



# Etude approfondie des systèmes de production agricole dans la Région Atsimo Andrefana – Madagascar

-

## Rapport final de recommandations (L4) pour renforcer la rentabilité et pérennité des systèmes de production

Coordination nationale du projet Pôles intégrés de croissance et corridors (PIC2)

Immeuble ex-Maison de la Réunion

2<sup>ème</sup> Etage–Isoraka

101 – Antananarivo Madagascar

Mars 2020



## Table des matières

---

Acronymes.....	3
Liste des figures .....	4
Synthèse.....	6
1. Cadrage de la 2 <sup>nd</sup> e phase de l'étude - Recommandations .....	8
2. Reco 1 - Système d'alerte précoce des pestes/ravageurs.....	10
2.1. Enjeux et objectifs .....	10
2.2. Actions proposées .....	12
2.3. Acteurs ciblés et dimensionnement .....	16
3. Reco 2 – Meilleure valorisation de l'eau pluviale .....	18
3.1. Enjeux et objectifs .....	18
3.2. Actions proposées .....	18
3.3. Acteurs ciblés et dimensionnement .....	21
4. Reco 3 - Renforcement de l'offre en crédit de campagne.....	24
4.1. Enjeux et objectifs .....	24
4.2. Actions proposées .....	25
4.3. Acteurs ciblés et dimensionnement .....	27
5. Reco 4 - Renforcement de l'offre en crédit d'équipement.....	29
5.1. Enjeux et objectifs .....	29
5.2. Actions proposées .....	30
5.3. Acteurs ciblés et dimensionnement .....	31
6. Reco 5 – Renforcement des capacités techniques des EA .....	34
6.1. Enjeux et objectifs .....	34
6.2. Actions proposées .....	35
6.3. Acteurs ciblés et dimensionnement .....	38
7. Reco 6 – Appui à la diversification de la production des EA.....	39
7.1. Enjeux et objectifs .....	39
7.2. Actions proposées .....	41
7.1. Acteur ciblés et dimensionnement .....	44
Annexe 1. Effets sur homme / faune / flore des produits phytosanitaires courants ..	46
Annexe 2. Techniques pour mieux valoriser l'eau pluviale .....	47
Rappel du contexte : quelle disponibilité en eau pour l'agriculture ? .....	47
Rappels sur le bilan hydriques des cultures .....	49
Techniques dites de « Gestion durable des terres » (GDT).....	50
Techniques de collecte d'eau pluviale et d'irrigation d'appoint .....	54
Annexe 3. Préférences des paysans en termes de cultures .....	60

## Acronymes

---

A-A	Atsimo Andrefana
AIC	Agriculture intelligente face au climat
Ar	Ariary
BNGRC	Bureau national de gestion des risques et catastrophes
BNM	Bureau des normes malgache
CABIZ	Centres d'agribusiness
CECAM	Caisses d'épargne et de crédit agricole mutuels
CEP	Compte d'exploitation prévisionnel
CIC	Conseil interprofessionnel du coton
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CTHA	Centre technique horticole d'Antananarivo
DEFIS	Développement des filières agricoles inclusives (projet)
DPV	Direction de la protection des végétaux
EA	Exploitation agricole
FITAME	Fédération des paysans du Menabe
FOB	<i>Free On Board</i> (Franco à bord)
FOFIFA	Centre national de recherche appliquée au développement rural
GCV	Grenier communautaire villageois
GDT	Gestion durable des terres
hj	homme-jour
IICA	Institut interaméricain de coopération pour l'agriculture
IMF	Institution de microfinance
INDOCAFE	Institut dominicain du café
ITK	Itinéraire technique cultural
MAEP	Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche
MAr	Million d'ariary
MDP	Maison des paysans
PIC2	Projet Pôles intégrés de croissance et corridors
PRIASO	Projet de réhabilitation des infrastructures agricoles de la Région Sud-Ouest
PTAM	Programme de transformation de l'agriculture malgache
PTBA	Programme de travail et budget annuels
PTF	Partenaire technique et financier
PV	Protection des végétaux
REEPS	Réservoir d'eau enterré plein de sable
RFU	Réserve en eau du sol facilement utilisable
SAP	Système d'alerte précoce
UE	Union européenne
USD	Dollar des Etats-Unis

## Liste des figures

---

Figure 1 - Synthèse de la typologie des EA échantillonnées, basée sur leur niveau de performance (auteur, 2019).....	9
Figure 2 - Traitements phytosanitaires recommandés par Tianli agri sur coton (PIC2, 2019).....	11
Figure 3 - Dégâts de jassides sur cotonniers dans la Région A-A en juin 2019 (crédit : B. BACHELIER - CIRAD).....	12
Figure 4 - Echelle de notation visuelle de l'incidence de la défoliation due à la <i>roya</i> (IICA? 2019) .....	14
Figure 5 - Code couleur du SatCafé, pour diffusion large des alertes (IICA, 2019).....	14
Figure 6 - Surcroît de recettes avec +10% de rendement pour les 50 EA échantillonnées (auteur, 2020).....	17
Figure 7 - Photo de zaï fraîchement préparé au Niger (crédit : Inter-réseaux, 2012) .....	19
Figure 8 - Cordon pierreux autour d'un champ de sorgho au Burkina (crédit : SOS Sahel, 2008) .....	19
Figure 9 - Demi-lunes fraîchement creusées au Niger (crédit : CILSS, 2014).....	19
Figure 10 - Schéma explicatif du fonctionnement d'un <i>bouli</i> (crédit : GTD, 2013).....	20
Figure 11 - Schéma explicatif du principe de foisonnement (ENERGIS FD, 2018).....	20
Figure 12 - Analyse coûts/bénéfices de la technique « demi-lunes » (auteur, 2020) .....	21
Figure 13 - Analyse coûts/bénéfices de la technique « REEPS » (auteur, 2020).....	22
Figure 14 - Données clefs sur l'offre de crédit agricole dans la Région A-A en 2014 (HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014) .....	25
Figure 15 - Les étapes d'un crédit warrantage ( <a href="http://www.findevgateway.org">www.findevgateway.org</a> ).....	26
Figure 16 - Simulation du coût unitaire du crédit de campagne bonifié et de l'endettement lié (auteur, 2020) .....	27
Figure 17 - Simulation du coût total du crédit de campagne bonifié (auteur, 2020) .....	27
Figure 18 - Synthèse gain/coûts de la Reco 3 - Crédit de campagne bonifié (auteur, 2020).....	28
Figure 19 - Simulation du coût unitaire du crédit d'équipement bonifié et de l'endettement lié (auteur, 2020) .....	32
Figure 20 - Synthèse gain/coûts pour l'activité crédit zébu de la Reco 4 (auteur, 2020) .....	33
Figure 21 - Principales contraintes agricoles identifiées par les EA (auteur, 2019).....	34
Figure 22 - Rotations types chez les 50% d'EA ne pratiquant pas la monoculture (auteur, 2019) .....	35
Figure 23 - Schéma conceptuel de l'agriculture intelligente face au climat (FAO, 2017).....	37
Figure 24 - Synthèse des charges, recettes et marges des principales cultures de la zone (auteur, 2019) .....	39
Figure 25 - Préférences des paysans en termes de cultures (auteur, 2019).....	40
Figure 26 - Quantités et coûts des semences améliorées de pois du cap, de A1 à A4 (auteur, 2020).....	45

