Annexes :

Annexe 1 – page 70 – Coton et changement climatique : Aperçu de la littérature

Annexe 2 – page 74 – Définition de la sécheresse

Annexe 3 – page 75 – Les ravageurs

Annexe 4 – page 76 – Priorisation des mesures d'adaptation

1 Introduction

Selon un classement mondial de vulnérabilité, Madagascar se trouve parmi les pays les plus vulnérables au changement climatique (Maplecroft, 2016). La région Atsimo Andrefana, qui est située au sud-ouest de l'île, est la deuxième région la plus touchée par les chocs climatiques et environnementaux et figure parmi les régions les plus pauvres du pays (INSTAT & ONN, 2013, p. 100 / 121). Au sud de Madagascar, les aléas climatiques se manifestent en particulier par des sécheresses¹. Une série de risques non liés au climat pose également un problème pour la région : une capacité d'investissement limitée, une instabilité politique et constitutionnelle, le manque de matériel agricole, des risques sanitaires et phytosanitaires, une faible disponibilité en terre, l'insécurité foncière, la délinquance, etc. (ADESS, 2015; Delille, 2011).

Depuis plusieurs années, HELVETAS Swiss Intercooperation et AIM soutiennent la filière cotonnière dans le sud-ouest du pays. De 2000 à 2009, cette zone a été touchée par des sécheresses météorologiques¹ modérées ou sévères pendant cinq saisons (2002/03, 2003/04, 2005/06, 2007/08, 2009/10 ; voir WFP et al. (2011, p. 81)). Comme la présente zone d'intervention comprend essentiellement des cultures pluviales, cette insuffisance de précipitation constitue un risque sérieux pour la filière coton de la région. A l'inverse, les cyclones périodiques peuvent amener des pluies torrentielles avec des effets dévastateurs. Pour une relance réussie de la filière cotonnière, une meilleure compréhension de ces phénomènes climatiques et des possibles mesures d'adaptation est une condition nécessaire.

En mai 2017, HELVETAS a publié un outil conceptuel qui permet d'évaluer les risques et vulnérabilités liés au climat dans les systèmes de marché (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2017). Cet outil a été testé avec succès dans le contexte de plusieurs projets au Népal. Ce présent rapport résume l'application de cet outil pour des chaînes de valeur agricoles au sud de Madagascar. L'étude considère trois filières prometteuses pour le développement de la région : le coton, le pois du cap et l'Artemisia annua. Ce travail a été réalisé par deux étudiantes de l'École Polytechnique Fédérale de Zurich et de l'École Supérieure Polytechnique d'Antananarivo en cadre d'un stage de mars à décembre 2017 chez HELVETAS. Les principaux objectifs de ce stage sont de :

- faire une évaluation des risques liés au climat
- proposer des mesures d'adaptation
- contribuer à la mise en œuvre des mesures proposées
- Dans le présent rapport, la méthode utilisée et les résultats obtenus sont présentés.

¹ Sécheresse : voir définition à la page 71

2 Méthodologie

Ce chapitre décrit l'approche appliquée (section 2.1), la zone d'étude (section 2.2) et les filières qui constituent l'objet de cette étude (section 2.3).

2.1 L'approche appliquée

Partout au monde, la variabilité du climat constitue une menace croissante pour le développement. En 2017, HELVETAS Swiss Intercooperation a publié un outil conceptuel pour mieux répondre à ces problématiques de phénomènes climatiques. Cet outil permet d'évaluer les risques et vulnérabilités climatiques et d'identifier des mesures d'adaptation, en tenant toujours compte des systèmes de marché. L'approche est basée sur des outils existants dont les plus importants sont les suivants :

- **M4P**, qui est l'acronyme pour « Making Markets Work for the Poor » c'est-à-dire faire fonctionner les marchés au bénéfice des pauvres. M4P vise à améliorer l'inclusion des pauvres aux systèmes de marché. Pour plus d'information sur l'approche M4P, se référer au rapport du DFID (2008).
- **CRiSTAL** est un outil pour promouvoir la réduction des risques et l'adaptation aux changements climatiques dans les projets communautaires. Pour plus d'information sur CRiSTAL, se référer au rapport du IISD (2012).
- **CEDRIG** est une approche destinée à évaluer si un projet de coopération est exposé à des risques de catastrophes et à analyser leur impact environnemental. Pour plus d'information sur CEDRIG, se référer au rapport du DDC (2012).

L'approche de HELVETAS est constituée par deux modules et huit étapes successives (Figure 1). Le module A vise à évaluer les risques et la vulnérabilité du système de marché et à identifier des stratégies d'adaptation existantes. Le module B a pour but de développer, prioriser et mettre en œuvre des mesures d'adaptation aux risques climatiques (HELVETAS Swiss Intercooperation, 2017).

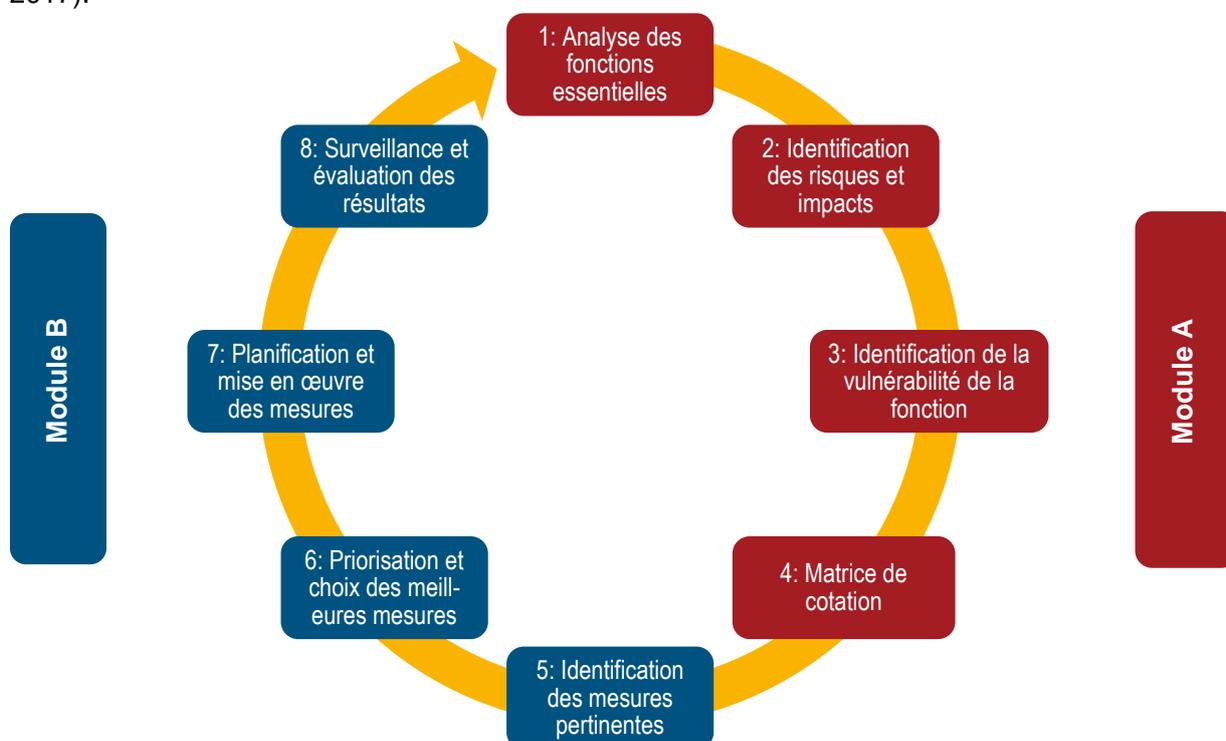


Figure 1: Modules et étapes de l'outil de HELVETAS (2017). Image : Adapté de HELVETAS (2017)

Le présent travail comprend les étapes 1-7 de l'outil de HELVETAS (2017). Faute de moyen financière, seulement quelques mesures d'adaptation ont déjà pu être réalisées et l'étape 8 était en dehors du cadre de ce travail.

Pour la réalisation de l'étude, différentes sources d'information ont été considérées. L'outil requiert une approche participative, les interviews et discussions menées avec les différents acteurs forment par conséquent le cœur de l'étude. Les indications des acteurs ont été complétées par des informations et données scientifiques.

2.2 La zone d'étude

La zone d'étude se trouve dans les zones d'intervention de HELVETAS. Dans la région Atsimo Andrefana au sud-ouest de Madagascar, HELVETAS encadre actuellement les producteurs de coton dans le cadre du projet PICOTON (voir Encadre 1). Ce projet se poursuit dans les communes Analamisampy, Antanimieva, Soahazo, Basibasy et Befandriana-Sud qui se trouvent dans les districts Toliara II et Morombe (Figure 2). Dans le passé, HELVETAS s'est engagé également au sud de la présente zone d'intervention (à Ankililoaka et Analamisampy) dans le cadre d'un projet sur la production de coton bio. Par conséquent, la région entre Ankililoaka et Befandriana-Sud constitue le plan géographique de cette étude.

La partie nord-ouest de la région Atsimo-Andrefana est une région riche en matière de ressources agricoles. En général, les paysans utilisent différentes stratégies en parallèle pour gagner leur vie. Le pourcentage des producteurs qui cultivent du coton est estimé supérieur à 30%. Pour eux, le coton est souvent la plus importante source de revenu. Cependant, tous les producteurs de coton cultivent également des cultures vivrières (autant pour la consommation que pour la vente). Outre le coton, les cultures les plus répandues sont le maïs, le manioc, l'arachide et les différents grains secs. Par ailleurs, on trouve aussi des cultures de patate douce, des oignons, des bananes et, notamment au Sud de la zone



Figure 2: La région Atsimo Andrefana. La zone hachurée représente la zone d'intervention de HELVETAS. Source: Adapté de Profoss

Encadre 1 : Éléments clés du projet PICOTON

Nom du projet :	Assistance technique pour l'amélioration de la productivité et la structuration des producteurs de coton dans la zone de la Région Atsimo Andrefana (PICOTON)
Site :	Nord de la région Atsimo Andrefana dans 2 communes du district Toliara II (Soahazo et Analamisampy) et 3 communes du district Morombe (Antanimieva, Befandriana-Sud et Basibasy)
Réalisé par :	HELVETAS Swiss Intercooperation et Action Intercooperation Madagascar, piloté par le Projet Pôles Intégrés de Croissance et de Corridors (PIC-II) et financé par la Banque Mondiale
Durée du projet :	2016 - 2018
Objectif global :	Rehausser la compétitivité de la filière cotonnière en améliorant le rendement agricole et les revenus des producteurs
Bénéficiaires :	Situation en juin 2017 : 1'305 producteurs Objectif pour 2018 : 5'000 producteurs

d'intervention, du riz et de l'armoise (*Artemisia annua*). Quelques champs sont cultivés en rotation ou en association avec d'autres cultures (par exemple le coton avec le maïs). Hormis les cultures, les agriculteurs possèdent souvent des volailles, des chèvres ou des zébus. Figure 3 illustre la situation agricole de la région. Les plus importantes ressources de subsistance des producteurs sont résumées dans le Tableau 1.

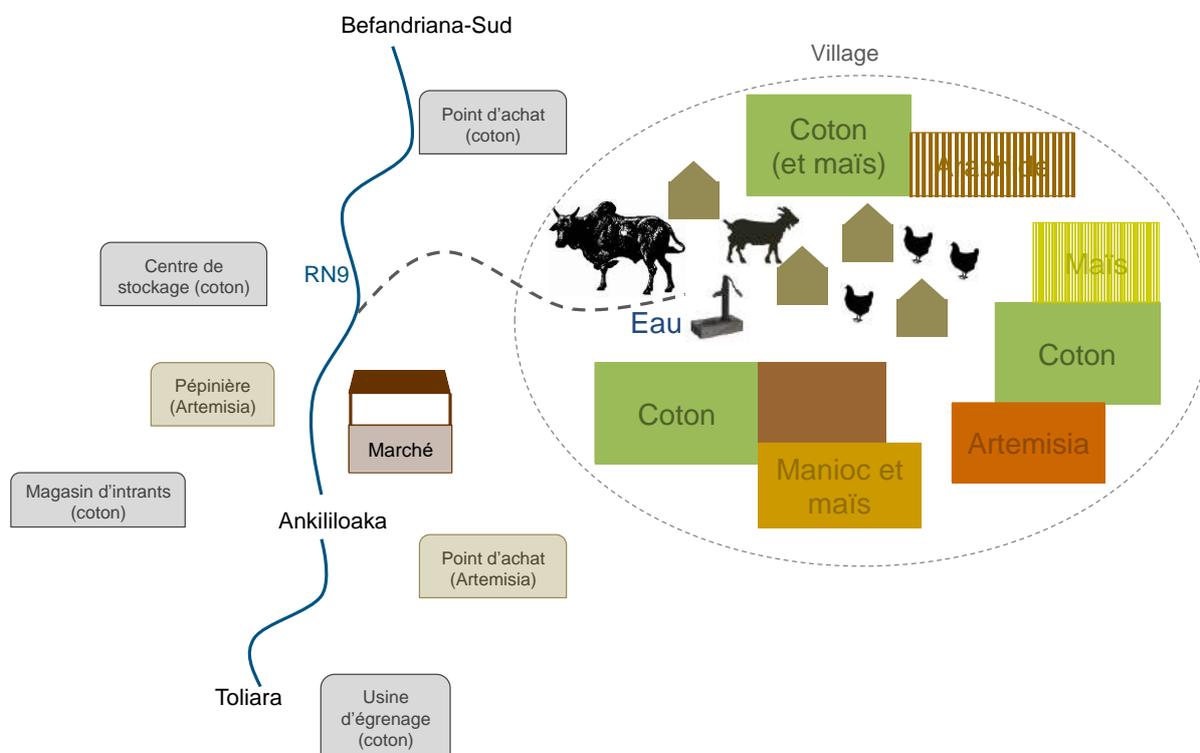


Figure 3: Représentation d'un village dans la zone d'intervention. Source : Auteurs

Tableau 1: Les plus importantes ressources de subsistance des producteurs dans la zone d'intervention

Type	Ressource	Description
Ressource naturelle	Eau	Bien qu'ils existent des aquifères dans la présente zone d'intervention de HELVETAS, les eaux souterraines s'exploitent en ce moment presque exclusivement pour couvrir des besoins en eau des ménages. Les cultures de coton dans cette zone sont pluviales. A l'exception de quelques puits privés, l'accès à l'eau est gratuit. En général, des puits de pompage manuels sont utilisés pour accéder à l'eau. En plus, ils existent plusieurs puits artésiens dans la zone d'intervention. Au sud de la zone d'intervention, les producteurs utilisent des canaux pour irriguer les cultures.
	Terre	Il est estimé que 70% des producteurs possèdent la terre qu'ils cultivent et 30% louent des terrains ² .
Ressource physique	Système de transport/ Accès à la RN9	La route nationale RN9 vient d'être aménagée et se trouve en très bon état jusqu'au niveau de Analamisampy. Plus au nord et surtout à l'est et à l'ouest de la RN9, l'accessibilité est souvent limitée.
	Centres de stockage, points d'achat et pépinière	Pour le coton, ils existent plusieurs centres de stockage dans la région. Pour les zones plus éloignées, la récolte est d'abord apportée à l'un des points d'achat. Pour l'Artemisia, il y a deux pépinières à Ankililoaka et des centres qui collectent les feuilles sèches des producteurs.
Ressource financière	Activités off-farm	Certains producteurs poursuivent supplémentaires des activités off-farm afin d'obtenir plus de revenu (p. ex. services de transport par charrette ou petits points de vente).

2.3 Les filières considérées

Les principales cultures de la région Atsimo Andrefana sont le manioc, le riz, le maïs, le niébé et l'arachide. Pour les districts Toliara II et Morombe, les cultures avec les plus grandes surfaces sont le riz, le manioc, le maïs, le coton et le pois du cap³ (Figure 4). Dans les communes d'intervention de HELVETAS, les cultures principales en terme de surface sont le riz, l'oignon, le manioc, le coton, le maïs et la patate (voir page 84 en annexe ; Région Atsimo Andrefana (2017)). Depuis cinq ans, on y trouve également la culture d'Artemisia annua.

² Information verbale, Jean-Bernard Tsimianky, PIC II – Bonne Gouvernance, 15.11.2017

³ Basé sur des données obtenues de la Région Atsimo Andrefana pour l'année 2015 et des données de HELVETAS pour le coton

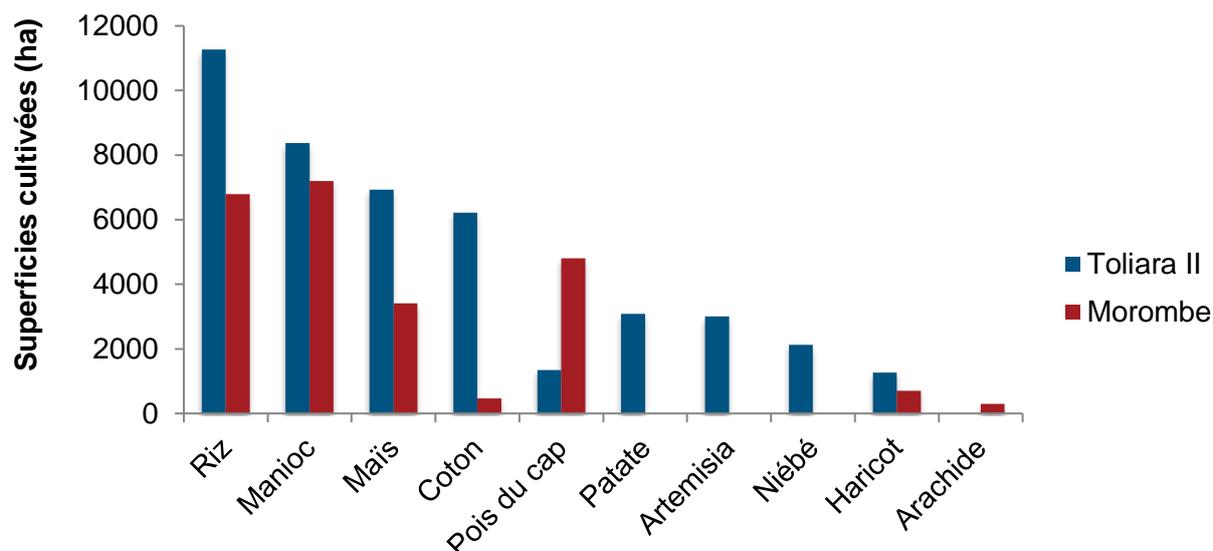


Figure 4: Surfaces des différentes cultures dans les districts Toliara II et Morombe. Source : Pour le coton : HELVETAS⁴ (pour 2017) ; Pour l'Artemisia : Information reçue de Bionexx pour l'année 2017 ; Autres cultures : Base de données obtenue de la Région Atsimo Andrefana pour l'année 2015.

Selon l'approche M4P, le choix du système de marché à considérer dépend essentiellement de la faisabilité d'enclencher un changement dans le système. Dans la présente étude, deux aspects ont été considérés pour évaluer le potentiel de changement :

Structuration de la filière : Pour la plupart des cultures de la région, la récolte est vendue sur le marché local. Un système de contrat est mis en place pour le coton et l'Artemisia annua. Dans ces cas, des opérateurs fournissent aux producteurs des intrants agricoles et garantissent l'achat à un prix minimum. Il y a certes des opérateurs pour d'autres cultures, notamment pour les grains secs, mais contrairement au coton et l'Artemisia, pour ces opérateurs il n'existe aucune collaboration avec les producteurs. Ce manque de structuration constitue un obstacle pour engendrer un changement dans la filière.

Intérêt de l'État : Le gouvernement est un acteur clé dans la plupart des systèmes de marché (que ce soit comme organisme de réglementation ou comme fournisseur de services). Le Gouvernement Malgache vise à soutenir la croissance économique de certaines régions à fort potentiel à travers le projet PIC-II. La région Atsimo Andrefana (plus précisément l'axe Toliara-Morombe) est l'un des corridors de croissance du projet PIC. Dans le secteur agricole de la région Atsimo Andrefana, c'est surtout la filière cotonnière qui est développée par le PIC (voir PIC(2014a)). Pour l'Artemisia, l'opérateur Bionexx s'engage à présent d'établir une coopération avec le PIC. Concernant le pois du cap, le PIC envisage de relancer et structurer la filière à partir de 2018. Dans ce but, le PIC est actuellement en relation avec un exportateur d'Antananarivo. Pour les filières soutenues par le PIC, il est envisagé d'améliorer les rendements et l'organisation des filières.

Basée sur ces considérations les chaînes de valeur du coton, de l'Artemisia annua et du pois du cap ont été sélectionnées.

⁴ Email de Arsène Rakotoasimbola du 5 juillet 2017

3 Climat actuel et projections pour la région Atsimo Andrefana

Le présent chapitre traite le climat actuel de la région Atsimo Andrefana (section 3.1) et les évolutions observées au cours des dernières années (section 3.2). Les projections climatiques pour la région y sont également résumées (section 3.3).

3.1 Climat actuel

La région Atsimo Andrefana est caractérisée par un climat semi-aride. La longue saison sèche (7 à 9 mois) est suivie d'une brève saison pluvieuse qui est souvent irrégulière et toujours pauvre en précipitations (<600 mm/an). Dans la ville de Tuléar, la température mensuelle est comprise entre 15 et 33°C (Figure 5) et la précipitation annuelle est de 350 mm, avec 80% des précipitations se produisant entre décembre et mars (Figure 6). Les précipitations moyennes dans la zone d'étude (au nord de Tuléar) sont plus élevées que celles de la ville de Tuléar (Figure 7). La période pluvieuse correspond à la saison cyclonique. Généralement, les cyclones les plus intenses touchent Madagascar en janvier et février (Rabefitia et al., 2008). En moyenne, quatre à cinq cyclones par an passent le pays ou ses environs (Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010). La plupart des cyclones touchant Madagascar viennent de l'Océan Indien et arrivent sur le sud-ouest déjà affaibli. Ils entraînent de fortes pluies et peuvent ainsi provoquer des inondations. Pendant les trente dernières années, les cyclones les plus marquants pour la région Atsimo Andrefana étaient Felapi (2005) et Haruna (2013). Dans la même période, six sécheresses ont frappé le sud-ouest de Madagascar (ONE, 2015).

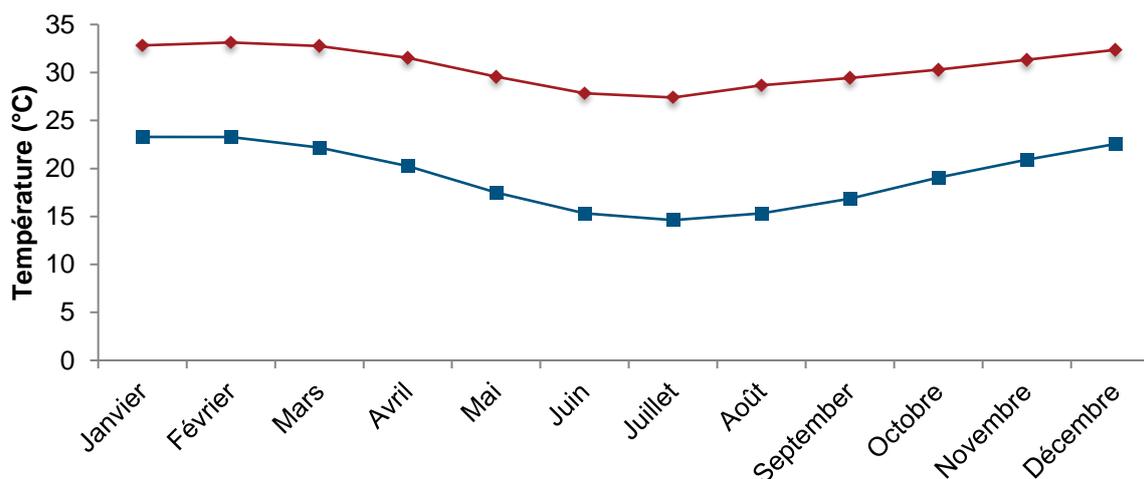


Figure 5: Température mensuelle minimale (bleu) et maximale (rouge) à la moyenne des années 1987 à 2016. Données obtenues du PIC Tuléar

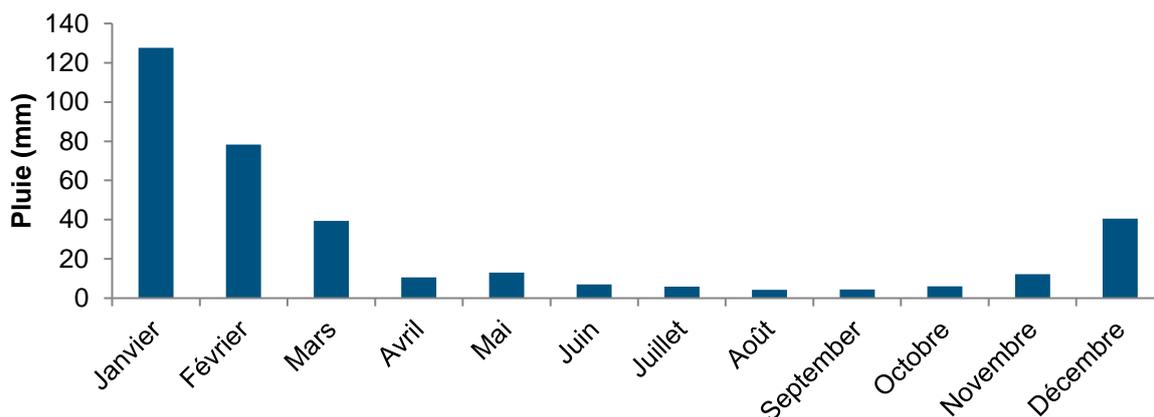


Figure 6: Précipitations mensuelles à Tuléar à la moyenne des années 1987 à 2016. Données obtenues du PIC Tuléar.

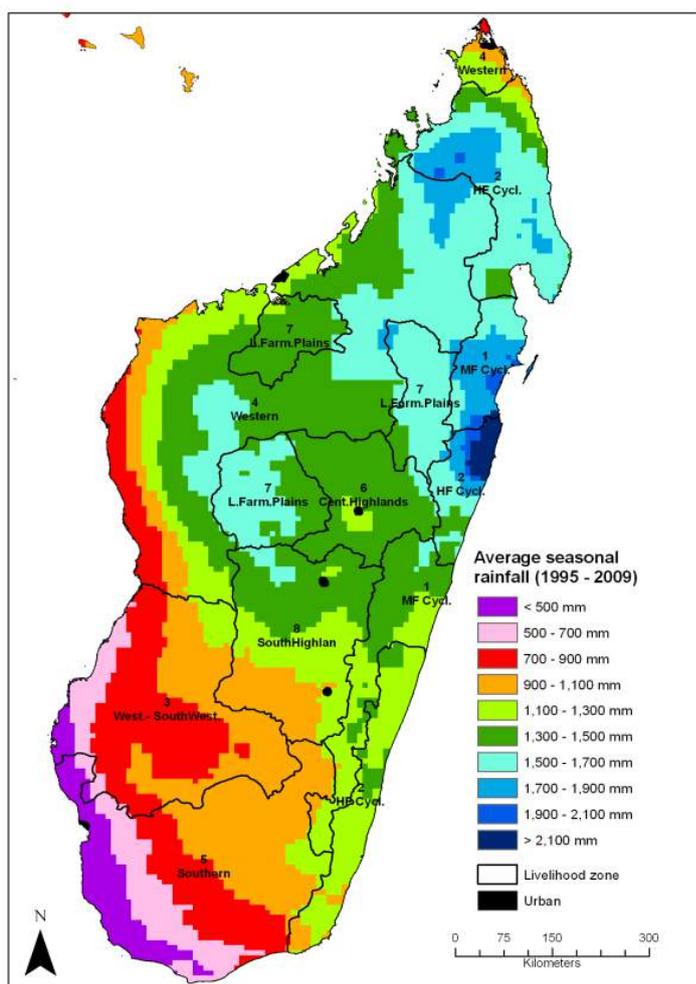


Figure 7: Précipitation saisonnière moyenne (1995-2009). Source: WFP et al. (2011)

3.2 Évolution récente du climat

Depuis 1950, la température moyenne de l'air de la moitié sud de Madagascar a augmenté de 21,6 à 22,4 °C (Figure 8). Dans la période de 1961 à 2005, la station d'observation de Tuléar a enregistré

une tendance d'augmentation des températures minimales quotidiennes de 0.04°C par an⁵. Dans la même période, les températures maximales quotidiennes ont augmenté de 0.027°C par an⁶ (Tadross et al., 2008). Dans la zone d'étude, les températures diurnes ont surtout augmenté pendant les mois de novembre à janvier. En décembre, une augmentation de température supérieure à 4.5°C a été constaté sur une décennie (voir page 85 en annexe ; Région Atsimo Andrefana (2017)).

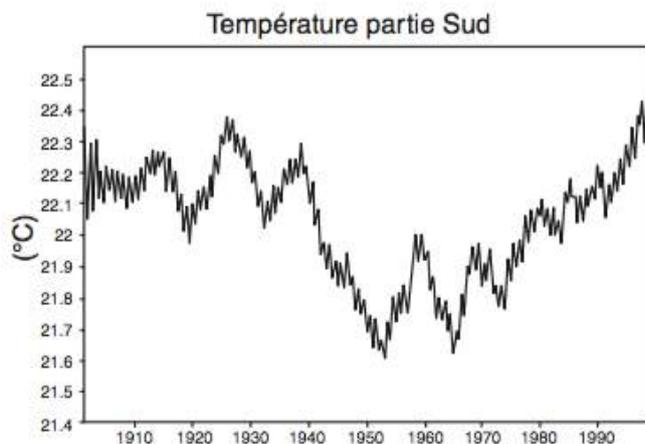


Figure 8: Moyennes des températures de l'air en surface sur 6 ans dans la partie Sud de Madagascar (43-51°E; 27-20°S) (Rabefitia et al., 2008, p. 13)

Concernant la précipitation, les tendances sont moins nettes. Le Ministère de l'Environnement et des Forêts (2010) affirme que tant la quantité que l'intensité des pluies a augmenté dans le Sud et l'Ouest du pays (Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010, p. 34). D'autre part, Tadross et al. (2008) n'observent aucune tendance évidente en termes de quantité annuelle et d'intensité pour la région Sud-Ouest. Cependant, ils observent une augmentation du nombre de jours secs consécutifs dans la plupart du pays (Tadross et al., 2008). Pour le Nord de la région Atsimo Andrefana, Rabefitia et al. (2008) indiquent que la durée moyenne des séquences sèches, le nombre maximal de jours secs consécutifs et l'intensité des précipitations journalières ont augmenté durant la période 1961 à 2005, tandis que la quantité des pluies et le nombre de jours de précipitations supérieures à 10 mm ont diminué. Les auteurs remarquent que ces tendances ne sont pas significatives (Rabefitia et al., 2008). Les producteurs de la région quant à eux, constatent un décalage de la saison pluvieuse (la première pluie arrive plus tard) et une répartition des pluies qui devient de plus en plus aléatoire. Ils observent aussi que la distribution locale de la pluie varie considérablement (voir chapitre 4.3). La base des données météorologiques des communes d'intervention est limitée ce qui empêche une interprétation statistique. On peut tout de même constater de grandes différences entre les communes. Par exemple, à Antanimieva la quantité de pluie au début de cette dernière campagne (Novembre 2016 à Février 2017) était de 281mm. À Soahazo, à moins de 30 km de là, il y avait pendant la même période plus que 560 mm de pluie⁷.

3.3 Projections climatiques

Cette section résume les projections climatiques selon la littérature. Dans la mesure du possible, des données régionales ont été prises en compte.

⁵ $+0.029^{\circ}\text{C}$ par an de Décembre à Février ; $+0.044^{\circ}\text{C}$ de Mars à Mai ; $+0.038^{\circ}\text{C}$ de Juin à Novembre

⁶ $+0.023^{\circ}\text{C}$ par an de Décembre à Février ; $+0.020^{\circ}\text{C}$ de Mars à Mai ; $+0.020^{\circ}\text{C}$ de Juin à Août ; $+0.033^{\circ}\text{C}$ de Septembre à Novembre

⁷ Voir « Bilan de campagne 2017 : les données »

3.3.1 Température

Les modèles climatiques pour Madagascar indiquent que le Sud du pays devrait être le plus affecté par le réchauffement climatique (Heath, 2010). Pour la région Atsimo Andrefana, les modèles indiquent une augmentation de la température moyenne annuelle d'au moins 1,3°C en 2055 par rapport à la période 1961-1990. Les valeurs maximales de montée en température indiqués par les modèles sont supérieurs à 2.6°C (Rabefitia et al., 2008, p. 24). Pour les températures mensuelles moyennes on attend des augmentations allant jusqu'à 5°C vers la fin du siècle (Tableau 2) (Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010). Les résultats des différents modèles climatiques présentés par le Groupe de la Banque mondiale (2017) suggèrent que la température augmentera de 0.5 à 1.5 °C vers 2030. Le réchauffement concerne tous les mois de l'année, mais les différences entre les modèles climatiques sont considérables (Figure 9). Pour le mois de janvier, les modèles indiquent des températures entre 27°C et 31 °C et pour le mois de juillet des températures entre 19°C et 23°C (Groupe de la Banque mondiale, 2017). Dans ce contexte il faut noter que dans le passé il existe un considérable écart entre les températures mesurées (voir section 3.1) et les températures simulées avec ces mêmes modèles climatiques⁸. La question qui se pose est si ce sont les données qui ne sont pas exactes ou si ce sont les modèles qui n'arrivent pas à refléter la réalité.

Tableau 2: Évolution prévue des températures mensuelles moyennes pour le Sud et/ou le Sud-Ouest de Madagascar par rapport à la période de référence 1961-1990. Source : Ministère de l'Environnement et des Forêts (2010, p. 35ff)

	2025	2050	2100
Décembre à Février	+ 0.2°C	+2°C	+3°C
Juin à Août	+ 0.1 à 0.8°C	+1.5 à 2.5°C	+4 à 5°C

⁸ Exemple : Les modèles climatiques présentés par le Groupe de la Banque mondiale indiquent pour la période de 1986 à 2005 des températures entre 25.6°C et 29.5°C. Selon les données météorologiques, la température moyenne du mois de janvier était de 32.8°C (pour la période de 1987 à 2005).

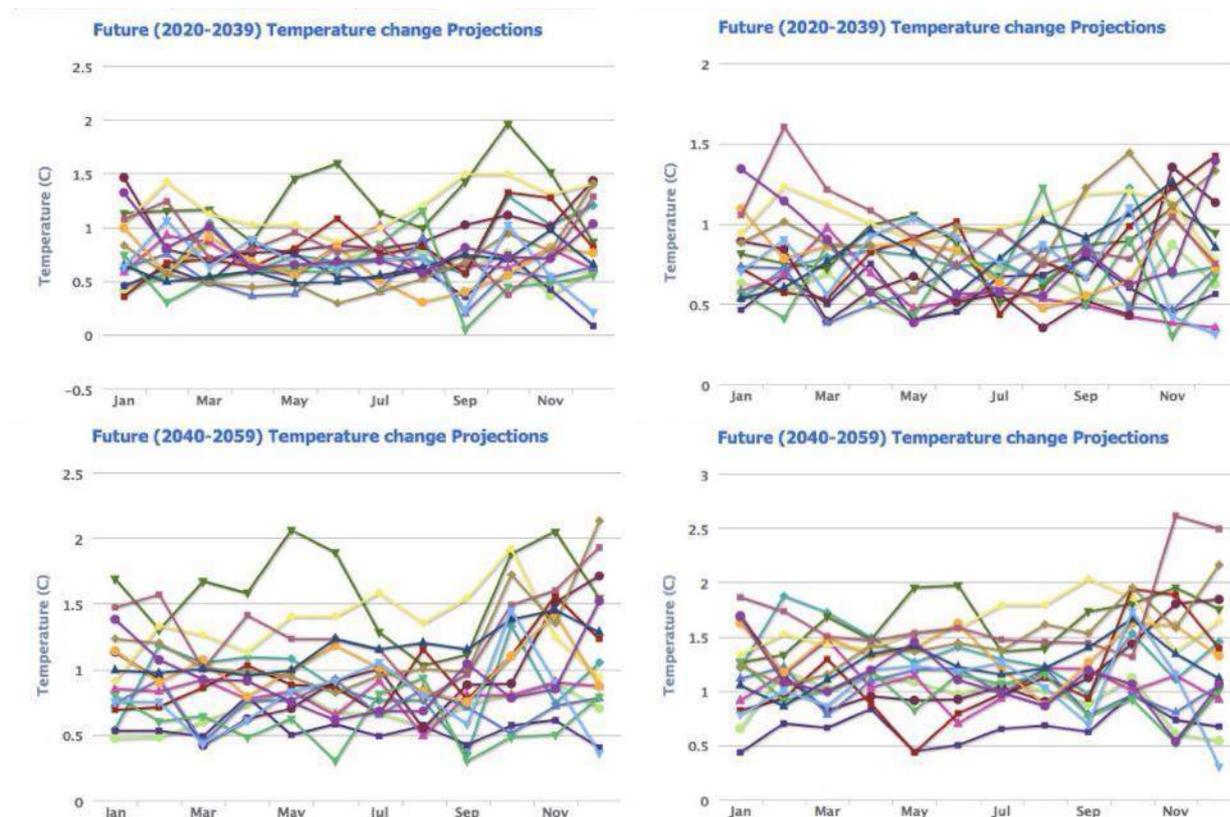


Figure 9: Changements du niveau de la température (°C) dans la présente zone d'intervention (Antanimieva) selon 16 modèles climatiques (chacun représenté par une couleur) pour deux périodes (2020-2039 en haut et 2040-2059 en bas) et deux scénarios d'émission de gaz à effet de serre (RCP2.6 à gauche et RCP6 à droite). Source : Groupe de la Banque mondiale (2017)

3.3.2 Précipitation

Concernant les projections des précipitations, des différentes sources montrent des tendances légèrement différentes. Selon Rabefitia et al. (2008), on attend vers la moitié du siècle une augmentation des précipitations d'**octobre à mai** dans la partie Nord-Est de la région Atsimo Andrefana, tandis que dans la région Sud-Ouest aucun changement n'est prévu. L'illustration ci-contre montre la démarcation des frontières entre les zones de plus en plus humides (Nord-Est d'Atsimo Andrefana) et les zones avec des précipitations constantes (Sud-Ouest d'Atsimo Andrefana). Le graphique représente les projections pour le mois de Janvier, mais pour la région Atsimo Andrefana la subdivision en zones plus humides et zones sans changement est la même pour tous les mois d'Octobre à Mai. Selon le Ministère de l'Environnement et des Forêts (2010), les précipitations d'été augmenteront dans toute la partie Sud-Ouest du pays. Les résultats des différents modèles climatiques présentés par

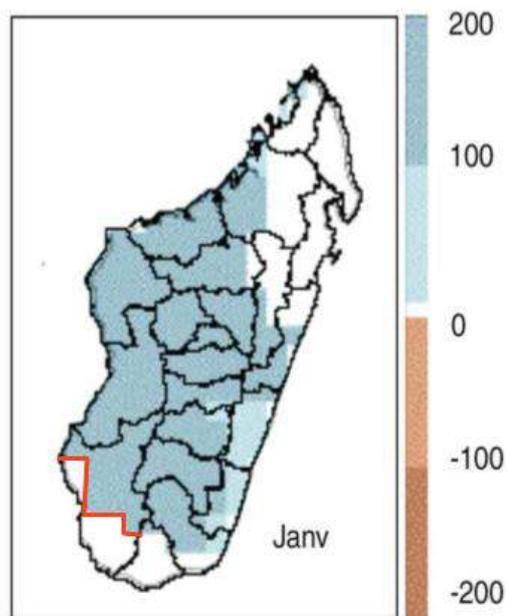


Figure 10: Changement des précipitations mensuelles en 2055 pour le mois de Janvier (mm/mois). Source : Rabefitia et al. (2008)

le Groupe de la Banque mondiale (2017) suggèrent que pendant la saison pluvieuse aussi bien une augmentation qu'une diminution de la précipitation est possible (Figure 11). Pour les mois de **juin à septembre**, Rabefitia et al. (2008) indiquent que la quantité de la précipitation est prévue à rester constante dans toute la région Atsimo Andrefana. De même, les résultats des différents modèles climatiques présentés par le Groupe de la Banque mondiale (2017) suggèrent que le niveau de la précipitation ne changera pas de façon importante entre mai et septembre (Figure 11). Par contre, le Ministère de l'Environnement et des Forêts (2010) signale une réduction des pluies vers 2050 et une augmentation des précipitation vers la fin du siècle (Tableau 3). Une réduction de la précipitation dans le Sud du pays pendant l'hiver (mai à octobre) est aussi indiquée par Heath (2010). Selon cette publication, **l'intensité des précipitations** augmenterait pendant la saison des pluies et diminuerait pendant les mois secs (Heath, 2010). Par contre, le Ministère de l'Environnement et des Forêts suggère une diminution de l'intensité de pluie pendant la saison pluvieuse (décembre à février) vers 2025 et 2050 (Ministère de l'Environnement et des Forêts, 2010).

Les projections présentées par le Groupe de la Banque mondiale (2017) indiquent une variation entre 400 mm et 1'400 mm de la **précipitation annuelle** entre 2020 et 2039. Non seulement il y a un grand écart entre les projections des différents modèles, mais aussi des grandes différences s'observent entre les résultats des modèles et les précipitations enregistrées par la station météorologique de Tuléar pour la période de 1986 à 2005. Comme déjà mentionné dans le cas des projections de la température, la question se pose si ce sont les données qui ne sont pas exactes ou si ce sont les modèles qui n'arrivent pas à refléter la réalité.

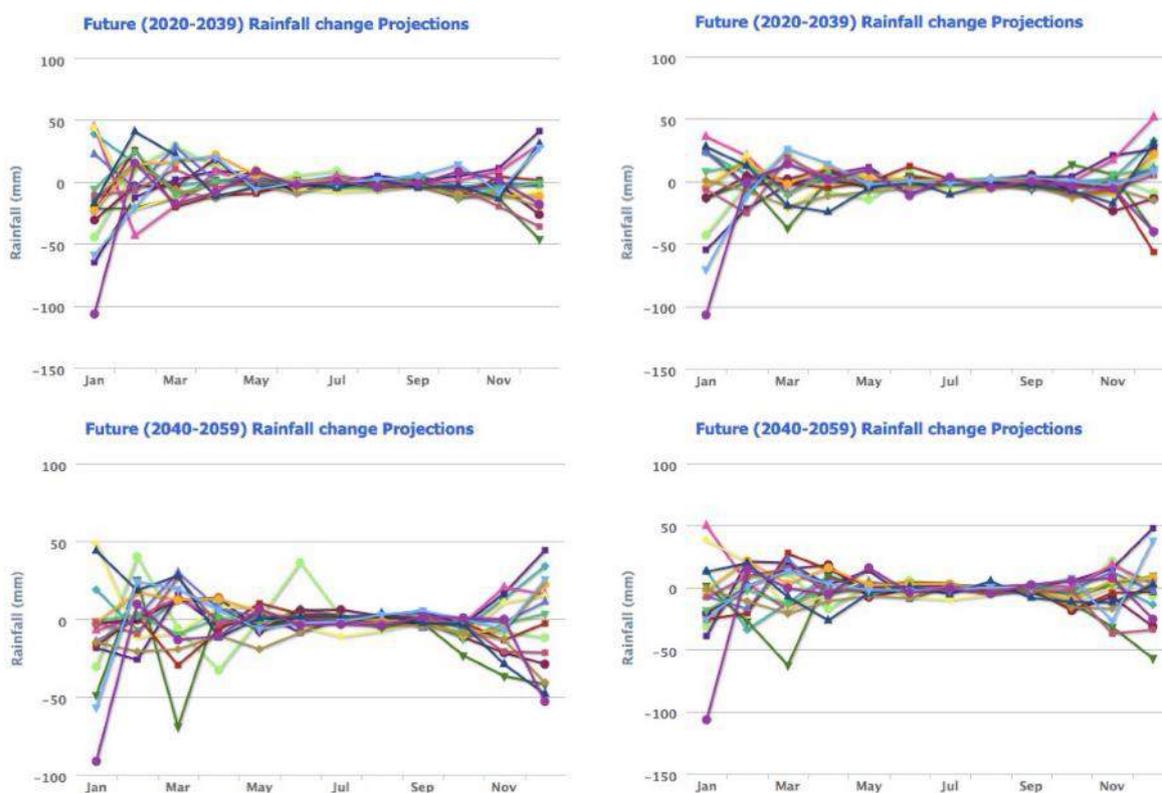


Figure 11: Changements du niveau des précipitations (mm) dans la présente zone d'intervention (Antanimieva) selon 16 modèles climatiques (chacun représenté par une couleur) pour deux périodes (2020-2039 en haut et 2040-2059 en bas) et deux scénarios d'émission de gaz à effet de serre (RCP2.6 à gauche et RCP6 à droite). Source : Groupe de la Banque mondiale (2017)

Tableau 3: Évolution prévue des régimes pluviométriques selon deux différentes sources

Source	Ministère de l'Environnement et des Forêts (2010, p. 35-36)		Rabefitia et al. (2008, p. 26)	
	2050	2100	2046-2065	
Année concernée	1961-1990		1961-1990	
Période de référence	Sud-Ouest de Madagascar		Atsimo Andrefana	
Région			Nord-Est*	Sud-Ouest*
Janvier	+ <20%	+ 30 à 50%	+ 100 à 200 mm	± 0
Février	+ <20%	+ 30 à 50%	+ 0 à 100 mm	± 0
Mars	a.i.**	a.i.**	+ 0 à 100 mm	± 0
Avril	a.i.**	a.i.**	+ 0 à 100 mm	± 0
Mai	a.i.**	a.i.**	+ 0 à 100 mm	± 0
Juin	-10 à -60%	+10 à 60%	± 0***	± 0
Juillet	-10 à -60%	+10 à 60%	± 0	± 0
Août	-10 à -60%	+10 à 60%	± 0	± 0
Septembre	a.i.**	a.i.**	± 0	± 0
Octobre	a.i.**	a.i.**	+ 0 à 100 mm	± 0
Novembre	a.i.**	a.i.**	+ 0 à 100 mm	± 0
Décembre	+ <20%	+ 30 à 50%	+ 0 à 200 mm	± 0

* voir Figure 10

** a.i.: aucune indication

*** Aucun changement à l'exception des environs du village Benenitra, où on attend une augmentation des pluies

3.3.3 Cyclones

À l'échelle mondiale, le niveau de confiance des projections pour le développement de la fréquence et de l'intensité des cyclones jusqu'au milieu du 21^{ème} siècle est faible (Kirtman et al., 2013, p. 992). Pour Madagascar, les modèles climatiques indiquent que les cyclones ne deviendront pas plus fréquents. Cependant les modèles climatiques suggèrent deux évolutions importantes : Premièrement, les cyclones pourraient avoir tendance à passer par le Nord du pays dans le futur. Deuxièmement, une augmentation de la fréquence de cyclones intenses est attendue (Heath, 2010; Rabefitia et al., 2008). En plus, on attend moins de cyclone au début de la saison des cyclones (Tadross et al., 2008). Pour la région Atsimo Andrefana les modèles prévoient un regain d'activité de cyclones intenses dans le futur (Figure 12). Ces cyclones auront touché terre ailleurs et vont sortir en mer dans cette zone (Rabefitia et al., 2008).

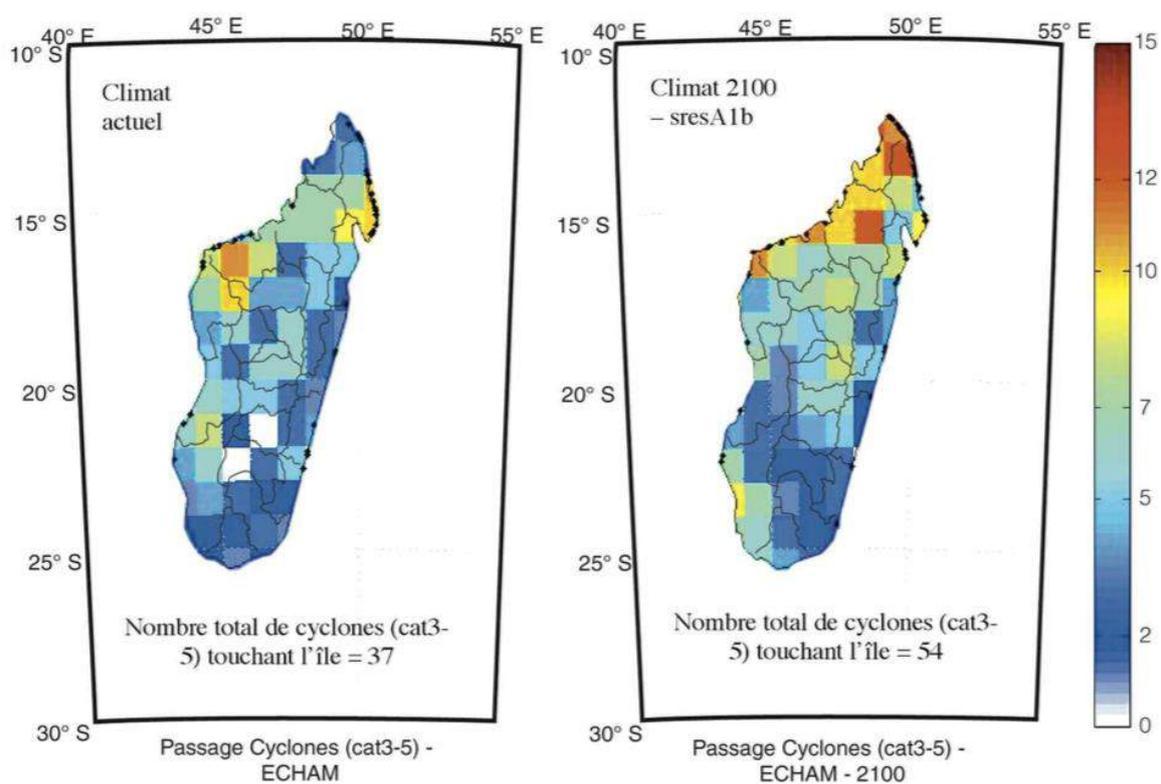


Figure 12: Nombre de passages de cyclones ayant des vents de plus de 200 km/h par carrée de 120 km x 120 km sur 1000 cyclones qui se forment dans l'Océan Indien. Source : Rabefitia et al. (2008)

4 Évaluation des risques et vulnérabilités liés au climat de la région Atsimo Andrefana (Module A)

Ce chapitre est consacré à la réalisation du module A de l'outil de HELVETAS (voir page 9). Dans une première étape, les systèmes de marchés ont été analysés (section 4.1). Ensuite, les risques pertinents pour les filières considérées ont été identifiés (section 0). Pour les risques les plus importants, les caractéristiques, les impacts et les existantes stratégies d'adaptation ont été évalués (section 4.3). Basé sur la comparaison du moment d'apparition des risques avec le calendrier culturel (section 4.4) et une analyse de la vulnérabilité des chaînes de valeur dans l'ensemble (section 4.5), les différentes filières ont finalement été comparé par rapport à leur résilience au changement climatique (section 4.6).

4.1 Étape 1 : Analyse des fonctions essentielles

4.1.1 La chaîne de valeur du coton

La production de coton à Madagascar a commencé dans les années cinquante, quand toutes les fonctions essentielles de la filière étaient assurées par la Compagnie Française pour le Développement des Fibres Textiles. La compagnie était nationalisée en 1975 et est devenu HASYMA. À partir des années quatre-vingt, l'évolution de la production cotonnière était irrégulière (Figure 13). Suite à la baisse des cours mondiaux de la fibre, HASYMA a payé les producteurs en retard en 2001. Par conséquent, la production a chuté fortement en 2002. En 2005, HASYMA a été privatisée et en 2008/09 il ne reste que trois opérateurs : La coopérative FBMH, DRAMECO et INDOSUMA. En 2011, les trois sociétés chinoises Tianli Agri, MSG et Chimad CMC sont arrivées (Dugauguez, 2014). Aujourd'hui il y reste quatre opérateurs pour le coton dans la région Atsimo Andrefana : Tianli Agri, MSG, Indosuma et la coopérative FBMH. Ces opérateurs fournissent les semences pour la production. Les deux variétés utilisées sont le Jimniam et l'Acala. Ces deux variétés sont à cycle court, mais ils diffèrent sur le fait que l'Acala est plutôt destiné aux zones irriguées.