Figure 27 - Caractéristiques-clefs des principaux pesticides utilisés dans la zone d'étude (auteur, 2019).....	46
Figure 28 - Cartographie de l'aridité dans la Région A-A (BD 500 FTM Météo - ONE, 2007).....	47
Figure 29 - Historiques de pluvio. et température min et max sur 30 ans à Tuléar (Meteoblue, 2019).....	48
Figure 30 - Diagramme 1980-2016 des quantités de pluie moyenne à Tuléar (weatherspark.com, 2020).....	48
Figure 31 - Schéma explicatif du bilan hydrique (www.naio-technologies.com, 2020).....	49
Figure 32 - Relation entre la texture du sol et sa RU (www.naio-technologies.com, 2020).....	49
Figure 33 - Variation des besoins en eau du coton selon son développement (Min. coopération, 1993).....	50
Figure 34 - Photo de zaï fraîchement préparé au Niger (crédit : Inter-réseaux, 2012).....	52
Figure 35 - Photo de parcelle avec zaï et cordon pierreux au Burkina (crédit : SOS Sahel, 2013).....	52
Figure 36 - Cordon pierreux autour d'un champ de sorgho au Burkina (crédit : SOS Sahel, 2008).....	53
Figure 37 - Cordon pierreux de type muret au Burkina (crédit : UNDP, 2011).....	53
Figure 38 - Demi-lunes fraîchement creusées au Niger (crédit : CILSS, 2014).....	54
Figure 39 - Reprise de végétation sur demi-lune après 6 ans – Niger (crédit : RECA, 2013).....	54
Figure 40 - Creusage d'un <i>bouli</i> traditionnel (crédit : GTD, 2013).....	55
Figure 41 - Schéma explicatif du fonctionnement d'un <i>bouli</i> (crédit : GTD, 2013).....	55
Figure 42 - Vue aérienne d'un <i>bouli</i> maraicher collectif (crédit : GTD, 2013).....	55
Figure 43 - Schéma d'implantation d'un <i>bouli</i> collectif (crédit : GTD, 2013).....	55
Figure 44 - Schéma explicatif du principe de foisonnement (ENERGIS FD, 2018).....	56
Figure 45 - Photos des étapes de montage d'un REEPS de 100 m <sup>3</sup> utile (ENERGIS FD, 2018).....	56
Figure 46 - Schéma d'implantation d'un REEPS « fahiry » (ENERGIS FD, non daté <sub>a</sub> ).....	57
Figure 47 - Schéma d'implantation d'un barrage inféroflux avec BIPEDS (ENERGIS FD, non daté <sub>b</sub> ).....	57
Figure 48 - Schéma d'implantation d'un barrage intéroflux maçonné (ENERGIS FD, non daté <sub>b</sub> ).....	58
Figure 49 - Coûts comparés de différents systèmes de stockage d'eau (ENERGIS FD, non daté <sub>b</sub> ).....	58
Figure 50 - Estimation des surcoûts pour l'irrigation d'appoint et de la hausse de production nécessaire pour amortir ces surcoûts, pour quelques cultures pluviales (auteur, 2020).....	59
Figure 51 - Préférences des paysans en termes de cultures (auteur, 2019).....	60
Figure 52 - Préférences des paysans concernant les cultures « traditionnelles » (auteur, 2019) -.....	61
Figure 53 - Opinions des paysans sur l'artemisia (auteur, 2019).....	62
Figure 54 - Opinions des paysans sur le moringa (auteur, 2019).....	62