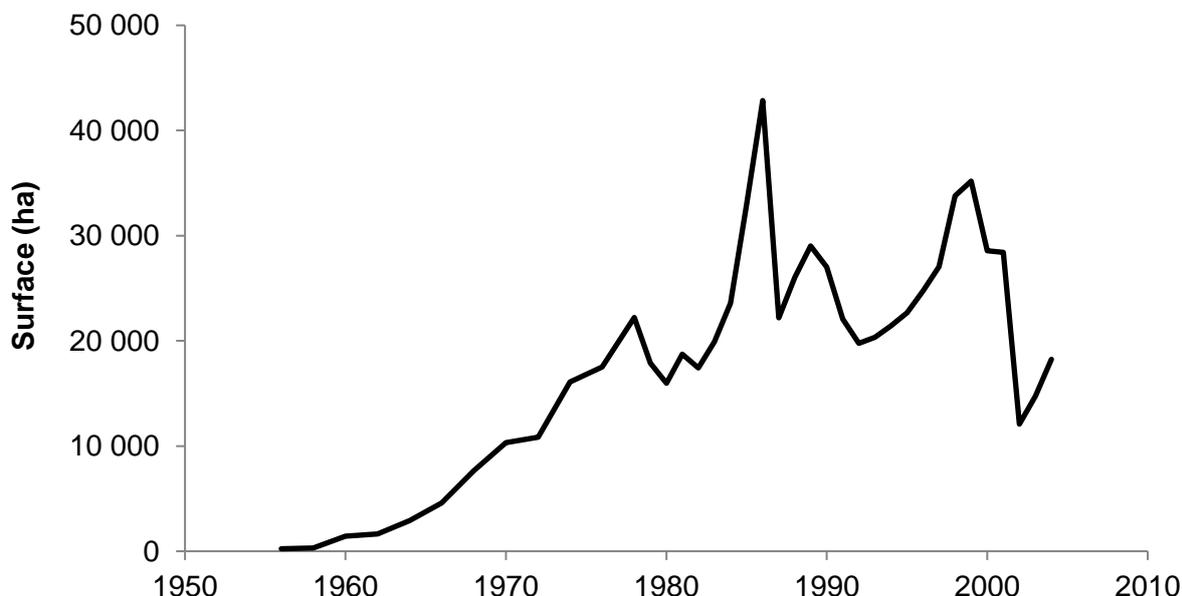


Figure 13: Production de coton à Madagascar (Dugauguez, 2014)

Figure 14 présente le système de marché du coton dans la région Atsimo Andrefana. Les différents éléments de cette illustration sont expliqués dans les paragraphes suivants.

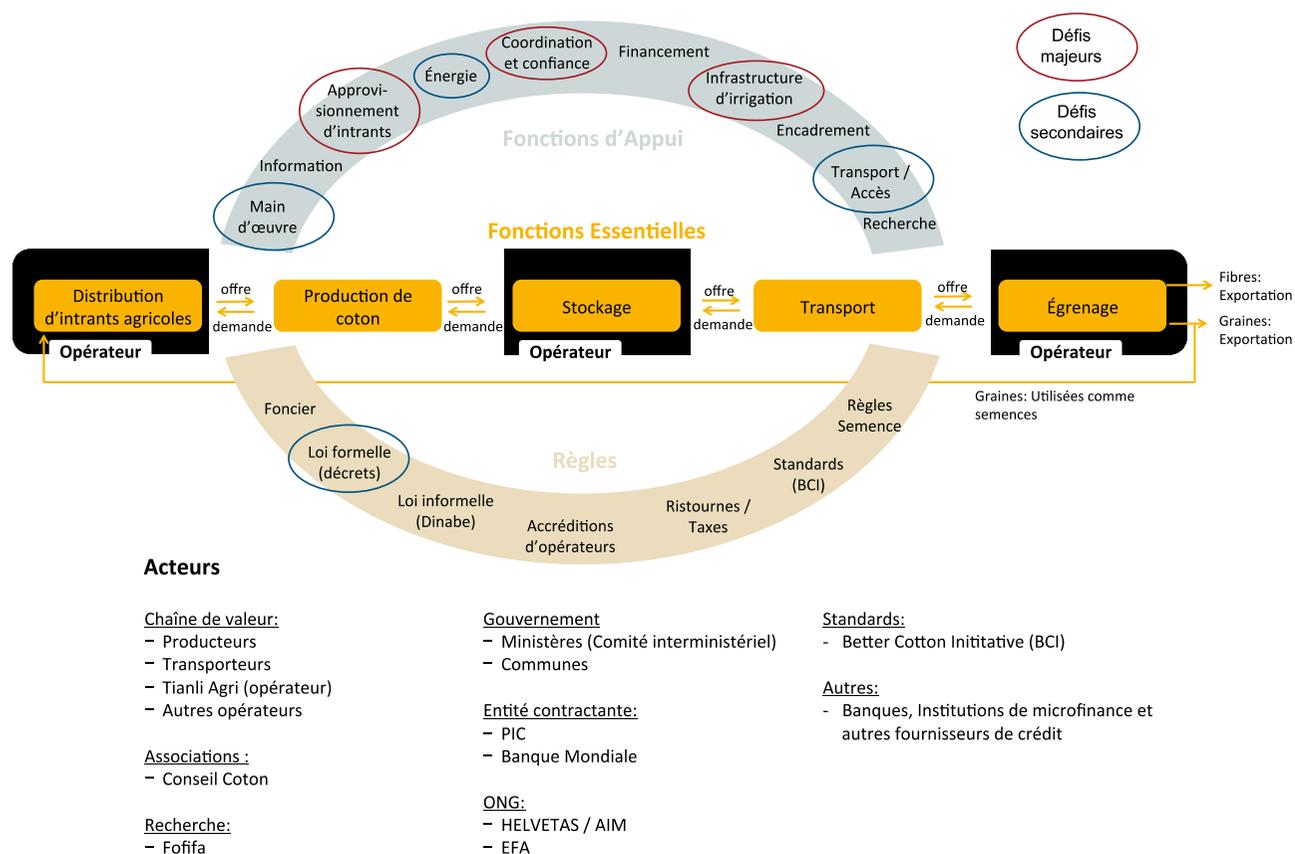


Figure 14: Système de marché de la filière cotonnière dans la région Atsimo Andrefana. Source : Graphique élaboré par nos soins d'après le schéma du système de marché de l'approche M4P (DDC & DFID, 2015)

Les fonctions essentielles du système de marché du coton

Actuellement, tous les 1'305 producteurs encadrés par HELVETAS sont contractés par Tianli Agri, le plus grand opérateur de la région. En général, les producteurs transportent leur récolte avec la charrette ou à pied vers un des centres de stockage ou points d'achat. Ensuite, une société de transport s'occupe du transport du coton graine vers l'usine d'égrenage à Tuléar. Tianli Agri dispose de deux usines d'égrenage, mais dû à la basse production seulement l'une des deux est en marche. La fibre est exportée vers Tianli Spinning sur l'île Maurice et les graines sont partiellement utilisées comme semences, partiellement exportées. Figure 15 montre les différentes étapes de la chaîne de valeur du coton. Il faut noter que pour la coopérative FBMH, la fibre est vendue à la Société Malgache de Couverture (Somacou), la seule unité industrielle qui produit du fil de coton originaire de Madagascar (Dugauguez, 2014). Pourtant, avec environ 150 tonnes par an⁹, la production de la coopérative est très bas.

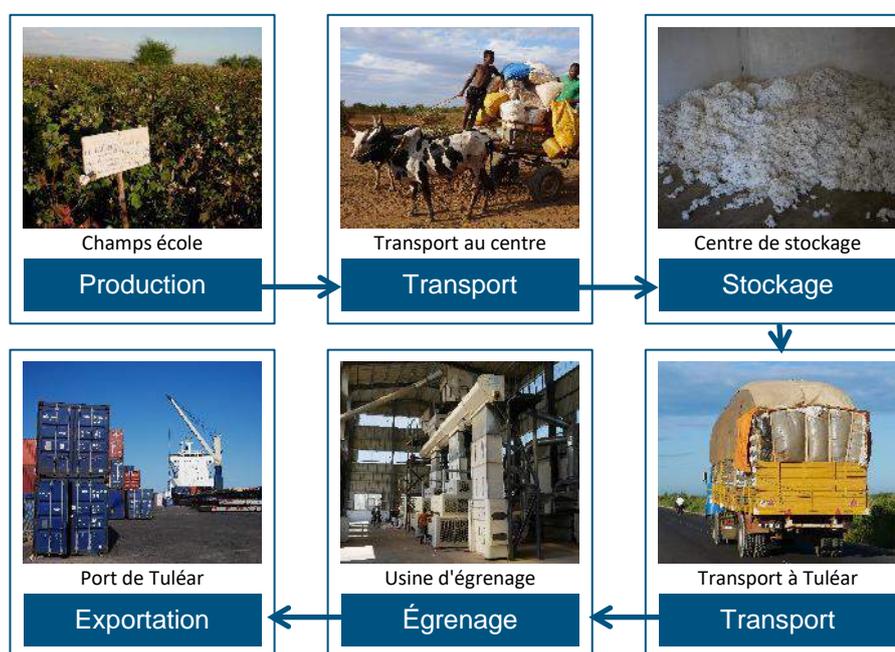


Figure 15: Représentation de la filière cotonnière. Source : Auteurs

4.1.2 Les Acteurs

La chaîne de valeur montrée dans la Figure 15 est le cœur du système de marché du coton et englobe les acteurs suivants :

- **Les producteurs** : Les producteurs sont contractés par des opérateurs, qui leurs fournissent les intrants comme les semences et les pesticides. En contrepartie, les producteurs sont obligés de vendre leur récolte à ce même opérateur et de rembourser les frais des intrants. La grande majorité des contrats se conclut avec des hommes.
- **Les opérateurs** : Les opérateurs concluent des contrats aussi bien avec les producteurs qu'avec les transporteurs.
- **Transporteurs** : Il y a 26 sociétés de transport qui disposent ensemble d'une soixantaine de camions.

Hormis les acteurs principaux de la filière, les acteurs du système de marché du coton sont les suivants (voir Figure 14) :

⁹ Communication personnelle de Monsieur Christian RAJAOFERA du Conseil Coton, 12.6.2017

- Le **Conseil Coton** (Conseil Interprofessionnel du Coton de l'Atsimo-Andrefana) : Le Conseil Coton est une association à but non lucratif qui regroupe les producteurs, les transporteurs et les opérateurs. Le Conseil Coton vise entre autres à développer la filière coton, à promouvoir les accords interprofessionnels entre les organisations professionnelles et à représenter les intérêts économiques de la filière (Conseil Coton, 2017).
- Le **Comité Interministériel** : Le Comité Interministériel et le Conseil Coton forment un binôme institutionnel pour la gouvernance de la filière. Le Comité Interministériel délivre les autorisations et peut imposer des sanctions en cas de non-respect d'un contrat⁹.
- Les bailleurs : Le projet **PIC** (Pôles Intégrés de Croissance) est une des actions du Gouvernement Malagasy pour mettre en œuvre le Programme Général de l'État et le Plan National de Développement¹⁰. Avec le financement de la **Banque Mondiale**, la filière coton est appuyée par le PIC. Ce dernier organise régulièrement des réunions de coordination, pendant lesquelles entre autres le prix d'achat du coton est fixé.
- Les **ONG** : Les ONG HELVETAS/AIM et EFA ainsi que le CIC appuient le PIC dans l'objectif d'augmenter les revenus des producteurs et d'accroître le volume et la valeur des exportations de coton. Le consortium HELVETAS/AIM a été mandaté pour couvrir la zone nord, tandis que EFA/CIC travaillent dans la zone sud de la zone de culture.
- Le **FOFIFA** (Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural) : Le FOFIFA se consacre entre autre au développement et à la recherche variétale. Il dispose d'une collection de nombreuses variétés de coton.

Fonctions d'appui

Le système de marché du coton dépend des différentes séries de fonctions d'appui, qui aident le secteur à se développer (voir Figure 14). Le réseau routier est dans ce contexte particulièrement important. La route nationale RN9 vient d'être aménagée entre Tuléar et Analamisampy, tout de même des nombreux villages restent peu accessibles. Dans le domaine des infrastructures il faut également mentionner l'existence des canaux d'irrigation dans le sud de la région (dans la zone d'intervention de EFA).

Règles

Le système de marché du coton est réglé par des différentes lois et normes. Une synthèse des règlements formels sur l'utilisation des pesticides, la protection de l'environnement et l'exportation du coton se trouve dans le rapport de Dugauguez (2014, p. 18-21). Concernant la lutte contre les ravageurs, le « plan de gestion des parasites et des pesticides » assure, entre autres, une réduction des risques associés à l'utilisation de pesticides (PIC, 2014b). Pour le renforcement de la sécurité dans la région, un système appelé « Dinabe » est appliqué. Ce droit coutumier prévoit des réunions de village pendant lesquelles les participants se mettent d'accord sur la réparation du préjudice causé par une infraction. Concernant les taxes, une ristourne est prélevée sur chaque kilogramme de coton graine vendu. Les producteurs, transporteurs et opérateurs participent à ces paiements qui sont reversés aux collectivités locales et régionales. Les ristournes au niveau des communes sont destinées pour le budget de fonctionnement des communes (par exemple pour les écoles publiques ou les travaux de réhabilitation¹¹). Au niveau national, Madagascar n'applique pas de taxe douanière à l'exportation (Dugauguez, 2014). L'accréditation des opérateurs et transporteurs est attribué par le Conseil Interministériel. La filière est en contact avec l'initiative BCI (Better Cotton Initiative), un système de standard qui vise à améliorer la durabilité de la production de coton (BCI, 2014).

¹⁰ Voir www.pic.mg

¹¹ Information verbale, Jean-Bernard Tsimianky, PIC 2 – Bonne Gouvernance, 15.11.2017

Les défis

Le système de marché du coton est confronté à différents défis :

- **La relation entre les acteurs** : Nous avons constaté que les relations entre les différents acteurs sont partiellement tendues. Pour les producteurs, la présence des opérateurs dans la filière coton est généralement appréciée. Tout de même, les producteurs ont critiqué tant l'insuffisance de l'approvisionnement en pesticides (voir ci-dessous) que les prix bas pour la récolte. En plus, la vente illicite du coton (« Kilaboly ») est l'un des majeurs enjeux pour la filière. Cette pratique consiste à proposer la récolte à un autre opérateur que celui avec qui le contrat de production a été conclu ou à un autre producteur. Dans ce cas, le vendeur reçoit un prix plus élevé, parce que le préfinancement des intrants n'est pas déduit. Une conséquence indirecte de cette pratique est l'incertitude des données de production, entraîné par les fausses déclarations sur le rendement afin de cacher le « Kilaboly ». Le « Kilaboly » a diminué dans la dernière campagne grâce à l'intervention du conseil coton et des ONG mais reste tout de même un enjeu important. Au-delà de la principale chaîne de valeur du coton, ils existent également des difficultés avec les acteurs qui exécutent des fonctions d'appui. On nous a signalé que la communication entre tous les acteurs reste à être améliorée.
- **L'approvisionnement des intrants** : L'insuffisance en approvisionnement des intrants, surtout des semences et des produits phytosanitaires, a été identifiée comme enjeu majeur par les producteurs.
 - **Semences** : Il y a deux problèmes rencontrés dans l'approvisionnement de semences : Il y a des producteurs qui n'ont pas du tout reçu des semences. Cela a contribué à la baisse du nombre de producteurs de coton dans certaines zones. D'autres producteurs ont été approvisionnés par des semences qui ne conviennent pas à leur zone. Par exemple, la variété Acala a été distribuée dans des zones non-irriguées, entraînant ainsi une baisse du rendement.
 - **Pesticides** : Concernant les produits phytosanitaires, les pesticides n'arrivent parfois pas à temps, parfois la quantité fournie est insuffisante, et parfois les produits distribués sont inefficaces (soit parce que ce n'est pas le produit qui correspond au ravageur, soit parce que le produit est périmé). En plus, il a été constaté que les pesticides distribués auprès des producteurs ont été revendus au lieu d'être appliqué sur les champs. La Direction de la Protection des Végétaux (DPV) constate qu'il existe un manque de recherche sur l'utilisation et l'efficacité des produits phytosanitaires¹².
- **L'enclavement des zones de production** : Quelques zones de production sont peu accessibles, c'est surtout dans ces régions que l'approvisionnement des intrants est limité. Dans ces zones, les producteurs ont du mal à transporter leur récolte à un des points d'achat.
- **La (non) rentabilité de la culture**: Pour la campagne 2013/2014, Dugauguez (2014) a calculé que pour pouvoir obtenir un bénéfice, un producteur devait atteindre un rendement minimum de 380 kg/ha s'il effectuait lui-même le labour et utilisait un pulvérisateur à dos. Si le planteur sollicitait en plus des intrants une préparation du sol et un appareil à pulvériser, le rendement minimal d'une plantation rentable se montait à 580 kg/ha (Dugauguez, 2014). Ce calcul se fonde sur un prix d'achat de 840 Ariary/kg. Pour la campagne 2016/2017, le prix minimal a été fixé à 1250 Ariary/kg, le rendement moyen des producteurs encadrés par HELVETAS est de 520 kg/ha, le seuil de rentabilité est de 212 kg/ha et la marge nette en moyenne 445'000 Ariary/ha. Pour 14% des producteurs, le revenu net de la culture de coton est négatif (Figure 16).

¹² Information reçue lors de la réunion au DRAE du 7.11.2017

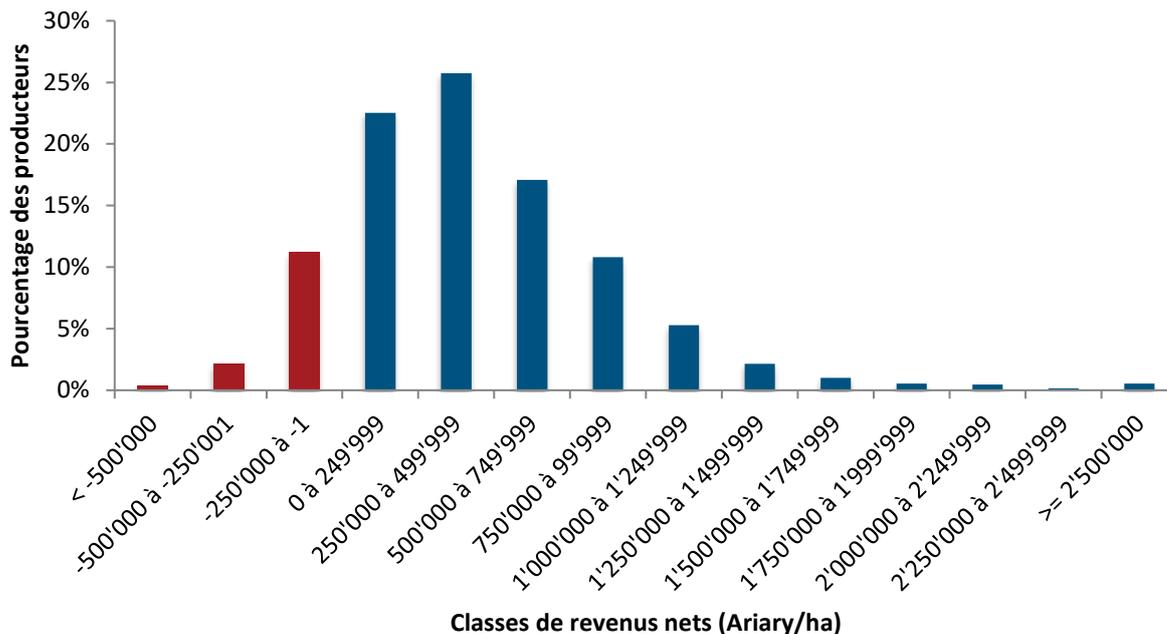


Figure 16: Répartition de la marge nette (Ariary/ha) de la production de coton pour les 1'305 producteurs encadrés par HELVETAS. Source : Baseline T1, situation août 2017

- **L'irrigation et l'approvisionnement de l'eau** : Dans le sud de la présente zone d'intervention de HELVETAS/AIM les champs de coton sont en partie irrigués. Cependant, une grande partie des infrastructures d'irrigation a besoin d'être réhabilitée. La disponibilité de l'eau est très limitée et plusieurs producteurs ont mentionné des cas de corruption par rapport à la répartition d'eau. Dans la présente zone d'intervention il existe plusieurs puits artésiens et certaines infrastructures d'irrigation. Cependant, ils ne sont pas utilisés pour irriguer le coton et se trouvent eux aussi, au moins une partie dans un état de vétusté (Figure 17).
- **Le manque de main d'œuvre** : Pour beaucoup de producteurs, la main d'œuvre limite la production. À cause de la situation d'insécurité (voir en bas), les producteurs ne disposent presque plus de zébus. Au moment du labour (avant les premières pluies), les bœufs de trait sont d'ailleurs amaigris et faibles¹³.
- **Insécurité** : Le phénomène « dahalo » (vol de zébu par des bandes criminelles) a diminué grâce au « dinabe » (voir page 25), mais la situation sécuritaire reste précaire. De nombreux producteurs ont décidé de vendre leurs zébus afin de réduire le risque d'attaque. Par conséquent, il y a un manque de bœufs pour travailler les champs. Plusieurs producteurs ont mentionné que le vol de coton est aussi un problème relevant.
- **Manque de gouvernance** : L'ordre juridique est défaillant. Ceci s'exprime entre autres dans le fait que des semences génétiquement modifiées (OGM) ont pu être importées. En plus, le contrôle des importations des produits chimiques et les réglementations concernant la gestion des pesticides (transport, étiquetage, stockage, destruction etc.) sont faibles (voir Dugauguez (2014, p. 44)). Cela a été confirmé par l'équipe de la DPV, qui a fait un contrôle dans les magasins de stockage de pesticides, où ils ont aperçu un manque d'aération. Ils ont aussi remarqué un manque de formation des responsables de pesticides dans les villages¹⁴.

¹³ Communication personnelle, T.B. Mong-Gine, Consultant Agro-pédologue, 11.11.2017

¹⁴ Information reçue lors de la réunion au DRAE du 7.11.2017

- **Fourniture de l'énergie :** Le prix de l'énergie est très élevé à Tuléar et empêche les entreprises de s'installer dans la région. Pour relancer la filière textile et transformer le coton sur place (filature/tissage), la fourniture de l'énergie doit être améliorée.



Figure 17: Puits artésien dans la zone d'intervention. Photo : Lea Eymann

4.1.3 La chaîne de valeur de l'Artemisia

L'Artemisia annua (Figure 5) est une culture annuelle qui est normalement indemne aux ravageurs (Naeem et al., 2014). La plante est la seule source végétale d'artémisinine, une substance active contre le paludisme. La synthèse chimique de l'artémisinine n'est économiquement pas réalisable et la culture de l'Artemisia annua est par conséquent la seule base viable pour la production de l'artémisinine, dont la popularité a augmenté dans les dernières années (Naeem et al., 2014). Selon l'OMS toutes les épisodes de paludisme devraient être traités avec une thérapie combinée à base d'artémisinine (WHO, 2015).



Figure 18: Artemisia annua. Photo : Lea Eymann

A Madagascar, l'extraction de l'artémisinine se fait à l'usine de Bionexx à Fianarantsoa. Pour l'approvisionnement en Artemisia, Bionexx a conclu des contrats avec des producteurs dans deux zones : Les hauts plateaux et depuis environ cinq ans le district de Tuléar II. Au total, environ 10'000 producteurs reçoivent des plantules de Bionexx (Figure 19) et s'occupent de la culture et du séchage des feuilles. En général, tant le rendement que la qualité des feuilles sont meilleurs dans les hauts plateaux. Figure 20 montre le système de marché de l'Artemisia annua. Les détails de la filière sont présentés dans les sections suivantes.



Figure 19: Pépinière de Bionexx à Ankililoaka. Photo : Lea Eymann

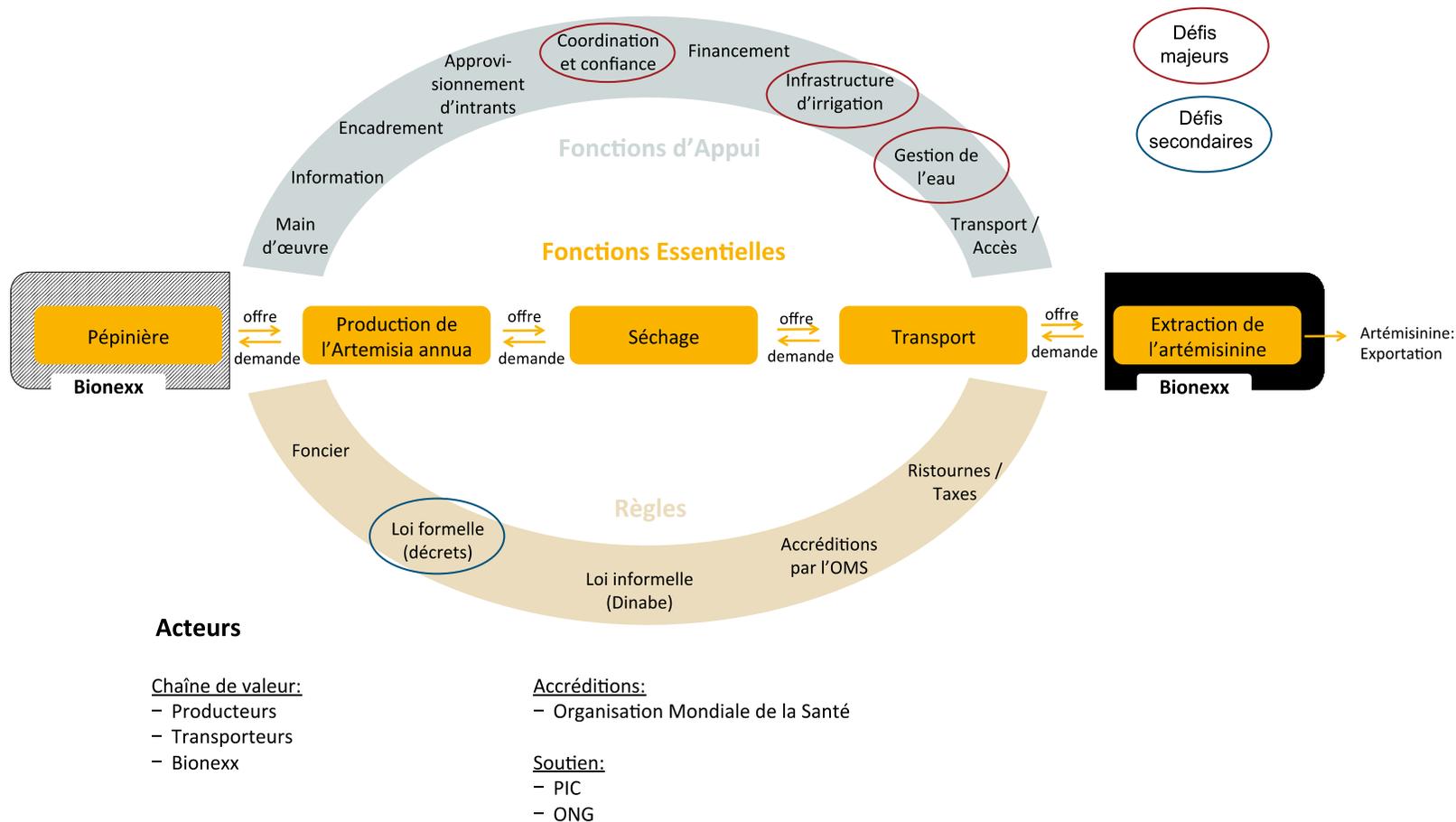


Figure 20: Système de marché de la filière Artemisia annua dans la région Atsimo Andrefana. Source : Graphique élaboré par nos soins d'après le schéma du système de marché de l'approche M4P (DDC & DFID, 2015)

Les fonctions essentielles du système de marché de l'Artemisia annua

Le semis de l'Artemisia se fait dans une pépinière irriguée de Bionexx. Dans la région Atsimo Andrefana Bionexx a conclu des contrats avec 3000 producteurs, qui cultivent la plante sur une surface d'environ 3000 ha. La culture d'Artemisia est cultivée pendant la saison sèche (contre-saison) et est irriguée entre deux et six fois par saison¹⁵. La concentration d'artémisinine dans la plante est maximale avant la floraison. Ainsi, la récolte doit se faire juste avant l'inflorescence, normalement environ quatre mois après la plantation des plantules. Après la récolte, les producteurs séchent les feuilles au soleil. Les feuilles séchées sont collectées dans les centres de Bionexx et ensuite transportées par des prestataires à l'usine de Bionexx à Fianarantsoa. A l'usine, Bionexx contrôle la qualité des feuilles, extrait l'artémisinine et stocke le produit final. En ce moment, l'artémisinine connaît une baisse du cours du produit.

Les Acteurs

La chaîne de valeur de l'Artemisia annua englobe comme acteurs principaux :

- **Les producteurs** : Les producteurs sont contractés par Bionexx, qui leur fournit les plantules et les autres intrants agricoles. Après la récolte, les producteurs séchent les feuilles et les vendent à Bionexx.
- **Transporteurs** : Bionexx travaille avec des prestataires qui s'occupent du transport des feuilles séchées.
- **Bionexx** : Bionexx est le seul opérateur de l'Artemisia annua à Madagascar et est le troisième producteur mondial d'artémisinine. L'entreprise contracte des producteurs dans les hauts plateaux et autour d'Ankililoaka et extrait l'artémisinine dans l'usine à Fianarantsoa.

D'autres acteurs importants de la filière Artemisia sont les ONG, le PIC et l'OMS :

- **ONG** : Bionexx collabore avec HELVETAS/AIM pour l'encadrement des producteurs.
- **PIC** : Bionexx est en train d'établir une coopération avec le PIC. Il est prévu que le PIC finance les activités des ONG afin de soutenir la filière.
- **OMS** (Organisation Mondiale de la Santé) : Cette année, Bionexx a été accrédité par l'OMS comme fournisseur de qualité de l'artémisinine.

Fonctions d'appui

Pour la filière Artemisia, il n'existe pas de collaboration avec les institutions de recherche. Par contre, les ONG apportent un appui à la filière. L'accès et l'infrastructure d'irrigation sont importants pour le développement de la filière.

Règles

Au niveau national, il n'y a pas de règlement à notre connaissance. Au niveau international, l'organisation mondiale de la santé règle le marché de l'artémisinine.

Les défis

- **Manque de confiance et collaboration** : Dans la région Atsimo Andrefana le « Kilaboly » (voir page 26) est répandu et il est difficile de recevoir des informations fiables. Pour améliorer le pourcentage de livraison, Bionexx distribue actuellement gratuitement les plantules. En contrepartie, le prix d'achat est réduit.
- **Mauvaises pratiques agricoles** : Bionexx constate que les pratiques agricoles dans la région Atsimo Andrefana sont mauvaises. Le manque d'entretien des champs entraîne des rendements très bas : sur le site d'expérimentation de Bionexx à Ankililoaka le rendement

¹⁵ Communication personnelle, Madame EMELINE, Bionexx, 23.06.2017

est au-dessus d'une tonne par hectare alors que les producteurs n'arrivent en moyenne qu'à 300 kg/ha.

- **Gestion de l'eau** : Le système de la distribution de l'eau pour l'irrigation est corrompu.
- **Prix de vente** : En ce moment, le prix de vente de l'artémisinine est très bas. Pour garantir la production à long terme, une augmentation du prix est une condition fondamentale.

4.1.4 La chaîne de valeur du Pois du Cap

La filière du pois du cap existe à Madagascar depuis longtemps. Dans les années 1960 à 1980, Madagascar se trouvait parmi les premiers exportateurs mondiaux du pois du cap. Cependant, la filière a connu un déclin pendant plusieurs décennies et aujourd'hui, le pois du cap malgache ne domine plus le marché international (Ministère de l'Agriculture & CTHA, 2010). Tout de même, le pois du cap reste un important produit d'exportation, sur tout pour la région Atsimo Andrefana. En 2014, 6'540 tonnes ont été exportées, les principaux importateurs étant l'île Maurice, La Réunion et l'Inde (Figure 21). Environ les trois quarts de la production de pois du cap à Madagascar proviennent de la région Atsimo Andrefana (Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo, 2015). Presque toutes les surfaces de pois du cap de la région se trouvent dans les districts Toliara II et Morombe. Il est estimé que 25% de la récolte sont utilisés soit pour la consommation, soit comme semences et 75% pour la vente¹⁶.

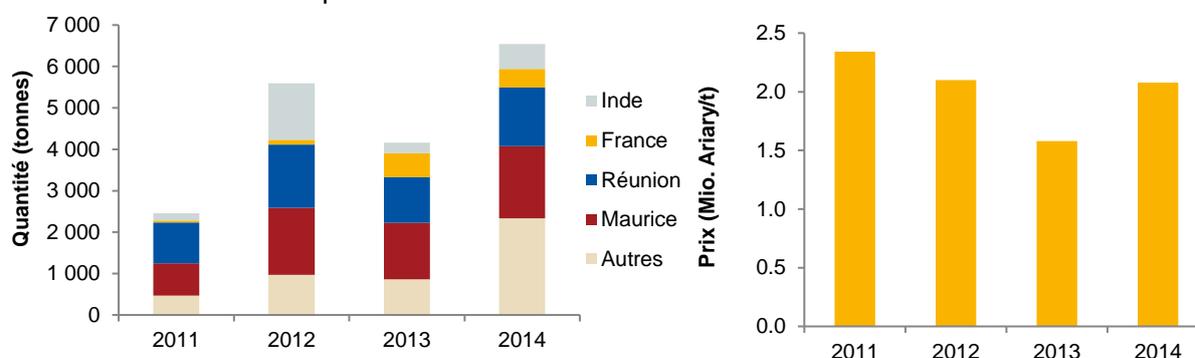
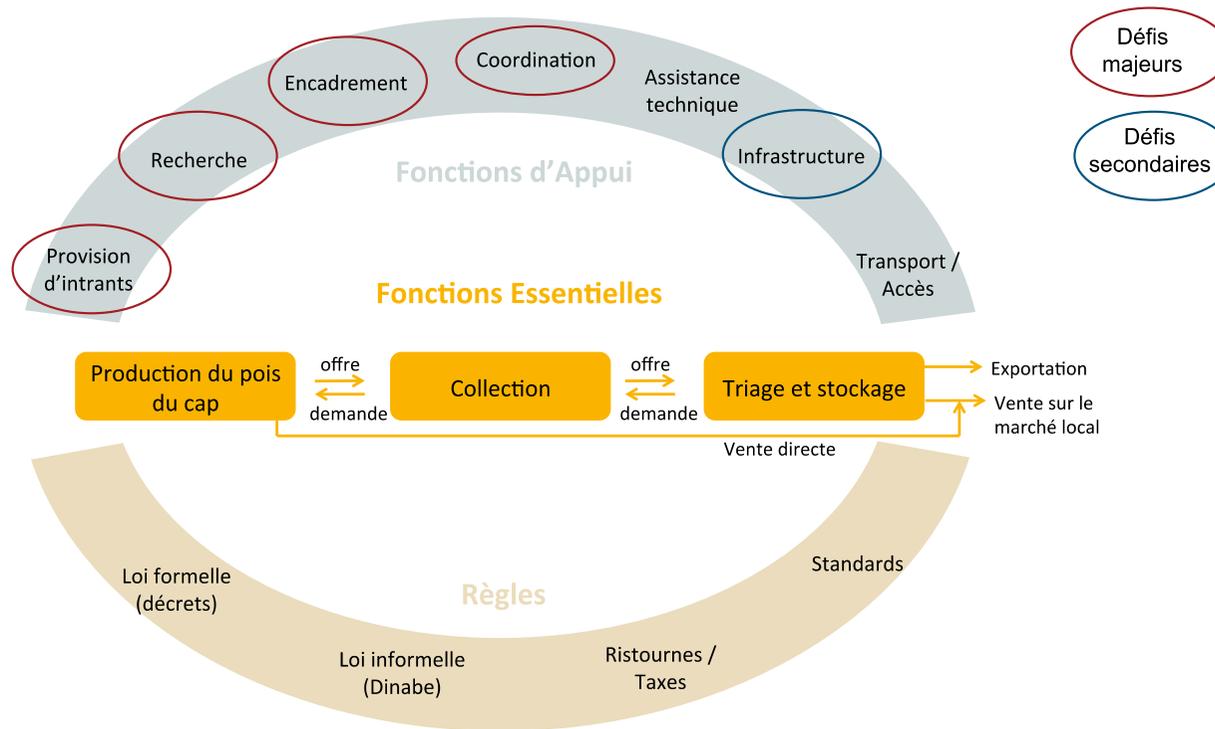


Figure 21: Quantité de pois du cap exportée vers des différents pays (gauche) et prix d'exportation (droite) (Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo, 2015)

Figure 22 montre le système de marché du pois du cap. Les différents éléments de l'illustration sont expliqués dans les sections suivantes.

¹⁶ Base de données obtenues de la Région Atsimo Andrefana du 2015



Acteurs

Chaîne de valeur:

- Producteurs
- Collecteurs
- Exportateurs

Assistance technique agricole:

- Fofifa
- Centre Technique Horticole d'Antananarivo

Gouvernement:

- Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo
- Direction Régionale Atsimo Andrefana

Autres:

- PIC

Figure 22: Système de marché de la filière pois du cap dans la région Atsimo Andrefana. Source : Graphique élaboré par nos soins d'après le schéma du système de marché de l'approche M4P (DDC & DFID, 2015)

Les fonctions essentielles du système de marché du Pois du Cap

Le circuit de commercialisation du pois du cap englobe les producteurs, les collecteurs et les exportateurs. Souvent, les exportateurs collectionnent plusieurs types de grains secs et changent de produits à exporter en fonction de la situation du marché internationale. Les produits de bonnes qualités sont à exporter et ceux de moindres qualités sont vendus sur le marché local.

Les Acteurs

Les principaux acteurs sont les producteurs, les collecteurs et les exportateurs. Le système d'avance d'intrants et semences remboursables à la collecte n'est plus pratiqué et les opérateurs ne concluent pas de contrats avec les collecteurs ou producteurs.

- **Les producteurs** : Les producteurs cultivent le pois du cap pendant la contre-saison (saison sèche). Lors des entretiens avec les producteurs de grains secs, toutes les personnes interrogées ont indiqué de vendre leur récolte sur le marché local et de ne pas être en contact avec un opérateur.
- **Les collecteurs** : Les collecteurs achètent les pois du cap dans les zones de production et s'occupent du transport à Tuléar. Là, ils offrent le produit aux opérateurs.
- **Les exportateurs** : Les exportateurs s'occupent du triage, du stockage et de la vente du produit sur le marché local (produit de moindre qualité) ou à l'étranger (produit de meilleure qualité). En général, le triage est effectué par des femmes (Figure 23).

Hormis les acteurs essentiels de la filière du pois du cap, il y a d'autres acteurs importants pour le système de marché, comme par exemple :

- Le **PIC** (Pôles Intégrés de Croissance) : Le projet PIC envisage d'améliorer la coordination entre les acteurs de la filière pois du cap.
- Le **FOFIFA** (Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural) : Le FOFIFA s'occupe, entre autres, de la sélection de semences de bonne qualité c'est-à-dire sans le tache rouge ou « menamaso » (voir page 35 et FOFIFA (2014))
- Le **CTHA** (Centre Technique Horticole d'Antananarivo) : Le CTHA a publié des différents études sur la filière, par exemple sur l'appui à l'exportation de grains secs (voir Ministère de l'Agriculture & CTHA (2010)).



Figure 23: Triage du pois du cap. Photo : Lea Eymann

Fonctions d'appui

Pour le système de marché du pois du cap, la recherche est une importante fonction d'appui. L'amélioration du système de marché dépend de la capacité des acteurs à assurer la qualité des produits (Ministère de l'Agriculture & CTHA, 2010) et dans ce contexte la recherche sur le « menamaso » (voir page 35) est essentielle. La situation concernant l'accès et l'infrastructure d'irrigation est pareille comme pour le coton (voir page 25).

Règles

L'exportation du pois du cap est réglementée par le décret nationale n° 65-755 qui définit les exigences concernant la qualité, l'emballage, le marquage et le contrôle (Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo, 1965). Au niveau international, le respect des normes sanitaires et phytosanitaires (SPS) est exigé. Une liste des différents standards sociaux et environnementaux qui existe pour l'exportation des grains secs est publiée par la Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo¹⁷.

Les défis

- **Structuration de la filière** : Déjà en 2008, le manque de coordination dans la structure organisationnelle a été identifié comme une source de déclin pour la filière (UNDP et al., 2009). Il n'existe aucune entité qui organise la filière du pois du cap. Par conséquent, la communication entre les différents acteurs est très limitée voir même inexistante. Dans le cas des deux opérateurs rencontrés dans le contexte de cette étude, la traçabilité n'est pas assurée et les connaissances des exportateurs sur la production agricole, par exemple concernant la provenance des semences, sont limitées.
- **Menamaso** (ou Menakobo) est le nom pour l'apparence de taches rouges autour du hile du pois du cap (Figure 24). Normalement, les pois du cap deviennent jaunes à la cuisson.

¹⁷ Liste de normes, accédée le 28.06.2017

Par contre, les pois du cap à menamaso brunissent ou noircissent quelques minutes après l'ébullition. La présence de ces pigments ne change pas seulement la couleur des graines mais les rend aussi amères. Déjà en 1939, le menamaso a posé un problème pour l'exportation du pois du cap. Le taux de menamaso peut être réduit significativement par la sélection massale¹⁸. En plus, la réduction du Menamaso est favorisée par la disponibilité du sol en éléments fertilisants (Rakotomalala, 1996). Le Menamaso est considéré comme l'une des causes pour la dégradation de la filière (L'Express de Madagascar, 2006).



Figure 24: Pois du cap sans (gauche) et avec (droite) Menamaso.
Photos : Lea Eymann

- **Problèmes techniques :** Comme pour les autres cultures, l'inaccessibilité de certaines zones et le manque d'infrastructure hydroagricole et d'équipement posent des problèmes pour la filière. Le manque de magasins de stockage est un défaut du système de marché (UNDP et al., 2009).

¹⁸ La sélection massale est une sélection réalisée par les agriculteurs du moins les paysans depuis des millénaires. C'est la sélection des semences, des individus qui correspondent le mieux aux critères des paysans. Cette sélection a contribué à améliorer les performances des cultures mais en leur laissant une biodiversité (intra et inter variétale), ainsi les cultures peuvent être hétérogènes et variables d'une semence à une autre.



Figure 26: La sécheresse (gauche) et les ravageurs (droite) posent des grands problèmes pour la culture du coton. Photos : Lea Eymann

Tableau 4: Résultat de l'étape 2a : Identification et priorisation des aléas (aléas priorisés en rouge).

Groupe d'aléa	Sous-groupe d'aléa	Type d'aléa	Sous-type d'aléa	Priorisation					
				Auteurs	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	
Risques naturels	Météorologique	Changement de la température	Augmentation/Diminution	P	0	2	2	0	
			Variation diurne	0					
			Variation saisonnière	0					
		Changement de la précipitation	Augmentation/Diminution		3	3	3	3	
			Variation saisonnière		3	3	3	3	
			Timing		3	3	3	3	
		Changement de l'humidité	Augmentation/Diminution	0					
			Tempête	Tempête tropicale		0	0	2	1
		Tempête	Tempête extratropicale	0					
			Orage convectif	Derecho	0				
				Grêle			1		
				Éclair / orage	0				
			Pluie		3	2	0	2	
			Tornado	0					
	Tempête de sable et de poussière		0						
	Tempête de neige		0						
	Onde de tempête		0						
	Vent (Tsiokatimo)		0	2	1	0			
	Température extrême	Vague de froid	0						
		Vague de chaleur		0	0	0	0		
		Hiver rigoureux	Neige / glace	0					
	Gel		0						
	Brouillard / rosée		0						
Hydrologique	Inondation	Inondation côtière	0						
		Inondation fluviale		0	2	0	1		
		Crue subite	0						
	Éboulement	Inondation causée par les embâcles	0						
	Vague	Avalanche (neige, débris, boue, roches)	0						
Vague scélérate		0							
Climatologique	Sécheresse	Seiche	0						
		Débordements de lacs glaciaires	0	3	3	3	3		
Biologique	Épidémiologique	Feu de forêt	0						
		Feu de terres : brousse, pâturages	0*						
	Infestation d'insectes	Maladies virales	0						
		Maladies bactérienne	0						
		Maladies parasitaires	0						
		Maladies fongiques	0						
		Maladies à prions	0						
Criquets, cochenilles, jassides et autres insectes		3	3	3	2				

Groupe d'aléa	Sous-groupe d'aléa	Type d'aléa	Sous-type d'aléa	Priorisation				
				Auteurs	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
		Animaux		0				
Risques anthropiques		Insécurité : Vol de zébu et vol de coton			3	3	3	
		Interruption dans la chaîne d'approvisionnement (manque de semences, manque de pesticides etc.)			3	1	1	
		Perte des opérateurs du coton et dépendance de l'opérateur			3		3	
		Baisse de prix des cultures vivrières				2	3	
		Feu de brousses et pâturages / Déforestation			2	3		
		Malnutrition				3	1	
		Manque d'opérateurs pour des autres cultures que le coton					3	
		Utilisation incorrecte des intrants			2			
		Manque de parcelle et de moyens financiers					1	1
		Accès					1	1
		Accidents						
		Maintien die puits et forages						1
		Introduction des semences OGM						1
		Manque de base juridique et contrôle						1
	Manque de collaboration et confiance entre les acteurs						1	
	Revente de pesticides et d'autres intrants						1	

* Les feux de brousse dans la région sont faits intentionnellement afin d'avoir des pâturages (→ risque anthropique)

Source : Adapté de HELVETAS Swiss Intercooperation (2017)

Explication :

Priorisation : 0= pas relevant ; 1= plus faible priorité ; 2= moyenne priorité ; 3= plus haute priorité ;

P= potentiel (risque futur)

Description des groupes :

Groupe 1 : Équipe de HELVETAS Swiss Intercooperation à Toliara

Groupe 2 : Techniciens Polyvalents de HELVETAS Swiss Intercooperation qui sont basés dans la zone d'intervention

Groupe 3 : Groupes de producteurs de coton

Groupe 4 : Experts de la recherche, du secteur privé et du gouvernement

4.2.2 Filière *Artemisia annua*

La réussite de la culture d'*Artemisia* est déterminée d'une partie par la production de biomasse (quantité de feuilles) et d'autre partie par la teneur en artémisinine (qualité des feuilles). Les deux dimensions dépendent principalement des facteurs génétiques. Pendant ces 15 dernières années, la teneur en artémisinine a pu être augmentée de 0.3-0.5% à 1.0-1.8% par la sélection variétale. Le choix de la variété est par conséquent essentiel. Tout de même, il y a également des conditions environnementales qui impactent la production de biomasse et la teneur en artémisinine.

Suite aux enquêtes effectuées auprès de l'équipe de Bionexx et de ses producteurs, on peut dire que la **sécheresse** est le risque climatique de plus haute priorité pour l'*Artemisia annua*. La plante est bien adaptée au climat sec mais nécessite quand même une quantité minimale d'eau, surtout au moment de semis et après le repiquage. Comme l'*Artemisia* est cultivée pendant la saison sèche, l'irrigation (surtout après le semis et le repiquage) est un prérequis pour la culture. L'*Artemisia annua* n'abrite généralement pas de ravageurs. Cependant, quelques producteurs rencontrés dans le contexte de cette étude ont constaté une dévastation de la plante par des insectes.

4.2.3 Filière *Pois du Cap*

Il existe très peu d'informations dans la littérature sur les possibles impacts du changement climatique pour le pois du cap. Comme pour le coton et l'*Artemisia*, le choix de la variété est d'une grande importance pour le rendement du pois du cap. Parmi les conditions environnementales qui impactent le rendement se trouvent la température, l'humidité et la teneur des sols en eau : Les hautes températures nocturnes ont des effets négatifs sur le développement reproductif. De même, une humidité relative trop faible et une basse teneur en eau des sols réduisent l'apparition et la rétention des gousses (Sirat et al., 1994).

Selon les producteurs, les risques pertinents pour le pois du cap sont sur tout **le manque d'eau** et **les infestations parasitaires**. Le semis du pois du cap a lieu dans la saison à faible pluviométrie (mars/avril). Pendant la saison du pois du cap, il ne pleut pratiquement pas dans la région, la rosée du mois de juillet et août est ainsi important pour la production. En plus, la nappe phréatique peut contribuer dans l'alimentation en eau de la plante si elle n'est pas trop profonde. Concernant la température, le pois du cap pousse durant la période fraîche. Les conditions pour le développement de la culture ne sont favorables qu'à partir de juin et juillet, quand la température minimale baisse à 14-15°C (Rakotomalala, 1996). Une **augmentation de la température** pourrait par conséquent poser un risque pour la culture.

4.3 Étape 2b : Évaluation détaillée des risques climatiques

Pour les risques naturels classifiés comme prioritaires dans la section 0, une évaluation détaillée a été réalisée. Il s'agit de trois risques climatiques (sécheresse, augmentation de la température et inondations) et d'un risque indirectement lié au climat (attaques des ravageurs). Les découvertes faites sont décrites dans les sections suivantes.

4.3.1 La sécheresse

À Madagascar, c'est surtout le Grand Sud qui est affecté par des sécheresses catastrophiques (voir par exemple BNGRC & PNUD (2016)). Tout de même, la sécheresse agricole pose aussi un problème dans la zone d'intervention de HELVETAS (se référer à l'annexe, page 74).

Les producteurs ont observé un décalage de la saison pluvieuse, une augmentation des périodes sèches et une diminution de la quantité de pluie. Une diminution de la quantité de pluie et une augmentation des périodes sèches posent un risque potentiel pour les trois filières. Le décalage de la saison pluvieuse affecte surtout la culture du coton, dont le début de la saison de culture

dépend des premières pluies²¹. Un semis tardif peut réduire considérablement le rendement²². Pour l'Artemisia, un stress hydrique modéré contribue à l'accumulation d'artémisinine et réduit les efforts de séchage (Aftab et al., 2014). Pourtant, autant le rendement que le taux d'artémisinine sont meilleur à Fianarantsoa qu'à Tuléar. Cela indique que d'autres conditions sont plus importantes pour le taux d'artémisinine que le stress hydrique.

Les impacts de la sécheresse ne peuvent être que partiellement attribués à un manque de pluie ou une pluviométrie aléatoire, car le risque de sécheresse dépend d'une multitude de facteurs. Ces facteurs incluent entre autres un manque de gestion de l'eau, une augmentation de la demande d'eau et une déficience de gestion des sols. Ce sont ces derniers éléments qui augmentent la vulnérabilité et transforment l'aléa de sécheresse en risque (voir Nations Unies, 2011).

Les projections de la précipitation pour les décennies à venir ne sont pas nettes, surtout pour les mois de culture du coton. Une augmentation de la quantité de pluie, notamment au moment du semis et pendant les deux semaines suivant la levée, pourrait se traduire par une amélioration du rendement. Indépendamment de la pluviométrie, la gestion du sol est déterminante pour toutes les cultures, étant donné que l'Atsimo Andrefana est l'une des régions la plus concernée par la dégradation des terres²³. Pour les cultures irriguées, des défaillances de la gestion de l'eau empêchent l'approvisionnement des cultures en eau²⁴.