## Synthèse

Reco	Enjeux	Actions	Acteurs / filières	Coûts (dont PIC2)
<b>Reco 1 - Système d'alerte précoce (SAP) des pestes et ravageurs</b>	Avec le manque d'eau, la forte pression des pestes et ravageurs est l'une des 2 principales contraintes perçues par les EA (80% des EA). Ces pestes et ravageurs : (i) ont potentiellement de forts impacts sur la santé humaine ; (ii) ont de forts impacts sur les rendements de la plupart des cultures pluviales ; (iii) Occasionnent des coûts importants pour l'achat et la pulvérisation de pesticides (20% des charges des EA, en moyenne), avec résultats incertains (inadéquation des matières actives, dates, doses, et manque de coordination entre EA).	A1.1 - Mise à jour de l'état des lieux sur les pestes/ravageurs dans l'aire d'opération du PIC2 A1.2 - Mise en place d'un SAP sur les pestes et ravageurs jugés critiques, en triangulant suivi des ravageurs, données climatiques et phénologiques (modélisation à plusieurs jours) A1.3 - Formation en PV des agents d'encadrement (CIC, DPV) et de prestataires privés de traitement A1.4 - Réflexion sur le business model du SAP et de la PV dans la zone, en vue de sa pérennisation	Toutes les EA sont concernées : pestes et ravageurs en hausse partout avec le CC  Toutes les filières sont a priori concernées, en premier lieu le coton très attaqué...à l'exception des rares filières qui semblent relativement épargnées (manioc et artémisia notamment)	Total = <b>2 465 MAr</b> (A1.1 = 151, A1.2 = 2 032, A1.3 = 282, A1.4= 0)  Opportunités pour PIC2 : <b>100% →</b> - AT de 2 317 MAr : état des lieux sur pestes/ravageurs (151 Mar), mise en place du SAP (2 032 MAr), formation d'agents d'encadrement et d'opérateurs en PV (134 MAr) ; - Subvention jeunes entrepreneurs pour les opérateurs de traitement : 148 MAr
<b>Reco 2 - Meilleure valorisation de l'eau pluviale</b>	Le « manque d'eau » (3 choses en fait : raccourcissement par 2 de la saison des pluies, augmentation de la variabilité spatiale et temporelle des pluies, arrêts inopinés des pluies pendant la saison pluvieuse) est une contrainte majeure, citée par 80% des EA : (i) Les rendements chutent pour certaines cultures ; (ii) Les pertes totales de récolte deviennent de plus en plus fréquentes ; (iii) La phase de labour devient un goulet d'étranglement pour les EA incapables de labourer seules leurs parcelles.	A2.1 - Tests de techniques de gestion durable des terres (GDT) pour accroître la réserve en eau facilement utilisable (RFU) : zaï, cordons pierreux ou bandes enherbées, demi-lunes A2.2 - Tests de techniques innovantes de collecte et stockage d'eau pluviale : Réservoir d'eau enterré plein de sable (REEPS), REEPS <i>Fahiry</i> , Barrage inféroflux (dans le lit des oueds) A2.3 - Recherche de cofinancements des PTF pour mise à l'échelle	EA peu performantes (80% n'ont que des parcelles de plateau) et moyennement performantes (44% n'ont que des parcelles de plateau)  Les filières concernées sont les cultures pluviales ayant un bon potentiel de réaction à l'irrigation : coton, h. mungo, niébé, etc.	Total → <b>888,5 Mar</b> (A2.1 = 3,5 MAr, A2.2 = 885 MAr, A2.3 = sans coût)  Opportunités pour PIC2 : <b>100% →</b> AT de 888,5MAr pour des tests de techniques de GDT (30 sites de 0,5 ha : 3,5 MAr), de REEPS (10 sites de 0,2 ha : 607 MAr) et de barrage inféroflux (1 site de 2 ha : 278 MAr).
<b>Reco 3 - Renforcement de l'offre en crédit de campagne</b>	Pour financer leurs charges de production, les EA sont limitées : (i) Leur trésorerie provient en grande partie des activités agricoles et d'élevage, les autres sources de revenus étant souvent marginales, (ii) La trésorerie des EA est au plus bas en période de soudure (peu de culture de contre-saison, peu de revenus alternatifs), alors que besoins sont élevés (intrants et contrats de main d'œuvre), (iii) l'offre de crédit formel est inadapté (volume insuffisant, conditions jugées réhibitrices).	A3.1 - Sélection d'une IMF et logement d'une ligne de crédit bonifié A3.2 - Renforcement et diversification du cautionnement innovant de type warrantage A3.3 - Renforcement des capacités des gestionnaires et élus de l'IMF avec une AT perlée A4.4 - Recherche de cofinancements des PTF pour mise à l'échelle	EA peu performantes (3 fois moins de main d'œuvre externe que la moyenne) et moyennement performantes (1/3 de moins de main d'œuvre externe que la moyenne)  Toutes les filières sont a priori concernées, le crédit de campagne ayant vocation à financer toute l'EA.	Total → <b>1 306 MAr</b> . A3.1 = 1 004 MAr, A3.2 = sans coût (intégré dans A3.3), A3.3 = 302 MAr, A3.4 = sans coût  Opportunités pour PIC2 → -. Pas d'intérêt pour les activités de crédit (conclusion des échanges avec le Coordonnateur du PIC2).



<p><b>Reco 4 - Renforcement de l'offre en crédit d'équipement</b></p>	<p>Les semis des cultures pluviales sont concentrés sur 1 mois. Il est donc crucial de pouvoir labourer rapidement en année « normale », à plus forte raison les années où le démarrage des pluies est légèrement retardé. Or, certaines EA manquent de zébus de labour et parfois aussi de charrues. Les 62% d'EA qui n'arrivent pas à labourer toutes seules l'ensemble de leurs terres sont défavorisées. En cultures pluviales, majoritaires, le labour « à temps » est donc un goulet d'étranglement pour ces EA...Et ce goulet se rétrécit avec les perturbations pluviométriques</p>	<p>A4.1 - Sélection d'une IMF et logement d'une ligne de crédit bonifié  A4.2 - Renforcement des capacités des gestionnaires et élus de l'IMF avec une AT perlée  A4.3 - Formation d'auxiliaires d'élevage pour améliorer l'entretien des zébus  A4.4 - Formation de prestataires de motoculteur et création de boutiques de pièces  A4.5 - Recherche de cofinancements des PTF pour mise à l'échelle</p>	<p>EA moyennement performantes (50% louent des zébus en plus des leurs) et bien performantes (23% louent des zébus en plus des leurs).   Pour le crédit zébus, les cultures pluviales (coton, grains secs, etc.) sont les premières concernées. Pour le crédit motoculteur, les cultures irriguées (riz, oignon) sont concernées.</p>	<p>Total → <b>1 192 MAr</b>. A4.1 = 535 MAr, A4.2 = 151 MAr, A4.3 = 212 MAr, A4.4 = 294 Mar, A4.5 = sans coût   Opportunités pour PIC2 → <b>461 MAr</b>. Pas d'intérêt pour les activités de crédit (conclusion des échanges avec le Coordonnateur du PIC2), mais possibilité de faire des subventions « jeunes entrepreneurs » pour auxiliaires d'élevage / gérant de boutiques d'intrants vétérinaire (212 MAr) et opérateurs de motoculteurs / gérants de pièces détachées (249 MAr).</p>
<p><b>Reco 5 – Renforcement des capacités techniques des EA</b></p>	<p>Le manque d'eau et les attaques de ravageurs sont perçus comme des contraintes par plus de 80% des EA. Face à ces contraintes fortes de production, les EA n'ont quasiment pas d'appui/conseil technico-économique, mis à part des messages techniques spécifiques sur le coton ou le riz de bas-fond. Des Groupements sont présents (32% des EA sont membres), mais semblent apporter peu d'appui à leurs membres. On constate par ailleurs qu'il y a très peu d'innovations dans la zone. Deux aspects étonnent en particulier : Associations et rotations très limitées ; Pratique marginale de la jachère.</p>	<p>A5.1 - Identification des besoins prioritaires en appui-conseil technico-économique  A5.2 - Recyclage des agents CIC en agro-écologie et agriculture intelligente face au climat  A5.3 - Mise en œuvre et suivi/actualisation des appuis  A5.4 - Réflexion sur le business model du conseil agricole en vue de sa pérennisation</p>	<p>EA moyennement et bien performantes (surfaces conséquentes ; capacité à mobiliser la main d'œuvre ; capacité à labourer sans prestataire) → approche PIC2 = appuyer les EA performantes et créer un effet d'entraînement auprès des autres EA   Toutes les filières sont a priori concernées, le conseil agricole ayant vocation à appuyer l'EA dans son ensemble</p>	<p>Total → <b>202 MAr</b>. A5.1 = sans coût, A5.2 = 202 MAr, A5.3 = sans coût, A5.4 = sans coût   Opportunité pour PIC2 → <b>202 MAr</b>. AT pour recyclage des agents CIC en agroécologie et AIC</p>
<p><b>Reco 6 – Appui à la diversification de la production des EA</b></p>	<p>Les cultures végétales sont pluviales en majorité et très peu diversifiées. Les EA sont donc très exposées aux effets du changement climatique. Contrairement à ce qu'on peut fréquemment observer dans des contextes similaires, la production n'est pas prioritairement orientée vers l'autoconsommation et la plupart des EA ont une appétence certaine pour des productions végétales vouées à être commercialisées, y compris à l'export.</p>	<p>A6.1 - Faire connaître aux EA les cultures d'export innovantes : moringa et artemisia   A6.2 - Appuyer la sélection massale de pois du cap sans <i>menamaso</i></p>	<p>EA moyennement et bien performantes (même raisonnement que pour Reco 5).   Filières ciblées : moringa et artemisia (A6.1), et pois du cap (A6.2). NB : les EA ciblées par l'A6.2 sont celles ayant des terres d'Eutric fluvisols sur Ambahikily</p>	<p>Total → <b>909 MAr</b>. A6.1 = 42 MAr, A6.2 = 867 Mar   Opportunité pour PIC2 → <b>475 MAr</b>. Promotion du moringa et de l'artémisia (42 MAr), <i>matching grant</i> avec un exportateur pour la sélection de semences de pois du cap sans <i>menamaso</i> (50% des 867 MAr</p>