4.3.2 L'augmentation de la température

Au niveau mondiale, on attend une réduction des rendements agricoles de 3.1% à 7.4% par degré Celsius de réchauffement (Aton, 2017). Naturellement l'impact varie pour chaque culture et région et dans certains cas, le réchauffement peut augmenter les rendements. En général, les rendements agricoles sont plus sensibles à la disponibilité de l'eau qu'à la température (Kang et al., 2009).

Pour la culture du coton dans la région Atsimo Andrefana, une augmentation de la température peut avoir des effets positifs, étant donné que les températures actuelles se trouvent en dessous de l'optimum²⁵. Pour l'Artemisia et le pois du cap, les températures actuelles sont déjà à la limite supérieure de l'optimum²⁶. La hausse de température affecte également les filières de manière indirecte :

- L'augmentation de l'**évapotranspiration** entraînant ainsi des besoins accrus en eau.
- La **productivité des paysans** est réduite, car c'est trop chaud pour des activités physiques sur les champs. Cela concerne surtout le coton qui se cultive pendant les mois les plus chauds.
- La **situation parasitaire** est affectée : Comme la répartition géographique et la dynamique des populations des ravageurs ne dépendent pas seulement de la température, mais d'une multitude de facteurs (l'humidité, la présence des ennemis naturels, la concentration CO₂ etc. ; voir par exemple Sharma (2016)), les attaques parasitaires ne sont pas traitées comme impact du réchauffement mais considérées comme aléa distinct (voir section 4.3.4).

²¹ Les moniteurs de HELVETAS recommandent aux producteurs d'attendre qu'il ait assez d'eau dans le sol avant de faire le semis

²² Une possible explication pour cela est qu'avec un semis tardif les plantes sont encore petites et par conséquent vulnérables au moment où les attaques parasitaires sont fortes.

²³ 2/3 de la superficie sont affectées: <http://www.newsmada.com/2017/06/17/degradation-des-terres-12-regions-concernees/>

²⁴ Voir rapport de HELVETAS (2017) : « Fact Finding for the potential integration of Madagascar into the WAPRO project family »

²⁵ Information verbale reçue des responsables de Tianli Agri (24.05.1987). Selon ITC (2011), le coton est cultivé de manière efficace dans des régions avec des températures maximales moyennes par mois entre 20°C et 42°C

²⁶ Température optimale pour le semis de l'**Artemisia** (avril / mai) : Diurne : 23-25°C ; Nocturne : 16-18°C. Température optimale pour la germination du **pois du cap** : >16°C ; pour le développement de la plante, une température minimale de 14-15°C est optimale. Au-dessus de 30°C, la fécondation est perturbée (Andrianambinina, 2016; Delabays, 1995; Rakotomalala, 1996)

4.3.3 Les inondations causées par les pluies torrentielles

Les inondations suite à des pluies fortes n'ont pas été considérées comme risque par les producteurs. Cependant, d'autres acteurs les ont considérées comme risque important. Pour le coton, ce n'est pas seulement le rendement qui pourrait être affecté, mais aussi la qualité de la fibre (réduction de la longueur et de la solidité à cause de la météorisation suite à des pluies fortes, voir p. 72). Pour les cultures de contre-saison (Artemisia et pois du cap), les inondations posent peu de risques, étant donné que le début de la culture est vers la fin de la saison pluvieuse.

Vu que les projections des précipitations pendant la saison pluvieuse sont contradictoires, ce n'est pas possible d'anticiper si le risque des inondations augmentera ou diminuera. Ce qui est sûr, c'est que les impacts de ce risque ne dépendent pas uniquement de la pluviométrie, mais également des facteurs anthropiques. Par exemple, la gestion de sol a un impact sur l'infiltration et détermine ainsi si une pluie forte peut être absorbée par la terre.

4.3.4 Attaques parasitaires

Les attaques parasitaires concernent essentiellement la culture du coton et dans une moindre mesure le pois du cap. L'Artemisia n'est généralement pas infestée par des ravageurs. Les producteurs de coton ont observé une augmentation de la quantité et diversité des ravageurs ainsi qu'un accroissement de la résistance contre les pesticides. Tous les acteurs sont d'accord sur la gravité actuelle de l'infestation parasitaire dans la région. Selon un acteur de la filière coton, une des raisons de cette prolifération des ravageurs est qu'il y a un élevage de cochenilles pour la production des colorants dans la région Androy (non loin de la zone cotonnière). L'effet du climat sur la prolifération des ravageurs dans la région est encore peu connu et il est ainsi difficile de prédire le développement des ravageurs dans le futur. Cependant, on sait que le changement climatique affectera la situation parasitaire de différentes façons :

- **Impacts du climat sur les ravageurs** : Les changements de température, d'humidité et de teneur en gaz dans l'atmosphère peuvent modifier les taux de croissance et de renouvellement des insectes, bouleversant les interactions biologiques et chimiques entre les ravageurs, leurs ennemis naturels et leurs hôtes. (Torquebiau, 2015). Pour toutes les espèces, un réchauffement qui ne dépasse pas le seuil de température supérieure entraîne un développement plus rapide et une augmentation des populations de ravageurs (Sharma, 2016).
- **Impacts du climat sur les hôtes** : Les événements météorologiques extrêmes comme la sécheresse ou la pluviosité excessive induisent un stress sur les plantes, les rendant plus sensibles aux attaques des ravageurs (Sharma, 2016).
- **Impacts du climat sur la lutte antiparasitaire** : Les propriétés physiques et chimiques des pesticides dépendent de la température. Certains pesticides sont plus toxiques pour les ravageurs dans les conditions de températures élevées, d'autres sont plus efficaces à basses températures (Dhang, 2017). La dégradation chimique, la décomposition et la volatilisation des produits chimiques sont en général plus rapides à haute température, augmentant ainsi la perte des pesticides (Edwards (1973). La solubilité des pesticides augmente en fonction de la hausse de la température, entraînant ainsi un plus grand lessivage. Une expérience scientifique dans un sol *loam limoneux* a montré que la demi-vie du pesticide chlorpyrifos (souvent utilisé dans la zone d'intervention) a été réduite de 13 semaines à 6 semaines lors d'une augmentation de la température de 25°C à 35°C (Getzin, 1981).

4.3.5 Compilation des risques, impacts et stratégies existantes

Les risques décrits dans les sections ci-dessus, leurs impacts et les existantes stratégies d'adaptation sont résumés dans le Tableau 5.

Tableau 5: Risques climatiques, leurs impacts et les existantes stratégies d'adaptation pour le coton, l'Artemisia annua et le pois du cap

Aléa	Intensité ¹	Fréquence ¹	Tendances observées ¹	Projections futures ¹ Possibles évolutions sous l'influence du changement climatique	Impacts sur le coton	Impacts sur l'artemisia	Impacts sur le pois du cap	Sévérité ⁵	Stratégies d'adaptation existantes	Est-ce que la stratégie est durable? Si non, pourquoi pas?	
Augmentation de la température	Augmentation de la température minimale quotidienne : 0.04°C/an ; Augmentation de la température maximale quotidienne : 0.027°C/an (1961-2005) ;	-	Les producteurs ont constaté une augmentation de la température durant ces 10 dernières années. Les études météorologiques ont montré : • Augmentation de la température depuis 1950 • Augmentation supérieure à 4.5°C au mois de décembre de la température diurne du sol (mesuré sur une décennie) (Voir section 3.2)	La température mensuelle dans le Sud-Ouest pourrait augmenter jusqu'à 2.5°C en 2050 (par rapport à 1961-1990) (Voir section 3.3)	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'évapotranspiration et du besoin en eau Impact sur les ravageurs (voir ci-dessous) 	<ul style="list-style-type: none"> Potentielle amélioration du rendement (température actuelle en dessous de l'optimum) ; Réduction de la productivité des cultivateurs (réduction des heures de travail) 	<ul style="list-style-type: none"> Impacts plutôt négatifs car les températures pendant le mois d'avril et mai sont déjà au-dessus de l'optimum pour le semis 	<ul style="list-style-type: none"> Impacts plutôt négatifs car les températures actuelles sont déjà à la limite supérieure de l'optimum 	Étendue : 100% Perte : moindre	Aucune stratégie	-
Changements du régime pluviométrique (diminution, retard et sécheresse)	Augmentation des périodes sèches	5 sécheresses météorologiques modérées ou sévères ont été constatées dans la zone d'intervention pendant la première décennie du 21 ^{ème} siècle	Les producteurs ont observé : • Retard des premières pluies • Diminution de la précipitation • Distribution de plus en plus aléatoire de la pluie Les études météorologiques ont montré une augmentation de la durée des périodes sèches, surtout pendant les mois de septembre à novembre (Voir section 3.2)	Les projections ne sont pas nettes. Pour la saison pluvieuse, certaines sources indiquent une augmentation de la pluie et d'autres indiquent qu'une augmentation ou une diminution peut se produire. Pour la saison sèche, la plupart des sources ne prévoient aucun changement en termes de quantité (voir section 3.3).	<ul style="list-style-type: none"> Une réduction de la pluie diminue la production (perturbation de la fructification, perte de fruits, réduction de la taille des capsules) Une diminution de la pluie augmente la présence des ravageurs Un décalage de la saison pluvieuse entraîne un semis tardif. Cela réduit le rendement. 	Peu d'impacts car la saison de culture débute en mars pour le pois du cap et en avril pour l'Artemisia	Un stress hydrique modéré peut avoir un impact positif, particulièrement avant la récolte, parce que d'une part une accumulation d'artémisinine est provoquée et d'autre part les efforts de séchage sont réduits (Aftab et al., 2014)	Diminution de la production	Étendue : 100% Perte : significative	Coton : <ul style="list-style-type: none"> Utilisation des variétés à cycle court Toutes les cultures : <ul style="list-style-type: none"> Binage Hersage Orientation du billonnage en fonction de la pente Irriguer les champs (en ce moment, seulement les zones au sud de la zone d'intervention sont équipées des canaux d'irrigation) et mise en place de tours d'eau Adapter le calendrier de culture 	Oui Oui Oui Si bien géré Oui
Pluie torrentielle (→ inondation)	-	-	Les producteurs ont constaté une augmentation des inondations suite à des pluies fortes ces 10 dernières années.	Il y a des projections contradictoires concernant l'intensité de la précipitation	<ul style="list-style-type: none"> Dégâts sur l'infrastructure Réduction de la croissance suite à la stagnation de l'eau ; Réduction de la qualité des fibres ; Destruction des cultures ; 				Étendue : locale Perte : moindre	<ul style="list-style-type: none"> Canaux de drainage Construction des infrastructures en béton armé Orientation du billon en fonction de la pente 	Oui Oui Oui

Aléa	Intensité ¹	Fréquence ¹	Tendances observées ¹	Projections futures ¹ Possibles évolutions sous l'influence du changement climatique	Impacts sur le coton	Impacts sur l'artemisia	Impacts sur le pois du cap	Sévérité ⁵	Stratégies d'adaptation existantes	Est-ce que la stratégie est durable? Si non, pourquoi pas?
Infestation par des ravageurs	L'intensité des infestations parasitaires est de l'ordre suivant : Coton > Pois du cap >> Artemisia. L'intensité est souvent haute et difficile à maîtriser.	Haute fréquence	Les producteurs ont observé <ul style="list-style-type: none"> • Prolifération des ravageurs • Augmentation de la variété de ravageurs et leur résistance contre les pesticides • Infestation plus intense en absence de pluie 	L'effet du changement climatique sur les ravageurs de la région est encore peu connu. Le réchauffement pourrait accélérer le développement des ravageurs et rendre la lutte antiparasitaire moins efficace.	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la production jusqu'à la perte totale • Besoins accrus en pesticides → Augmentation des coûts de production • Intoxication de personnes, animaux et de l'environnement suite à la mauvaise utilisation des pesticides 	Il n'y a presque pas de ravageurs pour l'Artemisia annua	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la production • Besoins accrus en pesticides → Augmentation des coûts de production • Intoxication de personnes, animaux et de l'environnement suite à la mauvaise utilisation des pesticides 	Étendue : 100% Perte : significative	Prévention: <ul style="list-style-type: none"> • Destruction des vieux cotonniers • Utilisation de plantes pièges Réaction : <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de pesticides 	Oui Oui Seulement si c'est bien utilisé et géré

Source : Adapté de HELVETAS Swiss Intercooperation (2017)

¹ Références : Groupe de la Banque mondiale (2017) ; Heath (2010) ; Ministère de l'Agriculture & CTHA (2010) ; Rabefitia et al. (2008) ; Région Atsimo Andrefana. (2017) ; Tadross et al. (2008) ; WFP et al. (2011)

4.4 Étape 2c : Comparaison des risques climatiques et du calendrier cultural

La majorité des risques climatiques se présentent pendant les mois de décembre à février (Tableau 6). Dans ces mois le climat est le plus chaud et la saison pluviale au sommet. Le début de la culture pour le coton coïncide avec cette période tandis que pour le pois du cap et l'Artemisia la saison ne commence qu'en mars (pois du cap) ou avril (Artemisia).

Pour le **coton**, la période critique se trouve entre décembre et mars : C'est pendant ces mois que le manque de pluie et les attaques parasitaires sont les plus prononcés. Le risque d'inondations se présente également pendant cette période.

Pour les cultures de contre-saison (**Artemisia et pois du cap**), il est plus difficile de définir la période critique. La plupart des aléas climatiques se présentent avant le début de la culture de l'Artemisia et du pois du cap. Cela ne veut pas dire, qu'ils ne peuvent pas affecter les cultures : Un manque de pluie pendant la saison pluvieuse peut entraîner le dessèchement des sols et réduire ainsi la disponibilité de l'eau pour l'Artemisia et le pois du cap. Cela est critique surtout au début des saisons de culture où les besoins en eau sont les plus grands. Concernant la température, un réchauffement peut, même s'il est moins marqué pendant la contre-saison, empirer les conditions de culture pour l'Artemisia et le pois du cap. Cela peut se manifester pendant toute la saison de culture.

Tableau 6: Comparaison du moment d'apparition des risques climatiques avec le calendrier cultural pour le coton, l'Artemisia et le pois du cap.

Aléa	N	D	I	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Précipitation – Faible quantité	X	XX	XX	XX	X	X						
Précipitation – Haute quantité			XX	XX								
Précipitation – inondations consécutives	XX	X	X	X				X	X	X	XX	XX
Précipitation – retard de la première	X	XX	XX									
Température – Augmentation	XX	XX	XX	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Infestation par les ravageurs			XX	XX	XX	X	X	X	X	X		
Coton	N	D	I	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Préparation du sol: labour	X											
Semis	X	X	(X)									
Croissance		X	X	X	X	X	X	X	X			
Floraison			X	X	X	X						
Début de maturité				X	X	X	X					
Ouverture des capsules					X	X	X	X	X			
Récolte					X	X	X	X	X	X	X	
Destruction du vieux cotonnier										X	X	X
Transformation (égrenage)						X	X	X	X	X	X	X
Artemisia	N	D	I	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Semis en pépinière						X	X					
Repiquage								X	X	X		
Croissance	X	X						X	X	X	X	X
Récolte	X	X										X
Séchage	X	X	(X)									
Extraction	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pois du cap	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Préparation du sol				X	X							
Semis					X	X						
Croissance							X	X	X	X	X	X
Récolte											X	X

Source : Adapté de HEI VETAS Swiss Intercooperation (2017)

Explication :

Le calendrier commence avec le début de la culture à partir du mois de novembre (N).

Aléa : x = "normal"; xx= sévère

Calendrier : x = activités ont lieu durant ce mois ; (x) = activités ont lieu jusqu'à la moitié du mois

4.5 Étape 3 : Identification de la vulnérabilité

Pour les trois filières considérées, la production agricole est l'élément le plus vulnérable dans le système de marché (Tableau 7). Les étapes en aval pourraient être affectées par le changement climatique si celui modifie la qualité des produits agricoles. Cependant, pour les trois cultures la qualité est déterminée principalement par la variété.

Tableau 7: Impacts des risques climatiques sur les fonctions essentielles des systèmes de marché

Fonctions (voir étape 1)		Impact du risque climatique	Risques climatiques pertinents (voir étape 2)	Remarques sur les impacts	
Filière Coton	Fonctions essentielles	Distribution d'intrants agricoles	--	--	--
		Production	Diminution de la production ; potentiel dégradation de la qualité de la fibre ; augmentation du besoin en intrants	Sécheresse ; décalage de la saison pluvieuse ; augmentation de la température, inondation, infestation par les ravageurs	Le manque d'eau et les attaques parasitaires sont les principales menaces naturelles pour la réussite de la production de coton. L'utilisation de produits phytosanitaires augmente le coût de production et pose un risque pour l'environnement et la santé des personnes et des animaux. Par contre, une augmentation de la température pourrait améliorer le rendement, parce que la température actuelle se trouve en dessous de l'optimal.
		Stockage	--	--	--
		Transport	--	--	L'inondation ne pose aucun problème pour le transport, étant donné que la récolte se passe pendant la saison sèche
		Égrenage	Impacts indirects	Sécheresse, inondations	Le changement climatique peut avoir un impact sur la transformation, si la qualité de la fibre est altérée. La qualité de la fibre est avant tout déterminée par le choix de la variété, mais une hausse de température, un manque d'eau ou la stagnation de l'eau peut également affecter la longueur et la stabilité des fibres (voir Tableau A1, Bange (2016), ITC (2011) et Sivertooth (2001)).
		Fonctions d'appui	--	--	--
	Règles	--	--	--	
Filière Artemisia	Fonctions essentielles	Pépinière	L'augmentation de la température et la sécheresse pourrait poser problème pour la pépinière.	Sécheresse, augmentation de la température	La température actuelle pendant les mois d'avril et mai sont tendancielle-ment au-dessus de l'optimum pour le semis. Comme la pépinière doit être irriguée, la disponibilité de l'eau est indispensable. Avec une irrigation appropriée, il y a peu de risques naturels pour la pépinière.

	Production	Augmentation du taux d'artémisinine	Sécheresse, augmentation de la température	L'Artemisia ne peut se cultiver qu'avec un système d'irrigation ou d'arrosage, mais un stress hydrique modéré peut être bénéfique (augmentation du taux d'artémisinine). Si ce système existe et fonctionne, il y a peu de risques naturels pour la production.	
	Séchage	Réduction des efforts de séchage	Sécheresse	Un stress hydrique réduit les efforts du séchage.	
	Transport	--	--	Comme la récolte se termine en décembre, les inondations n'entraînent pas de difficultés pour le transport.	
	Extraction	Impacts indirects	Sécheresse	La transformation de l'Artemisia peut être affectée par le changement climatique si la qualité de la culture (taux d'artémisinine dans les feuilles) est altérée. En général, le stress abiotique (p. ex. suite à une période sèche) peut augmenter la concentration d'artémisinine (voir section 4.3.1).	
	Fonction d'appui	--	--	--	--
	Règles	--	--	--	--
Filière Pois du Cap	Fonctions essentielles	Production	Diminution de la production	Sécheresse, ravageurs, augmentation de la température	La température actuelle est déjà à la limite supérieure de l'optimum.
		Transport	--	--	Comme la récolte est terminée en octobre, les inondations n'entraînent pas de difficultés pour le transport.
		Triage et stockage	--	--	--
	Fonction d'appui	--	--	--	--
	Règles	--	--	--	--

Source : Adapté de HELVETAS Swiss Intercooperation (2017)

4.6 Étape 4 : Identification des sous-secteurs résilients à la base d'une matrice de cotation

Bien que les risques climatiques constituent le sujet central de cette étude, il importe de reconnaître que les filières considérées se trouvent dans un système qui est influencé par divers facteurs anthropiques (voir pages 26, 31, 35 et 39). Ces facteurs pourraient mettre en danger le développement des filières et déterminent ainsi leur résilience. À l'inverse, les trois filières diffèrent dans leur capacité de créer de la résilience en contribuant à une croissance économique et en réduisant la pauvreté. Le Tableau 8 compare les trois filières par rapport à ces critères. De ce tableau, on peut tirer la conclusion que l'Artemisia et le coton sont plus résilients que le pois du cap. Pour ce dernier, c'est surtout le manque de potentiel de changement systématique qui entrave son développement. Par conséquent, ce sont les filières coton et Artemisia qui ont été sélectionnées pour l'application du module B de l'outil de HELVETAS (2017).

Il est important de noter que la matrice de cotation (Tableau 8) se réfère à la situation lors de la réalisation de l'étape 4 de l'outil de HELVETAS (2017). Vers la fin de l'année 2017, le PIC a trouvé un opérateur sérieux pour la filière pois du cap bio. Cela changera l'évaluation du sous-secteur pois du cap. Tout de même, nous avons décidé d'appliquer le module B de l'outil de HELVETAS (2017) seulement pour les filières coton et Artemisia, étant donné que rien n'est encore établi avec la filière pois du cap, les producteurs n'ont pas encore été identifiés et il n'y a en ce moment très peu d'acteurs sur place : L'opérateur se trouve dans le capital et il n'existe actuellement aucun partenaire de recherche. La zone de production sera au-delà de la limite nord de la présente zone d'intervention et les producteurs ne seront donc pas les mêmes comme pour les autres filières. Ainsi, le module B met uniquement l'accent sur les filières coton et Artémisia dans les zones de production entre Ankililoaka et Befandriana.

Tableau 8: Matrice de cotation pour évaluer l'impact des différentes filières en termes d'une réduction de la pauvreté, d'une croissance économique et de la résilience contre le changement climatique.

Catégorie	Critères	Sous-secteurs			Remarques
		Coton	Artemisia	Pois du cap	
Potentiel de réduction de la pauvreté	Nombre de ménages engagés dans la filière	1	3	2	Coton : 6700 ha (en 2017), dont 3'180 ha cultivés par les 1'305 producteurs encadrés par HELVETAS/AIM Artemisia : 3'000 producteurs dans la région AA sur une surface totale de 3000 ha Pois du cap : 6200 ha (en 2015) dans la région AA, dont 825 ha dans les 5 communes de la zone d'intervention À cause du manque d'informations sur le nombre de ménage, la classification a été fait par rapport à la surface
	Sévérité de la pauvreté des personnes engagées dans la filière	3	1	1	Le coton demande de plus grands investissements que l'Artemisia et le pois du cap (p.ex. pour la main d'œuvre, pesticides)
	Potentiel de participation de femmes dans le sous-secteur	2	2	1	Coton et Artemisia : Dans la région Atsimo Andrefana, ce sont en général les hommes qui signent les contrats avec les opérateurs (autant pour le coton que pour l'Artemisia) Pois du cap : Pour le triage, les exportateurs emploient des femmes
	Potentiel de participation de jeunes dans le sous-secteur	3	1	1	Coton : En général, les jeunes ne cultivent le coton que si déjà leurs parents possèdent des champs de coton. La culture est comparativement cher (coûts élevés pour les intrants et la main d'œuvre)
	Possibilités d'améliorer le revenu du groupe ciblé	2	1	3	Coton : Pour la campagne 2016/2017, le seuil de rentabilité était de 212 kg/ha, le rendement moyen des producteurs encadrés par HELVETAS était de 520 kg/ha Artemisia : En général, l'Artemisia est considérée comme culture profitable par les producteurs. L'Artemisia nécessite moins d'intrants que le coton. Pois du cap : Les prix sont volatiles et au moment de la récolte il existe une pression à la baisse.
Potentiel de croissance économique	Trajectoire de croissance (dernières années)	2	1	3	Coton : Entre 2010 et 2014, la production de coton graine a légèrement augmentée à Madagascar (de 12'500 tonnes à 15'000 tonnes) (FAO, 2017). Artemisia : Le système de marché de l'Artemisia est encore dans une phase émergente : Bionexx cultive cette culture depuis environ 5 ans dans la région de Tuléar. Pois du cap : Le marché du pois du cap est déstabilisé : les prix sont volatils et le marché est influencé par la spéculation. L'exportation était relativement basse en 2011 (2'500 tonnes) et 2013 (4'200 tonnes) et plus haute en 2012 (5'600 tonnes) et 2014 (6'500 tonnes) (Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo, 2015).
	Projections de croissance (prochaines 5 à 10 années)	1	2	3	Coton : La vision de l'opérateur Tianli Agri est de produire 10 fois la quantité d'aujourd'hui dans 10 ans. Si cette vision est réaliste reste toutefois ouverte. Artemisia : Ce n'est pas prévu d'étendre la surface cultivée d'Artemisia dans la région Atsimo Andrefana

					Pois du cap : Actuellement nous ne disposons pas d'informations sur les projections de croissance prévues pour le marché du pois du cap. Vu l'instabilité du marché, le développement dépendra de la question si l'on parviendra à organiser et structurer la filière.
	Potentiel de substitution des importations	2	3	1	Coton : La relance de la filière textile ne semble pas être réalisable dans un avenir proche. Artemisia : Il n'existe aucune industrie pharmaceutique à Madagascar. Pois du cap : De 2010 à 2013, les importations de pois secs ont augmenté de 500 tonnes à presque 3'000 tonnes. Dans la même période, la production était d'environ 20'000 tonnes et l'exportation en moyenne 5'000 tonnes (FAO, 2017). Les importations pourraient être substituées par la production intérieure.
	Potentiel d'exportation	2	1	3	Coton : La fibre du coton est presque exclusivement exportée. Au futur, les graines pourraient être utilisé pour produire de l'huile de coton. L'huile et les tourteaux pourraient potentiellement être exportés (Dugauguez, 2014). Artemisia : L'artémisinine est produit exclusivement pour l'exportation. Pois du cap : En 2013, 30% des pois secs produits à Madagascar étaient exportés (FAO, 2017)
	Niveau de compétitivité	3	1	2	Coton : Sur le plan international, Madagascar restera un opérateur marginal à moyen terme. Dans ces premières années d'exploitation, la production est même déficitaire. Les activités du groupe Tianli sont subventionnées par la Chine (Dugauguez, 2014). Artemisia : Au niveau mondial, Bionexx est le troisième producteur en termes de volume d'artémisinine et Madagascar est le seul pays d'Afrique qui cultive l'Artemisia annua. Pois du Cap : C'est surtout le gout unique du pois du cap malgache qui contribue à la compétitivité.
Potentiel de faciliter les changements systémiques	Intérêt du gouvernement et priorités public/nationale	1	2	3	Toutes les filières sont potentiellement promues par le PIC. En ce moment, le niveau du soutien est le plus élevé pour la filière cotonnière. Pour le pois du cap il existe un manque d'intérêt pour une coopération avec le gouvernement du côté des exportateurs. Cela pourrait changer avec le présent engagement du PIC
	Intérêt du secteur privé	1	1	3	Pour le coton et l' Artemisia il existe un grand intérêt du secteur privé. Pour la filière de l'Artemisia il n'y a en ce moment qu'une entreprise qui s'occupe de la transformation, pour les filières coton et pois du cap de différentes entreprises et opérateurs sont en concurrence. Pour le pois du cap , les exportateurs n'ont pas vraiment un intérêt spécifique pour ce produit – ils choisissent le grain sec à exporter en fonction du prix. La situation pourrait changer avec l'engagement du PIC en faveur d'une meilleure structuration de la filière.
	Présence des entreprises leaders (entreprises avec liens en amont et en aval de la chaîne de valeur et/ou entreprises innovantes)	2	1	3	Contrairement à la situation pour le pois du cap , il y a pour le coton et pour l' Artemisia des entreprises qui sont liées avec des acteurs locaux et internationaux de la chaîne de valeur. L'opérateur de l'Artemisia (Bionexx) se distingue par sa capacité innovatrice impressionnante : nombreuses expérimentations avec des autres cultures, des différents schémas d'irrigation, des systèmes de rotation et d'association (p.ex. Artemisia-oignon et Artemisia-coton) etc.
	Disponibilité des partenaires exerçant une influence sur la	2	1	3	En ce moment, l'opérateur de l' Artemisia n'a pas de concurrence et peut par conséquent facilement implanter des modifications dans la filière. Pour le coton , la marge de manœuvre des partenaires est un peu plus limitée parce

	chaîne de valeur (effet de levier)				qu'un consensus entre les opérateurs est nécessaire. Pour le moment HELVETAS n'est pas encore en partenariat avec des acteurs du pois du cap .
	Disponibilité et capacité de fournisseurs de services	1	1	3	La situation concernant les services de base (comme par exemple la provision d'électricité ou les services de santé) est pareille pour les trois filières. La seule différence notable concerne la formation : Actuellement, il n'existe qu'un système d'encadrement pour les producteurs de coton et d' Artemisia . Le système d'approvisionnement en eau pour l'irrigation ne dépend pas de la filière mais plutôt de la région.
Change-ment climatique	Impacts négatifs des tendances climatiques futures	3	2	1	Une augmentation de la température peut avoir un impact négatif sur la croissance de l'Artemisia et du pois du cap. Des trois filières uniquement le coton est cultivé pendant la saison pluvieuse, ainsi il est affecté par le retard de la première tombée de pluie. La mauvaise répartition et le manque de précipitations impactent les trois cultures. L'Artemisia étant une plante nécessitant de l'irrigation est spécialement vulnérable à la sécheresse. Le coton est la culture la plus affectée par les attaques parasitaires, mais il existe des craintes que le changement climatique pourrait entraîner un changement d'hôtes (p.ex. du coton à l'Artemisia). Les inondations suite à des pluies fortes posent un risque surtout pour le coton qui est cultivé pendant la saison pluvieuse.
	Impacts positifs des tendances climatiques futures	1	2	3	L'augmentation de la température est uniquement positive pour le coton . Au cas où il y ait une augmentation de la précipitation entre décembre à février, des impacts positifs pourraient se produire surtout pour le coton (à condition que cette pluie soit bien répartie). Étant donné que les études suggèrent une augmentation de l'intensité des cyclones, la bonne répartition est peu probable.
	Investissements dans la réduction des risques	2	1	3	Coton : L'opérateur Tianli a développé des idées pour améliorer la résilience du système (p. ex pour l'utilisation des déchets afin de produire des engrais) mais ne finance pas la mise en place. Artemisia : Pour réduire les risques (climatiques et non climatiques) Bionexx a décidé de produire l'Artemisia dans deux régions (Atsimo Andrefana et Fianarantsoa) et d'investir dans la recherche (site d'expérimentation à Ankililoaka avec essais variétales etc.) Pois du cap : Aucune mesure visant à minimiser les risques n'est mise en place par les exportateurs
	Horizon temporel pour les impacts	pareil			
	Flexibilité du sous-secteur pour s'adapter	-	-	-	
Autres	Durabilité environnementale et sociale	3	1	2	Coton : Vu les grandes quantités de pesticides utilisés et le fait que seulement la moitié des producteurs pratiquent la rotation culturale, la durabilité environnementale du coton est limitée. Avec l'implantation du coton BCI prévue pour le futur la durabilité de la culture va progresser. Artemisia : Bionexx est une entreprise internationale qui s'impose des normes strictes de responsabilité sociale et environnementale. Au-delà des règlements officiels, l'entreprise s'engage pour la protection des forêts et des eaux, promeut la fermeture des cycles de vie des matériaux et s'engage pour les employés.

Total	Potentiel de réduction de la pauvreté	11	8	8	Selon la classification ci-contre, l'Artemisia annua est la plus résiliente parmi les trois filières considérées, suivie de la filière cotonnière. La filière pois du cap montre le moins bon résultat, surtout à cause du manque d'initiative de changer le système.
	Potentiel de croissance économique	10	8	12	
	Potentiel de faciliter les changements systématiques	7	6	15	
	Changement climatique	6	4	8	
	Durabilité environnementale et sociale	3	1	2	
	Somme	37	29	43	
	Rang	2	1	3	

Source : Adapté de HELVETAS Swiss Intercooperation (2017)

Explication :

Cotation (1) = Haut potentiel ; (2) = moyen potentiel ; (3) bas potentiel

5 Mesures d'adaptation proposées (Module B)

Dans ce chapitre, les possibles mesures d'adaptation au changement climatique sont examinées pour les filières coton et Artemisia. Dans une première étape, une liste de mesures a été développée sans prendre en compte la faisabilité (section 5.1). Ensuite, une priorisation des mesures a été réalisée (section 5.2). La section 5.3 couvre la planification et mise en œuvre des mesures d'adaptation. La dernière étape de l'outil qui vise à surveiller et à mesurer les résultats (voir page 9) dépasse le cadre de ce travail et ne fait par conséquent pas partie de ce rapport.

5.1 Étape 5 : Identification des possibles mesures d'adaptation

Une liste de mesures d'adaptation a été identifiée en collaboration avec les acteurs (Tableau 9). Cette liste a été établie par risques et comprend les mesures existantes et les mesures proposées.

Tableau 9: Mesures d'adaptation identifiées. Prod : Production ; Transf : Transformation ; Pépin : Pépinière ; Mes. : Mesures ; Exist : Existantes ; Propos : Proposées

Mesures d'adaptation		Filière Coton		Filière Artemisia			
		Prod	Transf	Pépin	Prod	Transf	
En général	Mesures proposées	Diversification de l'agriculture (diversité génétique et diversité des espèces)					
		Réduction de la surface individuelle de culture					
		Mise en place des assurances agricoles					
		Sensibilisation en gestion des ressources naturelles et concernant le CC					
		Créer des sources de revenus alternatives moins sensibles au climat					
		Soutenir et réaliser des politiques d'adaptation					
		Possibilités de stockage d'épargne pour surmonter des saisons de soudure					
		Formation de coopératives (partage des ressources)					
Sécheresse	Mesures	Hersage					
		Binage					
		Billonnage (orientation du billon en fonction de la pente)					
		Irrigation (uniquement dans le sud de la présente zone d'intervention)					
		Utilisation des semences à cycle court (coton)					
		Décalage de la date du semis					
Sécheresse	Mesures proposées	Irrigation améliorée					
		– Gestion durable de l'eau qui garantit aux petits planteurs le droit d'accès à l'eau					
		– Réhabilitation des canaux					
		– Clôturer les champs afin d'éviter la destruction des canaux par les bœufs					
		– Récupération des eaux de pluie					
		– Implantation de systèmes goutte-à-goutte					
		– Implantation des systèmes d'irrigation avec des rouleaux					
		– Construction de forages équipés de pompes à eau					
		– Construction des barrages					
		Nettoyage du terrain (sans mauvaises herbes)					
		Augmentation de la matière organique du sol (→ infiltration, rétention de l'eau)					
		– Enfouissement des cultures légumineuses					
		– Association culturale (p. ex. avec légumineuse, tournesol,...)					
		– Rotation des cultures (p. ex. coton → sorgho/maïs → légumineuses → coton)					
		– Analyse du sol (éléments nutritifs)					
		– Laisser le bétail paître dans les champs après la récolte					
– Utilisation de fumier							
– Paillage / Mulching (p. ex. avec feuilles, résidus de culture,...)							
– Réduction du travail du sol (agriculture de conservation)							

		- Autres engrais comme torteau de ricin, urine de vache diluée,...						
		- Compost (éventuellement mélangé à la cendre et phosphate naturel)						
		Diffusion des informations agro-météorologiques et recommandations agricoles						
		Installation de pluviomètres						
		Surveillance de la teneur en eau des sols						
		Réduire le passage de bétail sur les champs pour éviter le compactage du sol						
		Brise-Vent / Reboisement (ombrage & brise-vent → évaporation réduite ; érosion réduite,...)						
		Expansion des surfaces cultivées vers le sud						
		Réduction de la densité des plantations (plus d'eau pour moins de plantes)						
		Agriculture réactive (p. ex augmenter la profondeur de semis en cas de pluies éparées ou éclaircissage si les pluies du milieu de saison n'arrivent pas, taille de la plante)						
		Recherche des variétés adaptées au climat						
		Recherche sur les techniques culturales						
		Recherche sur l'impact de la sécheresse sur la qualité						
		Établir une meilleure confiance entre les acteurs (p.ex. recherche, opérateurs etc.)						
		Espacer les jours d'irrigation afin de stimuler la pénétration en profondeur des racines						
Ravageurs	Mesures	Lutte antiparasitaire intégrée						
		Utilisation de plantes pièges						
		Destruction des vieux cotonniers						
		Changer la matière active						
		Changer de culture						
	Mesures proposées	Recherche sur les liens entre le CC et la diffusion de nuisibles						
		Coordination entre les acteurs pour appliquer les pesticides simultanément						
		Établir une coordination entre les opérateurs pour le traitement						
		Production de bio-pesticides (p.ex. sur la base du piment contre les jassides)						
		Expansion de lutte antiparasitaire intégrée						
		Traitement généralisé						
		Expansion de plantes pièges (p.ex. tournesol contre l'helicoverpa)						
		Pièges à ravageurs (p. ex à phéromones contre l'helicoverpa)						
		Culture des plantes exerçant un effet répulsif sur les ravageurs						
		Promotion des ennemis naturels des nuisibles en fournissant des habitats						
		Réduire le stress des végétaux (réduction de la sensibilité aux ravageurs)						
		Transformations des vieux cotonniers en composte						
		Rotation des cultures (pour éviter la persistance des ravageurs sur le terrain)						
		Jachères						
		Températ.	Mesures	Reboisement				
				Réduction du déboisement				
				Paillage (p. ex avec feuilles, résidus de culture,...)				
Sensibilisation pour la lutte contre les feux de brousse								
Inondation	Mes.	Construction de canaux de drainage						
		Construction d'infrastructure en béton armé						
		Orientation du billon en fonction de la pente du sol (→ drainage)						
	Pro	Augmentation de l'infiltration (p.ex. réduction du compactage du sol)						
		Augmentation de la matière organique du sol pour améliorer l'infiltration → voir sécheresse						

Source : Adapté de HELVETAS Swiss Intercooperation (2017)

5.2 Étape 6 : Priorisation des mesures d'adaptation

Suite à l'identification des mesures d'adaptation (voir Tableau 9), une priorisation des mesures a été réalisée afin de sélectionner les mesures les plus prometteuses en termes d'efficacité, de faisabilité, de coût et de durabilité. L'évaluation complète est présentée dans l'annexe (page 76). Concernant le risque de la **sécheresse**, une meilleure **gestion de l'eau** et l'application des diverses bonnes pratiques agricoles se trouvent parmi les meilleures mesures. Des pratiques agricoles qui contribuent à **l'augmentation de la matière organique** dans le sol (comme par

exemple les engrais verts ou la rotation culturale avec des légumineuses) sont considérés comme efficaces parce qu'ils augmentent la capacité du sol à retenir l'eau et améliorent l'infiltration²⁷. Ces stratégies d'adaptation ne réduisent pas seulement la vulnérabilité de la production face à la sécheresse, mais réduisent en même temps le risque d'**inondation** suite à des pluies excessives. Cela aura également un impact positif sur la résistance des cultures aux **attaques parasitaires**, étant donné que le stress végétal augmente la sensibilité des plantes aux ravageurs. De même, la **recherche des variétés adaptées** est une mesure qui améliore de manière efficace la résilience des cultures face aux différents risques, étant donné que la variété détermine la sensibilité des cultures à la sécheresse, à la température et aux ravageurs. Concernant **l'augmentation de la température**, il est important de noter que pour la culture du coton un réchauffement peut être bénéfique. Pour l'Artemisia, les mesures prometteuses pour augmenter la résilience à la chaleur comprennent la sélection variétale et l'irrigation, car généralement le rendement est plus sensible à la disponibilité d'eau qu'à la température (voir par exemple Kang (2009)).

5.3 Étape 7 : Planification des mesures d'adaptation

Dans ce chapitre, les mesures d'adaptation envisagées par les différents acteurs des filières sont présentées (section 5.3.1) et les contributions que nous avons apportées à la mise en œuvre des mesures d'adaptation durant notre stage est décrite dans la section 5.3.2.

5.3.1 Plan d'action

Les mesures d'adaptation que les différents acteurs visent à mettre en œuvre sont résumées dans le Tableau 10. Ces mesures vont non seulement favoriser les filières considérées dans ce travail mais aussi contribuer à augmenter la résilience de tout le secteur agricole de la région. Par exemple, la promotion d'une meilleure gestion de l'eau est bénéfique à toutes les cultures dans un périmètre d'irrigation. Il en est de même pour une meilleure gestion des sols : Cette stratégie d'adaptation profite non seulement au coton et à l'Artemisia, mais également aux cultures produites en rotation avec ces deux cultures. Il est fort probable qu'il y ait un certain transfert de technologie vers les autres cultures (par exemple concernant le labour, l'enfouissement des légumineuses ou l'utilisation des engrais).

²⁷ Les monocultures appauvrissent le sol en matière organique. Par contre, des rotations culturales avec des légumineuses peuvent contribuer à l'accumulation de la matière organique du sol (MOS) par une augmentation de la production végétale (p.ex. plus grande biomasse racinière) (SmartSOIL, 2015). La MOS est essentielle pour la capacité du sol de retenir l'eau. En plus, la MOS améliore la structure du sol et augmente par conséquent l'infiltration (FiBL, 2012).

Tableau 10: Matrice de durabilité avec les mesures d'adaptation priorisées par les acteurs

Fonction	Activités pour la mise en œuvre des mesures d'adaptation et de gestion de risque de catastrophe	Court terme		Long terme		Interventions nécessaires / Remarques
		Qui va le faire?	Qui paie?	Qui va le faire?	Qui paie?	
Toutes les filières - Production	Créer des sources de revenu additionnelles : Production du charbon à la base de déchets agricoles (p.ex. vieux cotonniers)	Bionerr, Bionexx, HELVETAS, ADES	Bailleur + contribution propre	Bionerr, Bionexx, ADES	Production autoportante de bio-charbon	Ce projet se trouve à l'étape de recherche d'un financement
	Reboisement / Agroforesterie : Plantation de Moringa	Bionexx, producteurs	Bionexx	Bionexx, producteurs	Bionexx	D'abord à petite échelle (0.5 ha) ; ensuite augmentation en fonction du marché
	Diversification culturelle : Promouvoir des diverses cultures (p. ex. Kahe ou le vétiver)	Bionexx, producteurs	Bionexx	Bionexx, producteurs	Production autoportante	Il y a un marché immédiat pour l'huile de vétiver
	Niveau régional : Créer un cadre de référence qui veille à la cohérence territoriale des actions sectorielles en élaborant un Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT)	Région Atsimo Andrefana, PAGE/GIZ		PAGE/GIZ		Région Atsimo Andrefana
	Irrigation : Réalisation d'une étude sur les zones favorables pour l'implantation d'une irrigation	Consultant	PIC	-		
Filière coton - Production	Recherche de variétés adaptées : Concertation sur la recherche et l'approvisionnement en semences adaptées aux conditions pédoclimatique de la région	Le PIC avec tous les acteurs de la filière	À définir	Le CIC avec tous les acteurs	À définir	
	Recherche sur les produits phytosanitaires et les ennemis naturels des ravageurs	DPV	À définir	DPV	À définir	
	Bonnes pratiques agricoles : Promouvoir la rotation culturale, la lutte antiparasitaire intégrée, le respect de la fenêtre de semis etc.	HELVETAS (zone nord), CIC (zone sud)	PIC	Le système d'encadrement sera intégré dans les activités des opérateurs et/ou du CIC		Certaines coutumes limitent la faisabilité. Par exemple, l'utilisation de fumier est « fady » (tabou) pour la culture <i>Masikoro</i> .
	Sensibilisation des opérateurs et des producteurs à utiliser des engrais	CIC, opérateurs, HELVETAS		Les opérateurs et/ou le CIC continueront les efforts à augmenter la fertilité du sol.		En général, c'est plus facile de sensibiliser les propriétaires de terre sur la gestion du sol que les locataires (agriculture itinérante).
	Concertation sur la réalisation des essais compost sur le champ de plusieurs producteurs (séries d'essais en parallèle)	HELVETAS s'occupera de la mise en œuvre, WHH fournira le compost pour les essais		Avec les essais on espère créer une future demande venant des producteurs / opérateurs		Restrictions sociales : Il est mal vu de ne pas laisser le bétail des voisins pâturer son champ. Pourtant, cela entraîne un compactage des sols.
	Gestion durable de l'eau : Élaboration d'une proposition de projet WAPRO (water productivity) pour la région	HELVETAS avec les acteurs de la filière				

Fonction	Activités pour la mise en œuvre des mesures d'adaptation et de gestion de risque de catastrophe	Court terme		Long terme		Interventions nécessaires / Remarques
		Qui va le faire?	Qui paie?	Qui va le faire?	Qui paie?	
	Promouvoir l'implantation du système BCI qui soutient une utilisation durable de l'eau	Tianli Agri, HELVETAS		Objectif : Gestion et utilisation durable par les utilisateurs (détails à définir lors du projet)		
	Mise en place de systèmes d'irrigation : Implantation d'une irrigation agricole par forage et/ou puits artésiens dans la zone d'intervention (phase pilote avec jusqu'à 50 producteurs et environ 30 puits)	Mandataire	PIC	En cas de réussite de la phase pilote du PIC : Conception de collaboration et mise à l'échelle		
	Tester des systèmes d'irrigation pour le coton	Tianli Agri (sur une surface de 1000 ha)		À définir		
	Sensibilisation sur le changement climatique : Formations sur l'impact du changement climatique et les possibles mesures d'adaptation auprès des moniteurs et techniciens	HELVETAS	Dans le cadre du projet PICOTON	-	-	
	Intervention sur la gestion, l'utilisation et l'application de la réglementation sur les pesticides	DPV	PIC	CIC avec ses membres continuera la collaboration avec la DPV		
Pépinière - Artemisia	Recherche des variétés adaptées au climat de la région (surtout à la sécheresse) et réplique de ces variétés	Bionexx	Bionexx	Bionexx	Bionexx	
Production - Artemisia	Gestion durable de l'eau : Élaboration d'une proposition de projet WAPRO (water productivity) pour la région	HELVETAS avec les acteurs de la filière		Utilisateurs (gestion et utilisation durable)		
	Gestion durable de l'eau : Expérimentations concernant l'irrigation (p.ex. espace entre les jours d'irrigation) et propagation des résultats auprès des producteurs	Bionexx	Bionexx			
	Bonnes pratiques agricoles : Rotation culturale, utilisation d'engrais, enfouissement des cultures légumineuses etc.	Bionexx, HELVETAS	Bionexx, PIC	Bionexx		

Source : Adapté de HELVETAS Swiss Intercooperation (2017)



5.3.2 Notre contribution à la mise en œuvre des mesures d'adaptation

La plupart des mesures d'adaptation au changement climatique reste à être mise en place dans le futur. Cependant, certains acteurs sont déjà en train de mettre en œuvre des activités qui augmenteront la résilience de la production agricole dans la région Atsimo Andrefana. Dans le cadre de notre stage, nous avons pu contribuer aux activités suivantes :

- **Sensibilisation au changement climatique** : À la fin du mois d'octobre 2017, nous avons réalisé une activité interactive avec l'ensemble des moniteurs et techniciens polyvalents de HELVETAS afin de transmettre des connaissances basiques sur le changement climatique et d'élaborer des mesures d'adaptation pour la culture de coton dans la région Atsimo Andrefana. Nous avons également organisé trois ateliers avec des groupes de producteurs pour les informer sur des résultats de ce travail et pour inciter une discussion sur les possibles stratégies d'adaptation. Cela a permis de les mettre en confiance sur le fait qu'ils peuvent contribuer à l'augmentation de la résilience de leur production.
- **Module de formation** : Pour la prochaine campagne, nous avons élaboré un module de formation sur les mesures d'adaptation au changement climatique. Cette formation qui est destinée aux techniciens polyvalents et moniteurs de HELVETAS aura lieu au début de l'année prochaine.
- **Initiation d'une collaboration avec l'ONG Welthungerhilfe (WHH)** : Les sols de la région Atsimo Andrefana sont fortement affectés par la dégradation²⁸. En ce moment, la majorité des producteurs encadrés par HELVETAS n'utilisent aucun fertilisant et la rotation culturale n'est pas toujours pratiquée. La dégradation des sols est une importante cause de la vulnérabilité de la production agricole. Une option pour fertiliser la terre est le compost. L'ONG WHH a commencé récemment avec le compostage des déchets organiques de la ville de Tuléar. Afin de montrer aux producteurs l'effet bénéfique d'une fertilisation, il est envisagé de faire des essais sur les champs de plusieurs producteurs. WHH s'occupera de l'approvisionnement en compost et HELVETAS de la réalisation et du suivi des essais. Nous avons réalisé une première rencontre avec les équipes de WHH et HELVETAS afin d'initier une telle collaboration.
- **Projet WAPRO** : L'irrigation est une mesure prometteuse pour réduire la vulnérabilité de toutes les filières agricoles face au changement climatique. Cependant, le développement des infrastructures d'irrigation ne suffit pas à faire face au manque d'eau. Une augmentation de la productivité de l'eau et une meilleure gestion de l'eau est nécessaire pour utiliser efficacement les ressources en eau, mais aussi pour avoir une répartition équitable d'eau et pour assurer l'entretien des infrastructures. HELVETAS a appliqué avec succès une approche innovatrice pour augmenter la productivité de l'eau dans des cultures de riz et coton à l'Inde, au Pakistan, au Tadjikistan et au Kirghizistan. Cette approche dénommée WAPRO (**Water Productivity**) combine des activités pour augmenter les capacités des producteurs concernant l'utilisation efficace de l'eau (« push ») avec des mesures incitatives visant l'augmentation de la productivité de l'eau (« pull ») et des efforts pour promouvoir une bonne gestion de l'eau (« policy »). Suite aux bonnes expériences faites avec cette approche push-pull-policy, HELVETAS vise à étendre son application dans d'autres pays, notamment à Madagascar. Pour faciliter l'élaboration d'une proposition de projet, nous avons réalisé des enquêtes auprès des producteurs de coton et d'Artemisia concernant l'irrigation et compilé des informations pertinentes dans un rapport²⁹.
- **Projet pour la production de bio-charbon** : Il a été estimé qu'à elle seule, la ville de Tuléar consomme plus de 30'000 tonnes de charbon chaque année (WWF, 2012). La production de charbon est une importante source de déforestation, cette dernière est à la fois une cause du changement climatique. La déforestation peut aussi affecter le

²⁸ Voir par exemple <http://www.newsmada.com/2017/06/17/degradation-des-terres-12-regions-concernees/>

²⁹ Voir rapport de HELVETAS (2017) : « Fact Finding for the potential integration of Madagascar into the WAPRO projet family »

microclimat : Différents acteurs enquêtés lors de cette étude ont confirmé que la déforestation contribue au changement du régime pluviométrique de la région. Pour répondre à cette problématique, HELVETAS et ces partenaires BIONERR et ADES visent à produire du charbon à partir des résidus agricoles. Pour mettre en œuvre cette idée qui contribue en même temps à l'atténuation et à l'adaptation, une proposition de projet a été soumise à la Direction générale du développement et de la coopération de la Commission européenne (EuropeAid). Dans le cadre de notre stage, nous avons contribué à la rédaction de cette proposition de projet qui a été rejeté, mais pour laquelle la recherche de financement continue.

5.4 Étape 8 : Surveillance et évaluation des résultats

L'étape 8 de l'outil de HELVETAS (2017) n'a pas été réalisé dans le contexte de ce travail.

6 Discussion

6.1 Discussion des résultats

L'application de l'outil de HELVETAS (2017) pour les filières coton, Artemisia et pois du cap dans la région Atsimo Andrefana a montré que l'étape de la **production agricole** est l'élément le plus vulnérable dans les chaînes de valeur et que la **sécheresse** est le principal risque climatique pour toutes les filières. Pour la zone d'étude, les plus importants facteurs contribuant à la problématique de la sécheresse sont le climat (déficit de précipitation et intensité élevée des précipitations) et la dégradation des sols (faible capacité d'infiltration et de rétention de l'eau). Cela illustre qu'un risque climatique est toujours une interaction des aléas climatiques, de la vulnérabilité et de l'exposition (voir GIEC (2014)). Pour la culture du **coton**, les **attaques parasitaires** présentent également un risque important. Cependant, il existe en ce moment encore très peu d'informations sur les possibles liens entre le changement climatique et la situation parasitaire. Ce qui est sûr c'est que les risques liés aux ravageurs dépendent autant des facteurs climatiques (p. ex. précipitation et température) que des facteurs d'origine anthropique (p. ex. gestion de pesticides et choix de la variété).