## 1. Cadrage de la 2<sup>nd</sup>e phase de l'étude - Recommandations

---

Le Projet Pôles intégrés de croissance et corridors (PIC2) a été lancé en mars 2015. Le Projet PIC2 a pour objectif général de contribuer à la relance et à la croissance économique basée sur le développement du secteur privé dans trois Régions cibles : Diana au Nord, Atsimo Andrefana (A-A) au Sud-Ouest et Anosy au Sud de Madagascar.

Dans sa première phase 2015-2019 et dans le cadre de la sous-composante 2.4 « *Promouvoir le développement durable de l'agribusiness* », le Projet PIC2-1 a appuyé le développement de quatre filières d'agribusiness - coton, cacao, aquaculture et baie rose - sélectionnées pour leurs avantages comparatifs, leurs forts potentiels de marchés à l'exportation, leurs attraits pour des investissements privés, ainsi que leurs impacts potentiellement significatifs sur la réduction de la pauvreté.

Dans la Région A-A, le Projet PIC2-1 s'est surtout focalisé sur la filière coton : structuration des acteurs au sein du Conseil interprofessionnel du coton (CIC), encadrement technique et socio-organisationnel des producteurs (notamment mécanisation, intensification/certification dans le cadre de la *Better Cotton Initiative*, essai d'irrigation par forage), réformes réglementaires en vue d'assainir la filière, etc.

Cependant, la filière coton malgache traverse une grave crise depuis la fermeture de la société d'Etat en situation de monopole, le niveau technique des producteurs reste faible et l'agriculture pluviale en général est de plus en plus contrainte par les changements climatiques (sécheresse en particulier). C'est ce qui a incité le Projet PIC2-1 à démarrer un soutien à d'autres filières, notamment grains secs (pois du cap, niébé, etc.).

Conservant cette logique d'ouverture, le Projet PIC2-2 (seconde phase 2019-2023) se propose d'intervenir sur les filières suivantes dans la Région A-A : filière grains secs existantes ou filières innovantes (artémisia, stévia, moringa, ...), en rotation ou alternatives au coton.

A l'instar de ce qui a été réalisé par le Projet PIC2-1, le Projet PIC2-2 apporte des appuis « *soft* » (études de filières, dialogues sectoriels, mise à jour des réglementations et normes, structuration des acteurs, promotion des produits, etc.) et/ou « *hard* » (dotations en intrants et équipements, travaux d'infrastructures, cofinancements type « *matching grant* », subventions, etc.)

Ce contexte général étant brièvement rappelé, les livrables (L) sont les suivants, pour les deux phases de l'étude, menée par un consultant du bureau d'études SalvaTerra en collaboration avec l'équipe du Projet PIC2-2 à Antananarivo et dans la Région A-A :

- Phase de diagnostic : cadrer la mission (L1) puis réaliser un rapport de diagnostic (L2) des systèmes de production agricole et pré-identifier les d'appuis pour améliorer les réponses aux besoins et/ou la rentabilité des exploitations agricoles (EA) ;
- Phase de recommandations : sur la base des éléments pré-identifiés dans la phase de diagnostic, sélectionner, hiérarchiser puis détailler des interventions possibles à mettre en œuvre par le Projet PIC2-2, dans un rapport préliminaire (L3), puis dans un rapport final (L4). NB : Il a par ailleurs été précisé, lors d'un échange téléphonique en juin 2019, que d'autres appuis, susceptibles d'être menés par l'Etat ou d'autres Partenaires techniques et financiers (PTF), pourront être identifiées, afin de compléter les appuis du Projet PIC2-2.

Dans le présent rapport final de recommandations, (i) on présente les enjeux et objectifs auxquels répond chaque recommandation, (ii) on présente de façon synthétique les actions proposées sous chaque recommandation, (iii) on indique à quel type d'acteurs chaque recommandation s'adresse et leur dimensionnement (gains, coûts) quand c'est possible.