Le changement climatique n'engendre pas que des risques, mais aussi des **avantages** possibles. Pour le coton, une augmentation de la température peut être bénéfique et pour l'Artemisia, un certain stress hydrique peut présenter d'avantage en termes de qualité (taux d'artémisinine) et du traitement (simplification du séchage).

Il est important de noter qu'il existe également de nombreux **risques non climatiques** pour les filières. Ces risques peuvent augmenter la vulnérabilité des filières face aux risques climatiques. Pour l'exemple du pois du cap, un marché déstabilisé avec des prix volatils augmente la prédisposition de la filière à subir des dommages causés par des aléas climatiques. De même, un manque de structuration de la filière rend difficile la mise en œuvre des stratégies d'adaptation. C'est pour cela que le pois du cap n'a pas été considéré lors de l'identification et la priorisation des mesures d'adaptation (module B de l'outil de HELVETAS (2017)). Les efforts actuels du PIC à relancer la filière pourraient éliminer ces obstacles. Pour les filières coton et Artemisia il existe également des enjeux non climatiques, par exemple l'insécurité ou un manque de collaboration entre les acteurs.

Pour l'identification des **mesures d'adaptation** au changement climatique, il est important de prendre en compte que les projections climatiques sont associées avec des **incertitudes**. Surtout pour la pluviométrie, il est difficile de prévoir les futures évolutions. Il se peut que les saisons pluvieuses deviennent plus sèches, mais il est aussi possible que la quantité de pluie augmente et que, par conséquent, l'importance du risque d'inondation gagnera. Face à cette incertitude, il est important de considérer les causes contribuant à la vulnérabilité de la production. Autant dans le cas des sécheresses qu'en rapport avec les inondations, la dégradation des sols augmente la vulnérabilité. Les sols dégradés sont pauvres en matières organiques, ils sont affectés par une perte de biodiversité et exposés aux risques de compactage et d'érosion (voir p.ex. FAO (2013, p. 116)). Des mesures qui visent à améliorer la **gestion des sols** peuvent augmenter l'infiltration, limiter l'évaporation et rehausser la capacité des sols à retenir l'eau. Ainsi, une meilleure gestion des sols augmente la productivité de l'eau et réduit à la fois les risques de sécheresse et d'inondations. Des mesures visant à augmenter la fertilité des sols comme la rotation avec des légumineuses ou le paillage sont par conséquent capitales dans le contexte de la région Atsimo Andrefana, où environ deux tiers de la surface sont concernées par la dégradation³⁰. La restauration des sols dégradés réduit non seulement la vulnérabilité de la production, mais représente en même temps une mesure d'atténuation au changement climatique, étant donné que ces sols ont un important potentiel de stockage de carbone (FAO, 2013, p. 123). Une bonne gestion

³⁰ voir <http://www.newsmada.com/2017/06/17/degradation-des-terres-12-regions-concernees/>

des sols a encore ses avantages : Elle assure un meilleur rendement tout en réduisant les besoins en intrants.

La **productivité de l'eau** ne dépend pas seulement de la gestion du sol, mais également du climat, de la variété et, pour les cultures irriguées, de la **gestion de l'eau**. Des mesures pour promouvoir une bonne gestion de l'eau sont clé pour assurer l'entretien des infrastructures et pour garantir une répartition équitable des ressources en eau³¹.

Une **diversification de la production** au niveau d'un producteur, mais aussi au niveau d'une région est également considérée comme une importante mesure pour augmenter la résilience des systèmes agricoles (FAO, 2013, S. 23). Les producteurs de la région Atsimo Andrefana ont depuis toujours pratiqué la **diversité culturelle**. Le choix des cultures dépend surtout des considérations économiques et, dans certains cas, des facteurs culturels³². La **diversité génétique** est déterminée par le système d'approvisionnement en semences. Surtout pour le coton, où c'est principalement une variété qui est utilisé dans toute la zone non irriguée, un accroissement des ressources génétiques pourrait être déterminant. La **diversification des sources de revenu** est également une stratégie pour augmenter la résilience de la production agricole. Une stratégie consiste à garder dans l'exploitation les premières valeurs ajoutées. Les chaînes de valeur considérées dans ce travail ne permettent pas de transformer le produit récolté au niveau du producteur, étant donné qu'autant l'égrenage du coton que l'extraction de l'artémisinine demandent de grands investissements dans les infrastructures et les capacités techniques. Tout de même, il est possible d'ajouter de la valeur à la production en exploitant les résidus agricoles. Cette ressource organique qui reste jusqu'à présent non exploitée pourrait par exemple être utilisé pour la production de bio-charbon.

6.2 Application de l'outil de HELVETAS dans la région Atsimo Andrefana : Nos expériences et observations

L'outil de HELVETAS (2017) s'est révélé positif pour l'analyse des risques climatiques et des stratégies d'adaptation dans les systèmes de marché. L'un des avantages que nous avons éprouvé lors de l'application de l'outil, c'est que la démarche participative permet de créer de la confiance parmi les acteurs concernant leur capacité d'adaptation. Cela peut être illustré en prenant l'exemple des producteurs de coton. Lors des premiers ateliers sur les risques climatiques, les producteurs ont exprimé leur impuissance face aux risques climatiques, notamment la sécheresse. À la fin d'un deuxième atelier avec les mêmes producteurs lors de la réalisation du module B de l'outil, ces producteurs ont eux-mêmes identifié des mesures qu'ils peuvent mettre en œuvre afin de réduire leur vulnérabilité à la sécheresse (Figure 27). Tout de même, cette approche participative a causé des difficultés. L'adaptation des filières au changement climatique n'est pas une partie intégrante des projets soutenus par le PIC et par conséquent ce travail n'était pas une priorité pour les acteurs. Cela a entraîné des difficultés à recevoir des informations des acteurs et à les impliquer dans les discussions concernant l'adaptation au changement climatique.

³¹ Voir rapport de HELVETAS (2017) : « Fact Finding for the potential integration of Madagascar into the WAPRO project family »

³² Sur certaines surfaces il est « fady » (tabou) de cultiver une autre culture que le riz, sur d'autres champs il est « fady » de cultiver du riz



Figure 27: Groupe de producteurs de coton à la fin d'un atelier visant à identifier et prioriser des mesures d'adaptation. Photo : Lea Eymann

6.3 Recommandations

Suite à l'application de l'outil de HELVETAS (2017) pour des filières agricoles dans la région Atsimo Andrefana il est possible de donner les recommandations suivantes :

- Étant donné que le changement climatique affecte surtout la production agricole et que la dégradation des sols soit l'une des principales causes de la vulnérabilité des producteurs, il est recommandé de promouvoir une meilleure **gestion des sols**. Cette mesure bénéficiera non seulement les filières concernées mais aussi toute l'agriculture de la région.
- Pour le coton irrigué et l'Artemisia, une meilleure **gestion de l'eau** est indispensable. Il est vivement conseillé de mettre un accent sur la gestion dans tous les futurs projets concernant l'irrigation.
- Il existe une série de risques non climatiques pour toutes les filières considérées, dont par exemple un manque de coopération, coordination et confiance entre les acteurs. Il est ainsi recommandé d'**améliorer la communication entre tous les acteurs** (producteurs, opérateurs, PIC, CIC, ONG, institution de recherche etc.), par exemple par des fréquents échanges et, pour le cas du coton, par un renforcement de l'important rôle du CIC.
- Surtout pour le coton, des améliorations sont jugées nécessaires au niveau de la **recherche** (p.ex. sur les interactions entre les ravageurs et le changement climatique et sur les semences et techniques agricoles adaptées au climat). Une consultance d'un expert externe est recommandée afin de renforcer les recherches effectuées par l'institution de recherche locale.

- Il est recommandé d'**exploiter les synergies potentielles** entre les acteurs, par exemple avec le projet PACARC³³ du PNUD qui vise à renforcer le service météorologique et à réaliser des mesures d'adaptation au changement climatique dans 5 régions et 11 communes, parmi eux la commune Analamisampy dans la présente zone d'intervention de HELVETAS. Des synergies peuvent également découler de l'échange avec l'ONG Sofreco qui s'occupe actuellement de la gestion de l'eau dans les zones Sud de la présente zone d'intervention de Helvetas.

³³ Projet d'amélioration des capacités d'adaptation et de résilience face au changement climatique dans les communautés rurales (PACARC)

7 Conclusion

Les filières agricoles de la région Atsimo Andrefana dépendent d'un climat spécifique et aléatoire. L'application de l'outil de HELVETAS (2017) pour les filières coton, Artemisia et pois du cap a permis d'évaluer les risques climatiques, de proposer des stratégies d'adaptation et de contribuer à la mise en œuvre des premières mesures. La majorité des mesures d'adaptation mentionnées dans ce travail ne favoriseront pas seulement les filières considérées, mais augmenteront la résilience de toute la production agricole de la région. Les mesures comme l'amélioration de la gestion des sols sont des mesures qui concernent à la fois l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.

Il est important de reconnaître qu'un renforcement de la coopération entre les acteurs profite toutes les parties des chaînes de valeur. Des filières stables sont la base pour la réalisation des mesures d'adaptation au changement climatique qui permettront de garantir une production agricole à long terme. Le présent travail a montré que les risques climatiques pour la région sont considérables et que la vulnérabilité des filières est importante. En même temps, le travail présente des diverses mesures d'adaptation qui sont efficaces, abordables, faisables et durables. Dans ce sens, le chemin vers une production durable et résiliente au futur climat reste long, mais réalisable.

8 Bibliographie

- ADESS. (2015). *Etude, analyses et préconisations en matière de sécurité sùreté au profit d'Helvetas. Région Atsimo-Andrefana.*
- Aftab, T., Khan, M. M. A., & Ferreira, J. F. (2014). Effect of Mineral Nutrition, Growth Regulators and Environmental Stresses on Biomass Production and Artemisinin Concentration of *Artemisia annua* L. In T. Aftab, J. F. S. Ferreira, M. M. A. Khan, & M. Naeem (Eds.), *Artemisia annua - Pharmacology and Biotechnology*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41027-7>
- Andrianambinina, A. H. (2016). *Association culturelle de l'artemisia annua avec des legumineuses phaseolus: Cas de la commune rurale Ankililoaka. District Tuléar II.* Athénée Saint Joseph Antsirabe (ASIA), Université Privée à vocation professionnalisant.
- Aton, A. (2017). For Crop Harvest, Every Degree of Warming Counts. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/for-crop-harvests-every-degree-of-warming-counts/>
- Bange, M. P., Baker, J. T., Bauer, P. J., Broughton, K. J., Constable, G. A., Luo, Q., Oosterhuis, D. M., Osanai, Y., Payton, P., Tissue, D. T., Reddy, K. R., & Singh, B. K. (2016). Climate change and cotton production in modern farming systems. *ICAC Review Articles on Cotton Production Research, No. 6.*
- BCI. (2014). Better Cotton Initiative. Bilan Annuel de la campagne 2013.
- BNGRC, & PNUD. (2016). *Plan de relèvement et de résilience pour les districts les plus affectés par la sécheresse déclenchée par El Niño dans le Grand Sud de Madagascar.*
- Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo. (1965). *Pois du Cap. Texte de référence: Décret n° 65-755 du 08.12.65 (J.O.R.M. du 18.12.65 P. 2646).*
- Chambre de Commerce et d'Industrie d'Antananarivo. (2015). *Fiche Produit. Le pois du cap.*
- Conseil Coton. (2017). *Statut et Règlement intérieur du Conseil Interprofessionnel du Coton Atsimo Andrefana.*
- CPGU. (2012). *Atlas de la vulnérabilité sectorielle de la région Atsimo Andrefana.*
- DDC. (2012). *CEDRIG: Lignes directrices pour l'intégration du climat, de l'environnement et de la réduction des risques de catastrophe. Partie II Manuel CEDRIG.*
- DDC, & DFID. (2015). *The operational guide for the making markets work for the poor (M4P) approach.*
- Delabays, N. (1995). *Artemisia Annua - Fiche technique de culture (Madagascar-Cameroun).*
- Delille, H. (2011). *Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar. Cas des régions Sud-ouest, Sud-est et des zones périurbaines des grandes agglomérations.*
- DFID, & DDC. (2008). *Une synthèse de la démarche "faire fonctionner les marchés au bénéfice des pauvres" (M4P).*
- Dugauguez, M. (2014). *Étude de la Chaîne de Valeur Coton. Rapport final par mandat du PIC.*
- Edwards, C. (1973). *Environmental Pollution by Pesticides*. Springer.
- FAO. (2013). *Climate-Smart Agriculture. Sourcebook.*
- FAO. (2017). *FAOSTAT*. <http://www.fao.org/faostat>
- FiBL. (2012). How Do I Improve The Soil Organic Matter? *African Organic Agriculture Manual Booklet Series, 4.*

- Fofifa. (2014). Le centre régional de recherche Fofifa sud ouest. http://www.fofifa.mg/presentation_crrso.php, 28.06.2017
- Getzin, W. (1981). Degradation of Chlorpyrifos in Soil: Influence of Autoclaving, Soil Moisture, and Temperature. *Journal of Economic Entomology*, 74, 158–162. <https://doi.org/10.1093/jee/74.2.158>
- GIEC. (2014). *Changements Climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs*.
- Groupe de la Banque mondiale. (2017). Climate Change Knowledge Portal. Madagascar Dashboard. http://sdwebx.worldbank.org/climateportalb/home.cfm?page=country_profile&CCode=MDG&ThisTab=RiskOverview, 27.09.2017
- Guthrie, F. E. (1950). Effect of Temperature on Toxicity of Certain Organic Insecticides. *Journal of Economic Entomology*, 43(4), 559–560.
- Heath, T. (2010). *Changement Climatique - Madagascar*.
- HELVETAS, BCI, Tianli Agri, & Wildlife Conservation Society. (n.d.). *Plaquette de comptage parasitaire sur cotonniers*.
- HELVETAS Swiss Intercooperation. (2017). *Guideline - Assessing Climate Risks and Vulnerabilities in Market Systems. Version 1*. Kathmandu & Zürich.
- IISD. (2012). *CRiSTAL User's Manual. Version 5*.
- INSTAT, & ONN. (2013). *Enquête Nationale sur le Suivi des indicateurs des Objectifs du Millénaire pour le Développement Madagascar (2012-2013)*.
- ITC. (2011). *Coton et changement climatique. Impacts et options de réduction et d'adaptation*.
- Kang, Y., Khan, S., & Ma, X. (2009). Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security - A review. *Progress in Natural Science*, 19(12), 1665–1574.
- Kirtman, B., Power, S. B., Adedoyin, J. A., Boer, G. J., Bojariu, R., Camilloni, I., Doblas-Reyes, F. J., Fiore, A. M., Kimoto, M., Meehl, G. A., Prather, M., Sarr, A., Schär, C. et al. (2013). Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In T. F. Stocker, D. Quin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- L'Express de Madagascar. (2006). L'exportation de pois du cap relancée.
- Maplecroft. (2016). Climate Change Vulnerability Index 2017. http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/verisk_index.pdf
- Ministère de l'Agriculture, & CTHA. (2010). *Appui au renforcement de capacités du Système National de Contrôle Phytosanitaire dans le cadre de la promotion de l'exportation de grains secs à Madagascar*.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts. (2010). *Deuxième communication nationale au titre de la convention des Nations Unies sur le changement climatique. République de Madagascar*.
- Naeem, M., Indrees, M., Singh, M., Masroor, M., Khan, A., & Moinuddin. (2014). Artemisia annua: A Miraculous Herb to Cure Malaria. In T. Aftab, J. F. S. Ferreira, M. Masroor, A. Khan, & M. Naeem (Eds.), *Artemisia annua - Pharmacology and Biotechnology* (pp. 27–50). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41027-7>
- Nations Unies. (2011). Chapitre 3: Risque de sécheresse. *Global Assessment Report 2011*. <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/GAR->

- 2011/FR_GAR2011_Report_CH3.pdf
- OMM. (2006). *Suivi de la sécheresse et alerte précoce: principes, progrès et enjeux futurs*. [https://doi.org/ISBN 92-63-21006-3](https://doi.org/ISBN%2092-63-21006-3)
- ONE. (2015). *Tableau de Bord Environnemental Région Atsimo Andrefana. Phénomènes météorologiques extrêmes*.
- PIC. (2014a). *Cadre de Politique de Réinstallation (CPR)*. Version Draft.
- PIC. (2014b). *Plan de gestion des parasites et des pesticides (PGPP)*. Version Draft.
- Rabefitia, Z., Randriamarolaza, L. Y. A., Rakotondrafara, M. L., Tadross, M., & Yip, Z. K. (2008). *Le changement climatique à Madagascar*.
- Rakotomalala, H. S. (1996). *Contribution à l'amélioration de la production de Pois du Cap dans la Région du Bas Mangokoy*. Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques.
- Région Atsimo Andrefana. (2017). *Atlas de la Région Atsimo Andrefana. Elaboré dans le contexte du Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT)*.
- Sharma, H. C. (2016). Climate Change vis-a-vis Pest Management. *Conference on National Priorities in Plant Health Management*, 17–25.
- Silvertooth, J. C. (2001). *Crop Management for Optimum Fiber Quality and Yield*. https://cals.arizona.edu/crops/cotton/cropmgt/fiber_quality.html
- Sirat, Y., Pill, W. G., & Kee, W. E. (1994). Lima Bean (*Phaseolus lunatus* L.) Response to Irrigation Regime and Plant Population Density. *HortScience*, 29(2), 71–73.
- SmartSOIL. (2015). SmartSOIL Factsheet: Increasing Soil Organic Matter Through Improved Crop Rotation. http://smartsoil.eu/fileadmin/www.smartsoil.eu/WP5/Factsheets/SmartSOIL_factsheet_crop-rotations.pdf
- Tadross, M., Randriamarolaza, L., Rabefitia, Z., & Yip, Z. K. (2008). *Climate change in Madagascar; recent past and future*.
- Torquebiau, E. (2015). *Changement climatique et agriculture du monde*. Quae éditions.
- UNDP, Région Sud Ouest, & Sarandra. (2009). Monographie Région Atsimo Andrefana.
- WFP, Unicef, ONN, & Ministère de la Santé. (2011). *Comprehensive Food and Nutrition Security and Vulnerability Analysis (CFSVA+N). Rural Madagascar. Full report*. [http://www.wfp.org/sites/default/files/MAG 2010 CFSVA+N_Full report_English.pdf](http://www.wfp.org/sites/default/files/MAG%202010%20CFSVA+N_Full%20report_English.pdf)
- WHO. (2015). *Guidelines for the treatment of Malaria. Third edition*.
- WWF. (2012). Réglementation de la filière Bois Energie dans la Région Atsimo Andrefana.

Annexe 1 – Coton et changement climatique : Aperçu de la littérature

Le changement climatique peut avoir des impacts à la fois positifs et négatifs pour une culture. Les relations de cause à effet sont complexes et il est difficile d'estimer de manière générale si les effets nets seront positifs ou négatifs. Afin d'avoir une idée du spectre des conséquences pour un contexte local, il est important de comprendre les interrelations du système. Figure 28 résume le spectre des possibles conséquences du changement climatique pour la culture du coton. L'illustration montre une cause du changement climatique (augmentation de la concentration de CO₂), trois conséquences (une augmentation de la température, une modification des régimes pluviométriques et une augmentation de la fréquence des événements extrêmes) et trois dimensions des impacts pour le coton (un changement au niveau des besoins d'inputs agricoles, une modification du rendement en termes de quantité et un changement de la qualité du produit). Ces derniers facteurs influencent directement le revenu des producteurs. Des précisions supplémentaires pour chaque lien illustré dans la Figure 28 sont présentées dans le Tableau A 1.

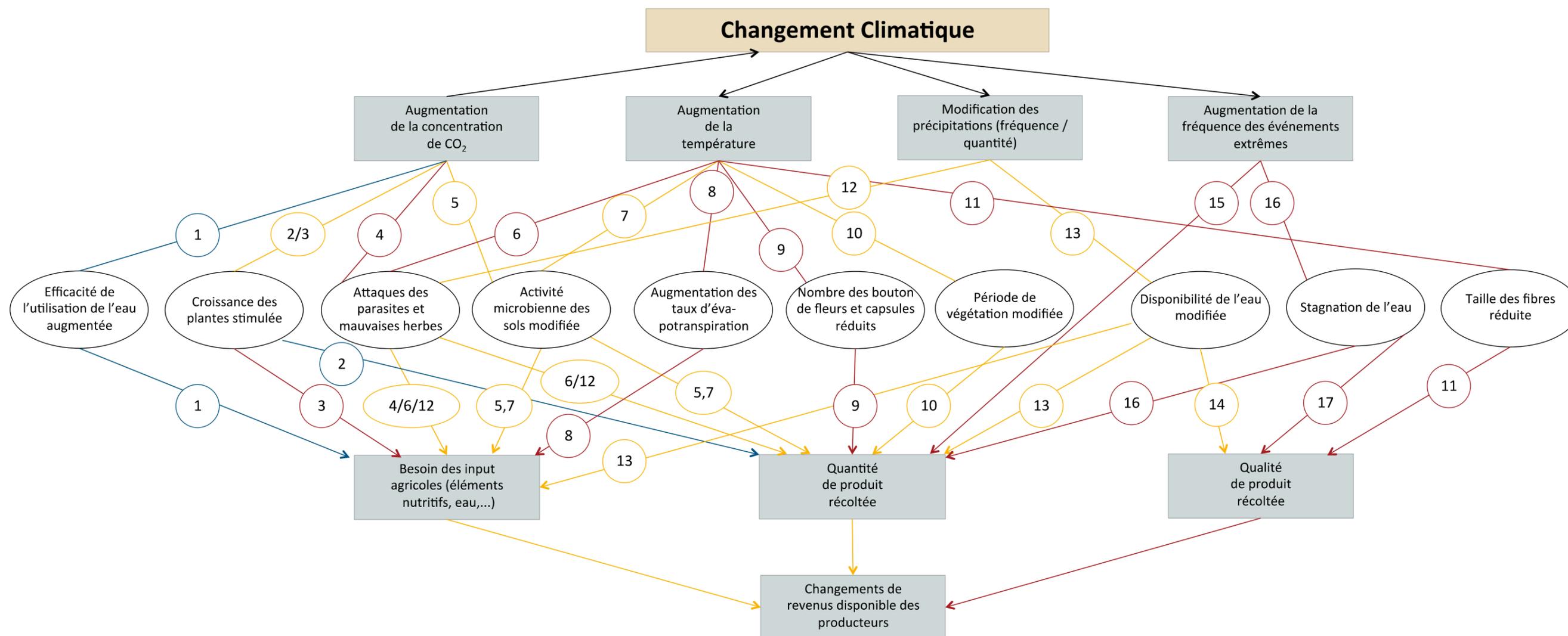


Figure 28: Conséquences possibles du changement climatique. Les flèches rouges marquent une détérioration, les flèches bleues une amélioration et les flèches jaunes un changement qui peut être positif ou négatif. La numération se rapporte aux détails présentés dans le tableau ci-dessous. L'illustration est basée sur des informations tirées de trois études : Bange et al. (2016), ITC (2011) et Silvertooth (2001)

Tableau A 1: Explications des interrelations entre le changement climatique et la culture du coton illustrées ci-dessus (Figure 28). CC : Changement climatique ; Ref.: Numéro de référence par rapport à la Figure 28 ; p: positif; n: négatif. Sources : Bange et al. (2016), ITC (2011), Silvertooth (2001), Getzin (1981), Guthrie (1950) et Edwards (1973)

Dimension du CC	Ref.	Explication	Effet
Augmentation de la concentration de CO ₂	1	La transpiration est réduite (à cause d'une réduction de la conductance stomatique), par conséquent les besoins en eau diminuent. Cependant, bien que les plantes améliorent leur efficacité de l'utilisation de l'eau, la transpiration au niveau de la couverture végétale peut augmenter à cause d'une augmentation de la taille du parachute. En plus, si en même temps les températures augmentent, l'effet net pourrait être négatif.	p
	2	Des concentrations plus élevées de CO ₂ augmentent le taux photosynthétique des feuilles. Par conséquent, la croissance et le rendement peuvent être améliorés.	p
	3	Une croissance accrue (voir Ref. 2) peut entraîner une augmentation de la demande en intrants (p.ex. nutriments et eau).	n
	4	Une augmentation des concentrations de CO ₂ pourrait fournir aux mauvaises herbes un avantage concurrentiel, ce qui mène à des exigences accrues en pesticides.	n
	5	L'augmentation de la quantité de CO ₂ dans l'atmosphère entraîne les stocks de carbone souterrain. Par conséquent, l'activité microbienne peut être stimulée, mais en même temps la disponibilité de l'azote pourrait être limitée. Cela concerne tant les besoins des inputs agricoles (p.ex. engrais) que le rendement.	p ou n
Augmentation de la température	6	La température affecte directement le développement des insectes (cycle de reproduction, survie etc.). La progression du changement climatique sera suffisamment lente, donnant aux insectes le temps de s'adapter. Le contrôle des ravageurs et maladies pourrait devenir moins efficace à cause d'une plus grande perte des produits chimiques. En général, la perte de pesticides dans le sol est due à la dégradation chimique, la décomposition bactériale et à la volatilisation. Tous ces processus sont généralement accélérés à haute température. La solubilité des pesticides augmente en fonction de la hausse de la température, entraînant ainsi un plus grand lessivage. Concernant la toxicité des pesticides en fonction de la température, il y a deux groupes de produits chimiques : Ceux avec une toxicité élevée à une température croissante (p. ex. composés fluorés) et ceux avec une toxicité élevée à une température décroissante (p.ex. pyrethrum).	n
	7	Une hausse de température peut changer la composition et l'activité de la communauté microbienne du sol. Cela concerne tant les besoins des inputs agricoles (p.ex. engrais) que le rendement.	p ou n
	8	Une hausse des températures augmente le taux de la transpiration des feuilles. Par conséquent, plus d'eau est requise.	n
	9	La température détermine le développement et la croissance des cultures. Bien que la plante du coton demande des températures élevées, les meilleurs rendements ne sont pas obtenus sous des régimes très chauds. Des températures élevées peuvent provoquer une réduction des branches fruitières. En plus, la rétention des capsules diminue considérablement sous de hautes températures. Cependant, il n'est pas possible de déterminer une seule température optimale, car ça dépend du cultivar, de la phase de développement de la plante etc.	p ou n
	10	La température influence la durée de la période de végétation.	p ou n
	11	Des périodes de hautes températures prolongées ont un impact négatif sur la longueur des fibres	n
Modification des régimes pluviométriques	12	Il a été signalé que les régions qui seront exposées aux conditions climatiques plus humides seront plus susceptibles aux ravageurs et maladies, et vice versa. Cela a une influence sur le rendement et les besoins en pesticides.	p ou n
	13	L'un des principaux obstacles pour la croissance et la productivité du coton est le déficit en eau. Selon la région, les niveaux de la précipitation peuvent augmenter ou diminuer avec le changement climatique. La disponibilité de l'eau influence le rendement et les besoins en eau.	p ou n
	14	Après la variété, la disponibilité d'eau est le principal facteur qui influence la longueur des fibres. La longueur des fibres peut être réduite autant par un stress hydrique que par la météorisation suite à des précipitations fortes ou prolongées au moment de l'ouverture des capsules. La météorisation peut également réduire la solidité de la fibre. Inversement, des conditions hydriques améliorées augmentent la qualité de la fibre.	p ou n
Augmentation de la fréquence des événements extrêmes	15	Sécheresse : Un déficit en eau a un impact négatif sur le rendement : la fructification est perturbée, la taille des capsules peut être réduite et une perte des fruits peut se produire. Les effets d'une sécheresse dépendent de la durée, la sévérité et du stade de croissance où a lieu la sécheresse.	n
	16	L'occurrence des précipitations extrêmes peut provoquer une stagnation de l'eau. Par conséquent les racines sont endommagées et la croissance végétale réduite.	n
	17	Des précipitations extrêmes peuvent entraîner l'érosion des sols et ainsi réduire la longueur et la stabilité des fibres.	n

Annexe 2 – Définition de la sécheresse

La sécheresse est un danger naturel à évolution lente : les effets d'une sécheresse mettent souvent plusieurs semaines ou plusieurs mois à se faire sentir. En général, on distingue trois types de sécheresse (Nations Unies, 2011; OMM, 2006) :

- La **sécheresse météorologique** qui est habituellement définie comme un déficit de précipitation par rapport à la moyenne à long terme de précipitations observée. Ainsi, la sécheresse est un état relatif qui peut se produire aussi bien dans des zones humides que dans des zones à faibles précipitations. Les différents pays et institutions utilisent de différents seuils (p.ex. 75% de la précipitation normale) et durée (p.ex. six mois) pour définir une sécheresse météorologique.
- La **sécheresse agricole** se produit lorsque l'humidité du sol ne suffit pas pour couvrir les besoins des cultures et des pâturages. Cela ne dépend pas seulement de la quantité de pluie, mais aussi de la pente, de la culture, de la structure du sol et sa capacité de retenir l'eau et de l'intensité des précipitations.
- La **sécheresse hydrologique** se caractérise par une diminution des niveaux d'eau dans les lacs, les fleuves, les réservoirs, les cours d'eau et la nappe phréatique, ayant ainsi un impact sur les activités non agricoles (p. ex. production d'énergie, la consommation d'eau en zones urbaines, la conservation des écosystèmes etc.).

Une étude du WFP a évalué la **fréquence des sécheresses météorologiques** à Madagascar. Pour cela, la précipitation saisonnière de 1995/1996 à 2009/2010 a été comparée avec la moyenne à long terme. Pour la zone d'intervention de HELVETAS, des sécheresses modérées ont été constatées pour les saisons 2002/2003, 2005/2006, 2007/2008 et des sécheresses sévères pour les saisons 2003/2004 et 2009/2010. L'étude a affirmé que les conséquences de la sécheresse pour les rendements agricoles (→ **sécheresse agricole**) sont beaucoup plus graves pour les régions avec de faibles pluies, comme dans le sud et le sud-ouest du pays. Pour quantifier l'impact des sécheresses sur l'agriculture, l'étude a comparé les précipitations entre 1995 et 2010 avec le besoin en eau de deux différentes cultures : le maïs et le manioc. Pour le maïs, les pluies de la zone d'intervention de HELVETAS sont souvent en dessous des besoins de la culture (WFP et al., 2011, p. 80ff).

Pour le **coton pluvial**, il est dit que la culture ne peut se développer que dans les régions où les précipitations annuelles moyennes dépassent 700 mm (ITC, 2011, p. 10). Cette quantité moyenne est atteinte dans certaines parties de la zone d'étude (se référer à la Figure 7, page 15).

Annexe 3 – Les ravageurs

Les attaques parasitaires concernent essentiellement la culture du coton et dans une moindre mesure le pois du cap. L'Artemisia n'est généralement pas infestées par des ravageurs.

Les principaux **ravageurs du cotonnier** dans la région Atsimo Andrefana sont : Spodoptera littoralis, Helicoverpa (Heliothis armigera / viescens), Earias (biplaga / insulana), Jassides (Jacobiella fascialis), Aphis gossypii (Pucerons), Cochenilles gossypii, Dysdercus spp, Tetranychus neocaledonicus acariens, Acrocerpos & Bucculatrix, Xanthodes g. Cosmophila f (HELVETAS et al., n.d.).

Les pesticides qui sont utilisés en ce moment comprennent (entre autres) Acetamipride, Carbosulfan, Profonofos, Cypermethrine, Lamda-cyhalo, Thiodicarb, Emmamectine, Dimethoate et Chlorpyrifos.

Annexe 4 – Priorisation des mesures d'adaptation

Le Tableau A 2 indique la priorisation des mesures d'adaptation par rapport aux critères suivants : Efficacité, coût, faisabilité et durabilité. Cette évaluation est basée sur les informations que nous avons reçues par tous les acteurs et a été faite en collaboration avec l'équipe de HELVETAS à Tuléar.

Tableau A 2: Possibles mesures d'adaptation au changement climatique

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
	0) Inefficace 1) Efficace 2) Très efficace	0) Coûts élevés 1) Coûts moyens 2) Coûts faibles	0) Pas faisable 1) Faisable 2) Tout à fait faisable	0) Faible 1) Moyen 2) Élevé		
Diversification génétique	1 Augmentation de la résilience	1.5 Semences éventuellement plus chers	1 Le nombre de variétés de qualité et adaptées au climat est limité	2	Coton : Homogénéité des propriétés de la fibre doit être assurée	5.5
Diversification culturale	1 Distribution des risques	1.5 Les coûts pour la main d'œuvre pourraient augmenter	2 Les producteurs cultivent déjà plusieurs cultures	2		6.5
Réduction de la surface individuelle cultivée	2 Meilleur entretien de la surface	2	1.5 Barrière : Les opérateurs incitent les producteurs à augmenter les surfaces cultivées	2		7.5
Mise en place des assurances agricoles	1 Limité à la culture assuré et au risque couvert	1 Coûts réguliers	0.5 L'intérêt des producteurs pourrait être faible ; Risque pourrait être trop grand (→ prix)	2	Selon un agronome de la FAO, des essais correspondants étaient sans succès	4.5
Sensibilisation sur la gestion des ressources naturelles et le CC	0.5 Impact indirect	1	1 Disponibilité de financement et capacités pour des campagnes limitée	2		4.5
Créer des sources de revenus alternatives moins sensibles au climat	2 Réduction de la vulnérabilité	0.5 Cela implique la création d'emplois et/ou des places de formation	1 Dépend des capacités et du marché de travail	2	Exemple : Utilisation des résidus agricoles pour la production de charbon	5.5

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
		et/ou le renforcement des compétences entrepreneuriales				
Soutenir et réaliser des politiques d'adaptation	1	0.5 Cela exige des projets à grande échelle	1 Instabilité du gouvernement	2		4.5
Stockage d'épargne	1 Réduction de la vulnérabilité	2	1 L'acceptation pourrait être limitée (méfiance)	2	Présence des banques dans les zones rurales?	6
Formation de coopératives	1 Partage de ressources et distribution de risques	2	1 Manque de motivation pour travailler en groupe	2	Y a-t-il des barrières administratives ?	6
Gestion durable de l'eau	1.5 à condition qu'il y ait de l'eau	1.5	2	2		7
Clôturer les champs afin d'éviter la destruction des canaux par les bœufs	1	1 Coûts pour clôturer les champs	1 Limité par les relations sociales (mal vu de ne pas laisser paître le bétail des autres)	1 Nécessite un entretien		4
Récupération des eaux de pluie	1	0.5 C'est moins cher d'exploiter la nappe phréatique	1 Disponibilité de financement et capacités techniques pourraient être limitée	2	Le système devrait retenir l'eau pendant plusieurs mois	4.5
Réhabilitation des canaux	1 Réduction des pertes d'eau ; à combiner avec des mesures pour augmenter la productivité et la gestion de l'eau	0.5	1 Disponibilité de financement limité ; Les bénéficiaires approuvent et désirent la réhabilitation des canaux	1 Nécessite un entretien		3.5
Implantation de systèmes goutte-à-goutte	2 Utilisation efficace de l'eau	0 Grand investissement	1 Disponibilité de financement et capacités techniques pourraient être limitée	1.5 Nécessite un entretien	Autant pour le coton que pour l'Artemisia la marge ne justifie pas un tel investissement	4.5

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
Implantation des systèmes d'irrigation avec des rouleaux	1.5 à combiner avec des mesures pour augmenter la productivité et la gestion de l'eau	0 Grand investissement	1 Disponibilité de financement et capacités techniques pourraient être limitée	1.5 Nécessite un entretien		4
Construction de forages et pompes à eau	1.5 Seulement en combinaison avec un bon système d'irrigation	0	1.5 Disponibilité de financement limitée	1.5 Risque de surexploitation		4.5
Construction de barrages	1 Dépend de la disponibilité d'eau ; à combiner avec des mesures pour augmenter la productivité et la gestion de l'eau	0	0.5 Disponibilité de financement pourraient être limitée	0.5 Conflits entre utilisateurs		2
Enfouissement des cultures légumineuses	1.5 Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	2	2	2 à condition qu'il n'y a pas de sur-fertilisation		7.5
Nettoyage du terrain	1.5 Disponibilité de l'eau pour la plante cultivée	2	2	2		7.5
Association Culturelle	1.5 Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	2	Artemisia (A) : 2 / Coton (C) : 1.5 Connaissances sur les bonnes combinaisons. Pour le coton : Risque qu'il y aura des résidus de pesticides sur l'autre culture	2	Il faut trouver les cultures optimales (p.ex. Artemisia-oignon)	A : 7.5 C : 7
Rotation des cultures	1.5 Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	2	2 Connaissances sur les bonnes combinaisons	2		7.5

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
Analyse du sol (éléments nutritifs)	1	0.5	2	2		5.5
Laisser le bétail paître	0.5 Mauvaise répartition du fumier Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	2	2	0 Compactage du sol, intoxication du bétail (pesticides), destruction des canaux		4.5
Utilisation de fumier naturel	1.5 Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	1 Coûts pour le transport et la main d'œuvre	0.5 L'utilisation du fumier est tabou (« fady »)	2 À condition qu'il n'y a pas de sur-fertilisation		5
Paillage / Mulching	1.5 Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	1 Beaucoup de travail	2	2	Disponibilité des matériaux pour le paillis	6.5
Réduction du travail du sol	1.5	2 Réduction de la main d'œuvre	1 Faisabilité (à court terme) limitée à cause d'un manque de base	2		7.5
Compost	1.5 Augmentation de la capacité de rétention d'eau des sols et de l'infiltration	1 Plus cher que l'engrais chimique (transport et main d'œuvre)	1 Disponibilité limitée	2	Production par les planteurs possible	5.5
Diffusion des informations agro-météorologiques et recommandations agricoles	1 Permet de mieux planifier la saison de culture (p.ex. choix de culture, date de semis)	2 Si on utilise les bulletins météorologiques existants	2	2	Trouver des moyens de diffusion propices	7

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
Installation des pluviomètres	0.5 Les bénéfices d'une meilleure base de données ne se manifestent qu'à long terme	1	1.5 Demande des connaissances pour l'extraction, la transmission et la gestion des données	2 L'entretien doit être garanti et la protection du matériel		5.5
Surveillance de la teneur en eau des sols	0.5 Permet à adapter l'irrigation, mais l'efficacité est limitée si l'eau n'est pas disponible	2 Il existe des techniques à coût faible	2	2		6.5
Surveillance en matières de distribution et d'utilisation de l'eau	0.5	1	2	2	Applicable seulement s'il existe un système de gestion de l'eau	5.5
Réduire le passage de bétail sur les champs (→compactage et destruction des canaux)	1	2 Réduction des coûts d'entretien des canaux et de la terre	1 Nécessite des réglementations sur le pâturage et/ou des clôtures sur des grandes surfaces	1 Conflits entre agriculteurs et éleveurs		5
Expansion des cultures vers le Sud	0.5 Un déplacement ne garantit pas des meilleurs rendements	1 Coût d'achat de terrain	1 La disponibilité de terrains est limitée et la situation foncière n'est pas bien réglée	0.5 Impact social dû à la migration humaine		3
Réduction de la densité des plantations (plus d'eau pour moins de plantes)	1	1.5 Revenu diminué par rapport à une culture intense	1 Acceptation pourrait être limitée	2		5.5
Agriculture réactive	1 Cela ne résout pas les problèmes mais les atténue	2	1 Il faut avoir des connaissances (p.ex. sur le temps)	1 On peut avoir le même problème l'année suivante		5

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
Recherche des variétés adaptées au climat	1.5 Le rendement et la qualité dépendent largement de la variété	1 Le coût dépend de la façon d'effectuer la recherche (p.ex. champ d'expérimentation, consultation des experts etc.)	2 Coton : Beaucoup d'expertise disponible au niveau mondiale Artemisia : Bionexx a son propre champ d'expérimentation	2	Le rendement et la qualité dépendent largement de la variété	6.5
Recherche sur les techniques culturales	1 Des années peuvent passer avant d'avoir des résultats	1	1 Difficultés de convaincre les producteurs à suivre les nouvelles techniques	2		5
Recherche sur l'impact de la sécheresse sur la qualité	1 Des années peuvent passer avant d'avoir des résultats	0	1	2		4
Établir une meilleure confiance entre les acteurs	1 Impact indirect ; efficace même pour les aléas non-climatiques	2	1.5 La concurrence entre les acteurs pourrait être une barrière	2 Assure un développement des filières		6.5
Protection des plantes contre les maladies	1.5 Impact indirect : meilleure utilisation de l'eau par les plantes saines	1	2	2		6,5
Espacer les jours d'irrigation	1 Augmente la résilience des plantes contre la sécheresse	2	1 À condition de la disponibilité de l'eau et d'une meilleure gestion	2		7
Recherche sur les liens entre CC et ravageurs	1 Des années peuvent passer avant d'avoir des résultats	0	2	2		5
Coordination entre les producteurs pour appliquer les pesticides simultanément	2	2	2	1 Impact des pesticides sur l'environnement		6

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
Coordination entre les acteurs pour le traitement	2	2	0.5 Coton : Concurrence et méfiance entre les opérateurs	1 impacts env. des pesticides		C : 5.5
Production de bio-pesticides	1 Seulement efficace si appliqué d'une manière ciblée et systématique	2	1 Connaissances requises sur la production et l'application	2		6
Expansion de lutte antiparasitaire intégrée	1.5	1 il y a toujours des coûts pour les pesticides	2	1 impacts env. des pesticides		5.5
Traitement généralisé	2	1 Sans l'appui de l'État, les coûts sont considérables	1 Demande un grand niveau d'organisation de la filière	1 Surutilisation de pesticides		5
Expansion de plantes pièges (ex : tournesol contre l'hélicoverpa)	1	2	1 Il faut avoir des connaissances sur les mécanismes (quelles plantes utiliser)	2	Connaissances sur les plantes à utiliser	6
Pièges à ravageurs	1	1	1 Dépend de la disponibilité	2	Exemple : phéromone contre l'hélicoverpa	
Culture des plantes exerçant un effet répulsif sur les ravageurs	1	2	1 Connaissances requises sur les plantes répulsives	2		6
Promotion des ennemis naturels des nuisibles en fournissant des habitats	1	2	1	1.5 À condition qu'il n'y pas d'effets secondaires négatifs		5.5
Réduire le stress des végétaux (Réduction de la sensibilité aux ravageurs)	1 Impact indirecte	Pas applicable : cela dépend de la situation	Pas applicable : voir autres mesures	Pas applicable : voir autres mesures		Pas app.

Mesures d'adaptation	Efficacité	Coût	Faisabilité	Durabilité	Autres considérations	Σ
Transformation des vieux cotonniers en compost	1.5 Les hautes températures du compostage détruisent les ravageurs – mais il y aura quand même des attaques parasitaires	1	1.5 Augmentation du travail (main d'œuvre)	2		6
Jachères	1.5 Affamer les ravageurs – mais il y aura quand même des attaques parasitaires lors de la prochaine culture	1 Perte de récolte	1	1		4.5
Reboisement et/ou Brise-Vent	1 Effet positif seulement à long terme	2	1.5 Disponibilité pour financement pourrait être limitée	2	Utiliser des arbres adaptés et avec des différentes fonctions	6.5
Réduction du déboisement	1	1.5	1	2	p.ex. fournir des alternatives à faible prix au charbon	5.5
Sensibilisation pour la lutte contre le feu de brousse	1	1	1 Disponibilité de financement et ressources humaines pour les campagnes de sensibilisation pourrait être limitée	2	Créer des sources de revenu alternatives	5

Annexe 5 – Cartes

La Figure 29 et la Figure 30 montrent deux cartes de l’Atlas de la Région Atsimo Andrefana. Au moment de la rédaction du présent rapport, l’Atlas n’a pas encore été publié, mais ces deux cartes nous ont été aimablement données par S. Kreidewolf de la GIZ.

Les principales cultures selon leur superficie

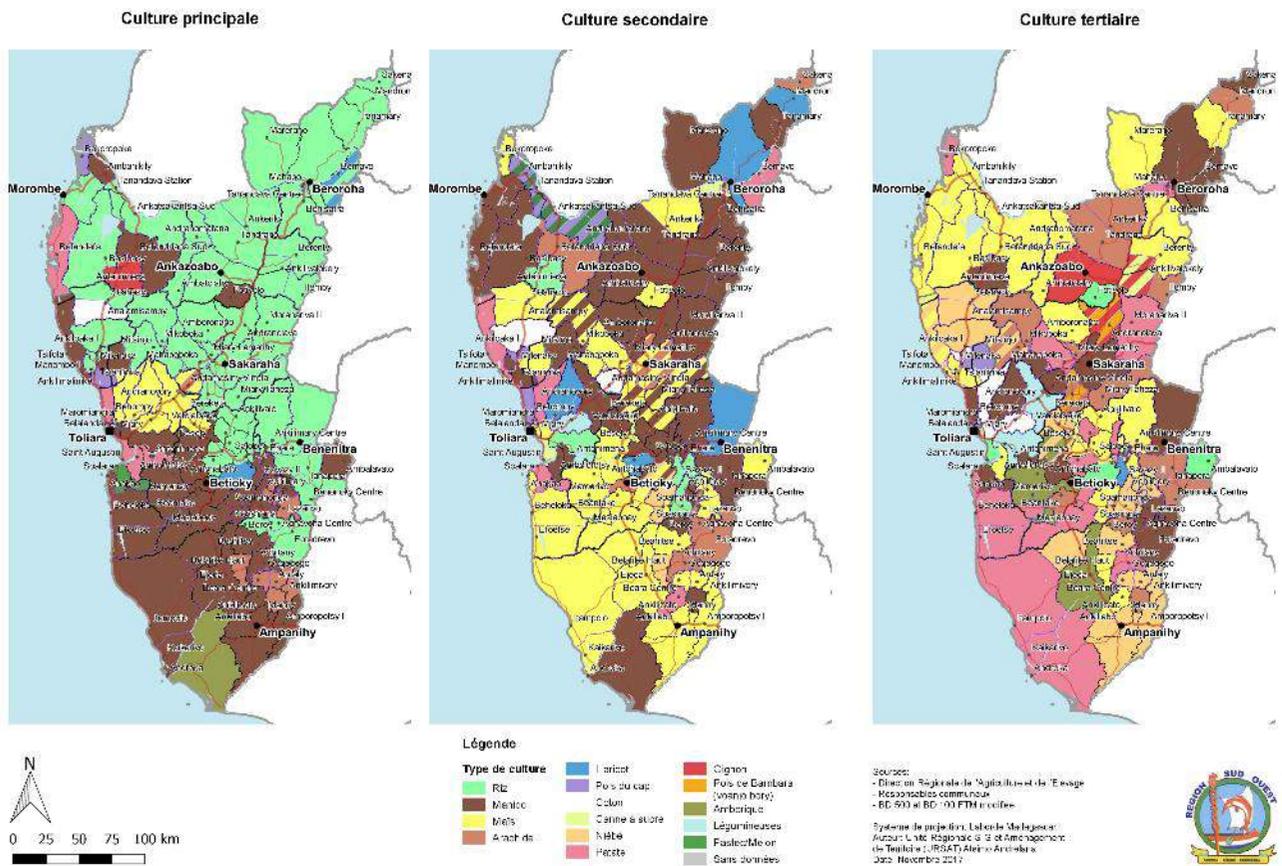
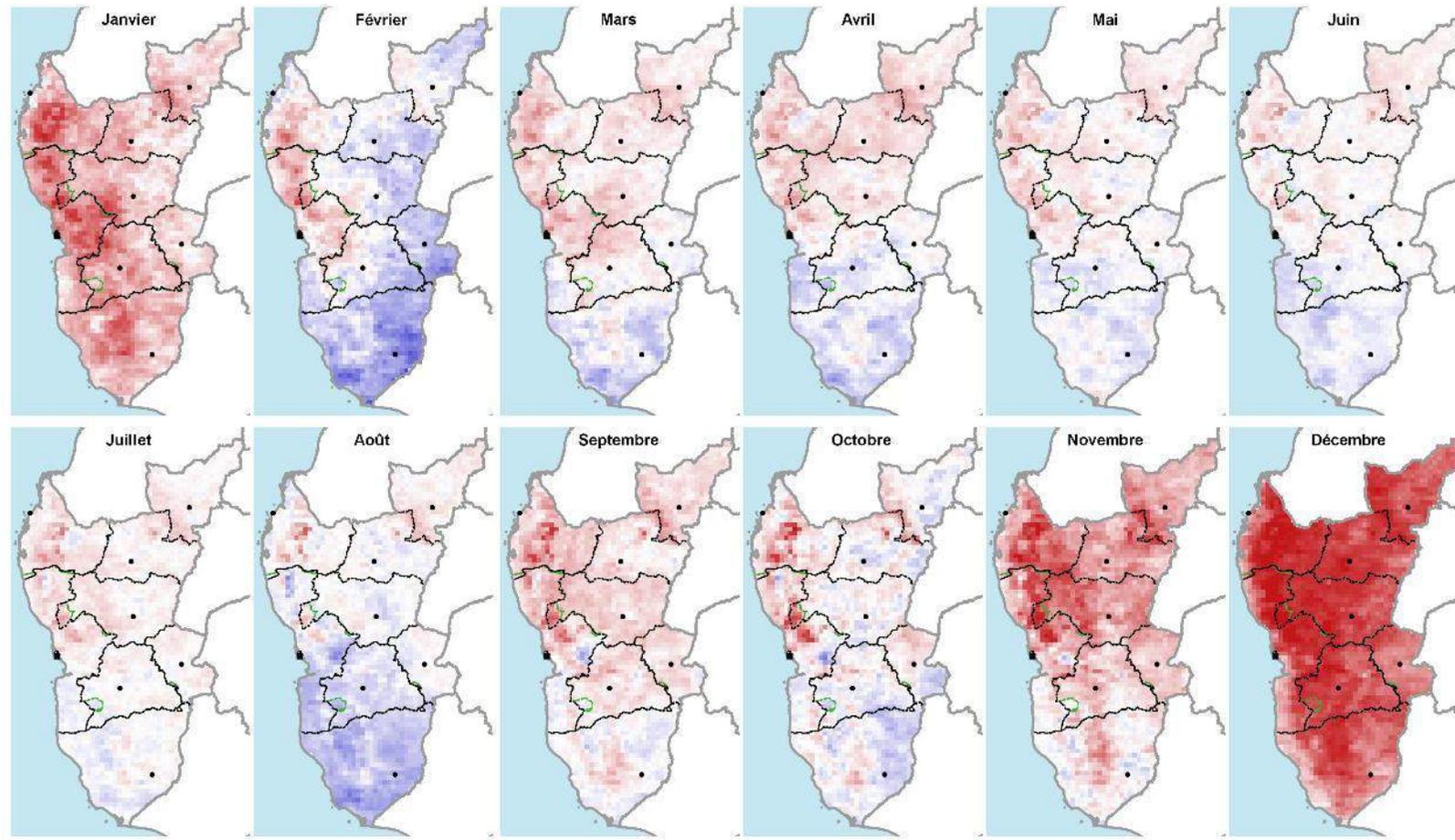
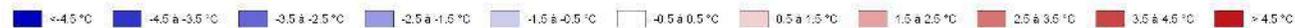


Figure 29: Les principales cultures selon leur superficie. Source: Atlas de la Région Atsimo Andrefana (2017)



Légende

Tendances des changements de la température diurne du sol en 10 ans (regressions linéaires basées sur les données MODIS, fournis par l'université de Hambourg, de février 2000 à décembre 2015)



Source: Z. Wan, S. H. G. Huley (2015) MOD11C1: MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity Daily L3 Global 0.05 Deg CMG V008. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. doi.org/10.5067/MODIS-MOD11C1.005_sstabilisé_en_format.netCDF_par_l'Integrated_Climate_Data_Center_(ICDC); Université de Hambourg, Hambourg, Allemagne. Traitement par URSAT. Système de projection: Laborde Madagascar. Auteur: URSAT Atsimo Andrefana. Date: Novembre 2017.

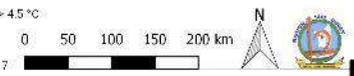


Figure 30: Tendances des changements de la température diurne du sol en 10 ans. Source: Atlas de la Région Atsimo Andrefana (2017)