Pour rappel, dans le rapport de diagnostic (L2), on a indiqué qu'une typologie des EA de la zone d'étude pourrait se baser sur 7 critères, de 3 grands types différents



- Des caractéristiques spatiales générales : fertilité des sols (sols globalement peu fertiles, sauf poche fertile d'*Eutric fluvisols* sur Ambahikily) disponibilité en eau (parcelles proches des cours d'eau, zone de bas-fond ou décrue, où peuvent être cultivées des cultures plus rentables et moins exposées au changement climatique) ;
- Des caractéristiques internes aux EA : taille du parcellaire, recours à la main d'œuvre externe (qui témoigne de l'orientation de l'EA : extensification vs intensification, en pluvial et/ou en irrigué pour ces dernières), disponibilité de zébus ;
- Des facteurs externes aux EA et au milieu physique : changement climatique (manque d'eau, attaques de ravageurs) et vols de zébus.

Il a été proposé une typologie basée sur 4 critères parmi les 7 précédemment cités : accès à l'eau, surface des parcelles, niveau des contrats de main d'œuvre, disponibilité en zébus de labour. Les 3 autres critères ne sont pas considérés : impacts du changement climatique et vols de zébus sont par nature aléatoires ; la fertilité des sols est relativement homogène, sauf cas particulier de la poche de sols alluvionnaires d'Ambahikily).

En pondérant ces 4 critères, on distingue 3 types d'EA : peu performantes (38%), moyennement performantes (36%) et bien performantes (26%).

Critères	EA peu performantes : 38%	EA moyennement performantes : 36%	EA bien performantes : 26%
Accès à l'eau	80% de ces EA n'ont que des parcelles de plateau	44% de ces EA n'ont que des parcelles de plateau	23% de ces EA n'ont que des parcelles de plateau
Surface	4,7 ha en moyenne, 2 fois moins que la moyenne générale	6,8 ha en moyenne, valeur proche de la moyenne générale	17,1 ha en moyenne, 2 fois plus que la moyenne générale
Main d'œuvre mobilisée	0,56 MAr/an en moyenne, 3 fois moins que la moyenne générale	1,20 MAr/an en moyenne, environ 2/3 de la moyenne générale	4,51 MAr/an en moyenne, 2 fois plus que la moyenne générale
Dispo en zébus	84% en location	5% en location	8% en location
	11% en location et en propre	50% en location et en propre	23% en location et en propre
	5% en propre	45% en propre	69% en propre

**Figure 1 - Synthèse de la typologie des EA échantillonnées, basée sur leur niveau de performance (auteur, 2019)**

NB : Sauf indication contraire, toutes les données chiffrées produites dans ce rapport sont issues du rapport de diagnostic. Dans le cas contraire, les références extérieures sont citées.

## 2. Reco 1 - Système d'alerte précoce des pestes/ravageurs

### 2.1. Enjeux et objectifs

#### → Une forte pression de pestes/ravageurs sur la plupart des cultures pluviales

Lors du diagnostic, il est apparu que les paysans se plaignent de nombreuses pestes/ravageurs, sur la plupart des cultures (à l'exception du manioc et de l'artémisia). Sans qu'il ait toujours été possible d'identifier précisément les pestes/ravageurs en question lors des échanges, il semble que les plus répandus soient les suivants :

- « Jassides » : Cette appellation englobe a priori différents insectes, la famille des Jassidés comprenant plus de 4 000 espèces. Cette famille est un sous-ordre des Homoptères et elle comprend une bonne partie des Cicadelles (cette dernière appellation recouvrant plusieurs taxons distincts). Les jassidés sont des piqueurs-suceurs et se nourrissent de la sève des plantes. Ils attaquent principalement le coton, mais font aussi des dégâts sur les grains secs ;
- « Heliothis » : *Heliothis armigera*, noctuelle de la tomate, famille des Noctuidae, ordre des Lépidoptères. La chenille est phyllophage et s'attaque principalement au coton ;
- « Prodenia » : *Prodenia litura* ou *Spodoptera littoralis*, vers du cotonnier, famille des Noctuidae, ordre des Lépidoptères. Idem, la chenille est phyllophage et s'attaque principalement au coton ;
- « Chenille légionnaire » : *Spodoptera frugiperda*, famille des Noctuidae, ordre des Lépidoptères. La chenille est phyllophage et s'attaque en priorité au maïs, mais également au coton, au riz, etc. Apparue en 2016 en Afrique subsaharienne, elle s'est depuis étendue sur tout le continent et à Madagascar, sans qu'aucun moyen de lutte ne puisse la freiner. En effet, ce parasite est très agressif et peut achever trois cycles de développement en une saison de culture pluviale (à raison d'un mois par cycle). Dans la zone d'étude, la production de maïs (principale source d'amidon avec le manioc) a très fortement baissé ;
- « Cochenille blanche farineuse » : *Pseudococcus viburni*, famille des Pseudococcidae, ordre des Hémiptères. C'est un piqueur suceur, qui s'attaque à diverses cultures dans la zone d'étude.

De très nombreux autres ravageurs doivent exister dans l'aire d'intervention du PIC2, mais ils ne sont à notre connaissance pas décrits ni quantifiés de façon exhaustive. La seule étude que nous ayons trouvée à ce sujet a plus de 60 ans (DELATTRE, 1958)<sup>1</sup>.

#### → Une utilisation massive de produits phytosanitaires, dangereux pour la santé et pour des résultats mitigés

Les EA dépensent en moyenne 570 000 Ar/an en pesticides, qui représentent donc près de 20% des charges d'exploitation. Ces EA utilisent divers produits, les plus courants étant acétamipride, carbosulfan, chlorpyrifos, cyperméthrine diméthoate (d'autres étant utilisés plus ponctuellement : profénofos, lambda-cyhalothrine, thiodicarb, émamectine benzoate).

La plupart de ces produits sont dangereux pour la santé humaine, mais aussi la faune et la flore locale, et nombre d'entre eux ont été interdits d'utilisation dans l'Union européenne et/ou en France depuis plusieurs années (Cf. Présentation de ces produits dans l'Annexe 1).

Par ailleurs, ils sont trop souvent utilisés « en routine », faute de conseil technique ad hoc. En effet, questionnées sur leurs choix de matières actives et de dosage, les EA disent généralement suivre les consignes des opérateurs coton, qui leur fournissent les pesticides à crédit.

<sup>1</sup> DELATTRE, R. *Les parasites du cotonnier à Madagascar*. Antananarivo – Institut de recherche sur le coton et les textiles exotiques (IRCT), 1958. 18p

Interrogés sur le sujet, ces opérateurs coton (y compris le plus important, Tianli Agri) indiquent ne pas ou plus avoir d'agronome spécialisé en protection des végétaux et se fier à des itinéraires techniques culturaux (ITK) bien cadrés. Les traitements sont, pour la plupart, réalisés de façon routinière, en se basant sur ces ITK, ce qui n'est pas une garantie d'efficacité ni d'économie.

Ainsi, dans l'itinéraire technique coton (semence Acala A700) recommandé par Tianli Agri (PIC2, 2019)<sup>2</sup>, on ne compte pas moins de 10 traitements (près de 9 L/ha de produits), à réaliser à des dates prédéterminées (en nombre de jour après levée - JAL).

Traitement	Produits	Quantité/ha (NB : en L, sauf Acétamipride en g)	Date de traitement
De base T0	Chlorpyriphos + Cyperméthrine	1 + 0,25	
T1	L-Cyhalothrine + chlorpyriphos	0,25 + 1	25 <sup>ème</sup> JAL
T2	Cyperméthrine + Diméthoate	0,25 + 1	37 <sup>ème</sup> JAL
T3	Thiodicarb	1	47 <sup>ème</sup> JAL
T4	Cyperméthrine + Carbosulfan	0,25 + 0,85	54 <sup>ème</sup> JAL
T5	Emamectine	0,5	61 <sup>ème</sup> JAL
T6	L-Cyhalothrine + Acétamipride	0,25 + 60g	68 <sup>ème</sup> JAL
T7	Cyperméthrine	0,25	75 <sup>ème</sup> JAL
T8	Profénofos	1,5	87 <sup>ème</sup> JAL
T9	Cyperméthrine + Acétamipride	0,25 + 60	99 <sup>ème</sup> JAL
T10	Acétamipride	60	111 <sup>ème</sup> JAL

**Figure 2 - Traitements phytosanitaires recommandés par Tianli agri sur coton (PIC2, 2019)**

L'ONG Helvétas, appuyée par le PIC2, a certes promu les « traitement sur seuil » (pas de déclenchement systématique d'un traitement à un stade donné, mais en fonction du niveau de présence du ravageur visé), mais force est de constater que les traitements semblent encore souvent programmés en routine et en fonction de la disponibilité en produits.

### → Une connaissance des pestes/ravageurs locaux à actualiser

De l'avis des EA interrogées, les dynamiques de renouvellement/expansion de ces pestes/ravageurs semblent avoir considérablement changé ces dernières années, à cause des changements climatiques (perturbations pluviométriques, décalage des calendrier culturaux, etc.).

Par ailleurs, de nouveaux ravageurs semblent être apparus. Ainsi, (BACHELIER, 2019)<sup>3</sup> présente les résultats d'identification de jassides prélevées en avril 2019 par le CIC, Tianli Agri et la Direction de la protection des végétaux (DPV) et examinés par B. MICHEL, entomologiste au CIRAD de Montpellier. Les examens ont montré qu'une seule espèce était présente dans les échantillons : *Amrasca biguttula* (Ishida, 1913) nommée également *Amrasca devastans* (Distant).

Elle est présentée comme la jasside indienne par (MATTHEWS, 1994)<sup>4</sup> et a été décrite dans un bulletin technique du *Central Institute for Cotton Research* de Nagpur (KRANTHI et al., 2009)<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> PIC2, 2019. *Note de capitalisation des filières coton et grains secs*. Antananarivo, PIC2, 10p

<sup>3</sup> BACHELIER, 2019. *Expertise en semences en appui au développement de la filière coton dans la Région A-A - Vers un plan d'action pour la relance et la pérennisation de la production de semences de coton de qualité*. Montpellier – CIRAD, 52p

<sup>4</sup> MATTHEWS, 1994. *Jassids (Hemiptera: Cicadellidae)*, pp. 353-357. In G. A. MATTHEW and J. P. TUNSTALL (eds.), *Insect Pests of Cotton*, CAB International, UK

<sup>5</sup> KRANTHI et al., 2009. *Advances in cotton IPM. Technical Bulletin*. Nagpur - Central Instit. for Cotton Research, 26p.

D'après (BACHELIER, 2019), il semble que *Amrasca devastans* n'a jamais été mentionnée jusqu'à présent à Madagascar.

Dans la publication de référence sur les parasites du cotonnier à Madagascar, (DELATTRE, 1958)<sup>6</sup> indique seulement « *Jassidae gen. et sp. ind.* » (genre et espèce indéterminés).



Figure 3 - Dégâts de jassides sur cotonniers dans la Région A-A en juin 2019 (crédit : B. BACHELIER - CIRAD)

En termes de lutte, (BACHELIER, 2019) identifie les molécules les plus toxiques pour ces insectes (chlorpyrifos éthyle, indoxacarbe, profénofos et acétamipride - en y associant éventuellement du chlorantraniliprole) et rappelle que la pilosité des feuilles du cotonnier constitue une barrière naturelle face aux jassides. Cette pilosité étant un caractère variétal, une des voies non chimiques pour contrôler les attaques de jassides consiste à cultiver des variétés suffisamment pileuses.

De façon générale, cet exercice récent d'identification amène à souligner le fait que le dernier état des lieux sur les pestes et ravageurs locaux a, à notre connaissance, plus de 60 ans (DELATTRE, 1958) et devrait donc être actualisé.

### → **Contrôle des pestes/ravageurs : une préoccupation majeure des paysans**

Avec le manque d'eau, la forte pression des pestes et ravageurs est l'une des 2 principales contraintes perçues par les EA (80% des EA). Ces pestes et ravageurs :

- Ont potentiellement de forts impacts sur la santé humaine. Les principales molécules actives utilisées localement (Acétamipride, Carbosulfan, Chlorpyrifos, Cyperméthrine, Diméthoate) sont dangereuses pour l'homme et ont déjà été interdites dans l'UE et/ou en France ;
- Ont de forts impacts sur les rendements : forte baisse, voire perte de récolte sur la plupart des cultures pluviales ;
- Occasionnent des coûts importants pour l'achat et la pulvérisation de pesticides (20% des charges des EA, en moyenne), pour des résultats incertains :
  - Inadéquation des matières actives, dates, doses, etc. car la majorité des traitements sont programmés par les EA en se basant sur les usages, faute d'appui technique (pas d'agronome spécialisé en PV au sein des opérateurs coton) ;
  - Manque de coordination à grande échelle, condition sine qua none pour stopper les cycles.

## **2.2. Actions proposées**

---

La recommandation se décompose en 4 actions, décrites comme suit :

### **A1.1 - Mise à jour de l'état des lieux sur les pestes/ravageurs dans l'aire d'opération PIC2**

Comme indiqué précédemment, à notre connaissance, le dernier état des lieux des pestes/ravageurs du coton date de 1958. Il serait très utile d'actualiser les connaissances

<sup>6</sup> DELATTRE, R. *Les parasites du cotonnier à Madagascar*. Antananarivo – Institut de recherche sur le coton et les textiles exotiques (IRCT), 1958. 18p

mentionnées dans ce rapport, mais aussi les connaissances qui ne doivent pas manquer d'avoir été générées depuis lors par le FOFIFA, la DPV, d'autres acteurs (sociétés cotonnières, projets, ONG, etc.), non seulement sur le coton, mais aussi sur les autres cultures principales de la zone.

Comme point de départ, les analyses pourraient se focaliser sur les principaux ravageurs identifiés par les paysans : jassides (sur coton et grains secs), héliothis (sur coton), produnia (sur coton), chenille légionnaire (sur maïs en premier lieu, mais aussi coton, riz, etc.), cochenille blanche farineuse (la plupart des cultures pluviales).

En recoupant analyses bibliographiques (après recueil des analyses menées par FOFIFA, DPV, opérateurs coton, etc.) et analyses de terrain (à différents stades phénologiques durant la saison végétative), l'objectif sera (i) de produire un état des lieux actualisé des pestes/ravageurs existants, (ii) de classer ces derniers selon leur impact économique, afin de préparer la 2<sup>nd</sup>e activité ci-dessous.

### **A1.2 - Mise en place d'un système d'alerte précoce sur les ravageurs jugés les plus critiques**

L'ONG Helvetas, avec l'appui du PIC2, a promu des méthodes de comptage des ravageurs du coton, afin d'inciter les paysans à adopter le réflexe du « traitement sur seuil ». De tels systèmes d'alerte, liés principalement au suivi régulier de la population du ravageur ciblé, sont assez courants.

Un tel système a été mis en place entre 2015 et 2019 à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest sous l'égide de la CEDEAO, afin de contrer la mouche des fruits. 300 vergers sont depuis suivis en permanence et les données de comptage alimentent une base de données et un système d'alerte par SMS<sup>7</sup>. On retrouve le même système dans une géographie plus proche de Madagascar, avec le système GAMOUR à l'île de la Réunion, mis en place à la fin des années 2000 pour suivre la mouche des légumes par comptage (GUEZELLO, 2009)<sup>8</sup>.

Il est cependant possible et utile d'aller plus loin et d'avoir un système d'alerte plus fin, ne reposant pas uniquement sur le suivi des ravageurs, mais aussi sur des paramètres climatiques et phénologiques, et permettant de modéliser et prédire à plusieurs jours l'évolution des ravageurs en fonction de ces paramètres climatiques et phénologiques.

SatCafé, le système d'alerte précoce sur la rouille du café (*roya* en espagnol, *Hemileia vastatrix*) mis en place récemment par l'Institut dominicain du café (INDOCAFE) et l'Institut interaméricain de coopération pour l'agriculture (IICA) en est un très bon exemple (ESCARRAMAN, 2019)<sup>9</sup>.

La *roya*, champignon affectant les feuilles du cafier et causant une baisse d'activité photosynthétique voire la défoliation, a en effet fait chuter la production dominicaine de café de 70% et causé des pertes de revenus aux producteurs estimés à 306 M€ ces 4 dernières années.

Pour bâtir SatCafé, la 1<sup>ère</sup> étape a été de faire un suivi bimensuel de 2 ensembles de paramètres, liés à la phénologie des caféiers d'une part et liés à la *roya* d'autre part, pendant 1 an sur 5 sites représentatifs des zones caféières.

Ensuite, pour chaque site, des régressions multiples ont été menées pour croiser ces 2 ensembles de paramètres (phénologie / ravageur) avec un 3<sup>ème</sup> ensemble de paramètres (météorologiques). Les régressions ont été faites avec la suite statistique R, en utilisant des approches *Forward* (on démarre avec un paramètre explicatif et on ajoute un paramètre à chaque itération), *Backward* (on démarre avec tous les paramètres a priori explicatifs et on retire le paramètre le moins significatif à chaque itération) et *Stepwise* (on teste différentes combinaisons de paramètres à chaque itération).

---

<sup>7</sup> Cf. <https://www.afd.fr/fr/actualites/eradication-de-la-mouche-des-fruites-en-afrique-de-louest-lunion-fait-la-force>

<sup>8</sup> GUEZELLO, 2009. *Conception et mise en œuvre d'un système de surveillance des populations des mouches des légumes - Cas des sites pilotes du projet GAMOUR à La Réunion*. St Denis – CIRAD, 131p

<sup>9</sup> ESCARRAMAN, 2019. *Implementación de un sistema de alerta temprana para café en República Dominicana en el marco del Programa regional del manejo integrado de la roya del café (PROCAJICA-RD)*. Santo Domingo – IICA, 57p



Les paramètres météorologiques testés étaient nombreux (températures mini / max / de rosée amplitude thermique, cumul de jours de pluie, humidité relative,) et issus des stations météorologiques locales. Pour chaque site, une équation modélisant l'incidence de la roya ( $I_r$ ) a été obtenue. Ainsi, pour le site de « Las Placetas / Santiago », on a  $I_r = 250,3 - 8,2 \times T_{\min} - 2,1 \times T_{\text{rosée}}$ , avec un bon niveau de corrélation ( $R^2 = 0,74$ ). Pour le site de Monte Bonito / Azua, on a  $I_r = 81 - 3,5 \times T_{\min} + 5,011 \times T_{\max}$ , avec un excellent niveau de corrélation ( $R^2 = 0,82$ ).

La 2<sup>nd</sup>e étape a été d'établir un système de collecte pour alimenter ces équations :

- Données phénologiques, collectées de façon bihebdomadaire sur 37 parcelles sentinelles de terrain (1 ha chacune) : dommages sur les branches, sur les feuilles, sur les fleurs, etc.

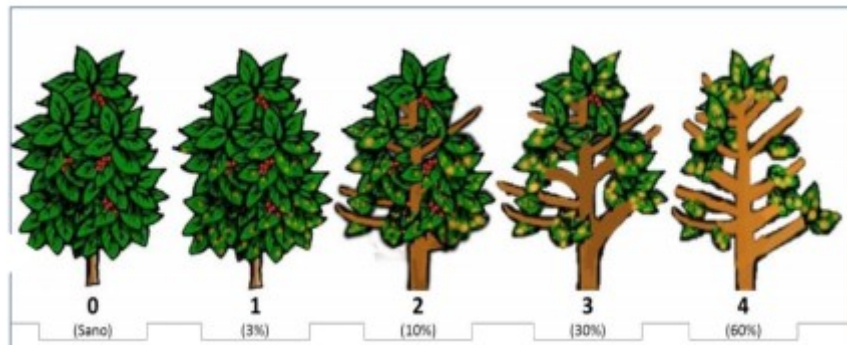


Figure 4 - Echelle de notation visuelle de l'incidence de la défoliation due à la roya (IICA, 2019)

- Données météorologiques, provenant de stations locales et complétées/triangulées par des données acquises par satellite, via service d'abonnement payant de la plateforme MeteoBlue<sup>10</sup>.

Les données sont ensuite traitées de façon routinière au niveau d'INDOCAFE (avec appui de l'IICA au besoin), afin d'être diffusées largement via des SMS envoyés aux producteurs (Cf. code couleur de ces alertes, avec recommandations pour chaque niveau).

Des bulletins d'analyses plus détaillés sont également transmis périodiquement aux agents d'INDOCAFE, du Ministère de l'agriculture, aux représentants des PTF, etc.

**ALERTA ROYA DEL CAFE**

Mínimo	Realización de Prácticas culturales, como regulación de sombra, poda de cafetos, control de maleza
Bajo	Monitoreo cada quince días y cuando la incidencia sea de 5% aplique fungicidas protectores
Moderado	Cuando la incidencia sea de 10% hasta 20% aplique de fungicida sistémico o curativo
Alto	Incidencia superior al 20%. En este nivel de riesgo no es recomendable la aplicación de fungicidas, ya que no detendrá la defoliación

Figure 5 - Code couleur du SatCafé, pour diffusion large des alertes (IICA, 2019)

Enfin, il faut souligner le fait qu'INDOCAFE et IICA réfléchissent à une extension de SatCafé à d'autres ravageurs du café, en suivant les mêmes étapes que décrites ci-dessus : cochenille du café (*Planococcus lilacinus*), anthracnose du café (*Colletotrichum kahawae*), œil de coq (*Mycena citricolor*), rouille brune (*Cercospora coffeicola*), mineuse de la feuille (*Leucoptera coffeella*).

Dans l'aire d'intervention du PIC2, les ravageurs les plus virulents (cité le plus souvent par les paysans et attaquant une grande diversité de cultures) semblent être les jassides : il serait logique de structurer un SAP ciblant prioritairement ces insectes.

<sup>10</sup> Cf. [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/semaine/tul%c3%a9ar\\_madagascar\\_1055429](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/semaine/tul%c3%a9ar_madagascar_1055429)



### **A1.3 - Formation en PV des agents d'encadrement (CIC, DPV) et de prestataires privés**

Comme présenté précédemment, les paysans traitent souvent de façon « routinière » (application d'un produit donné à un stade de développement donné de la culture) et en fonction de leur disponibilité en produits (en omettant ainsi parfois des traitements cruciaux pour la réussite des cultures). Les ITK promus par les sociétés cotonnières vont d'ailleurs dans ce sens (recommandations de déclenchement des traitements en fonction du stade de développement du cotonnier), bien que l'ONG Helvetas, avec appui du PIC2, ait tenté de promouvoir l'idée de « traitement sur seuil », c'est-à-dire tenir compte également du niveau de pression des ravageurs.

Il serait donc intéressant de former ou reformer/recycler les agents de terrain du CIC et de la DPV, ainsi qu'une 10aine d'opérateurs privés en termes de PV : identification des principaux ravageurs ; connaissance de leurs cycles ; connaissance et utilisation des produits de lutte ; conditions de traitement (précautions sanitaires, préparation des doses, réglage des buses, etc.) ; connaissance du système d'alerte précoce et procédures de coordination des traitements à large échelle ; etc.

Les opérateurs privés en question pourraient être soit des EA bien performantes et intéressées pour faire des prestations de traitement pour d'autres EA, soit des individus n'étant pas actifs dans la production agricole mais intéressés pour faire des prestations de traitement.

Au-delà des formations précitées, ces opérateurs pourraient être appuyés pour se doter d'appareil de traitement performant et adapté (pulvérisateur porté à pompage manuel et/ou centrifuge à piles) et d'un stock initial de produits de traitement, grâce à une subvention « jeune entrepreneur » du PIC2 (maximum : 10 000 USD de don), éventuellement complétée avec un prêt étatique bonifié et garanti, à 9% annuel sur 3 ans et d'un montant maximal de 50 000 USD. Ceci rentrerait tout à fait dans l'esprit des Centres d'agribusiness (CABIZ) que le MAEP cherche à promouvoir.

### **A1.4 - Réflexion sur le business model du SAP et de la PV, en vue de leur pérennisation**

Dans la suite logique des discussions tenues lors du PC2-1 avec les opérateurs coton pour participer au co-financement du systèmes d'appui du CIC, et en s'appuyant sur les plateformes grains sec que le PIC2-2 entend structurer, il sera utile de réfléchir sur le business model de la PV dans la zone d'intervention du PIC2, en vue du financement pérenne (i) du SAP sur les pestes/ravageurs et (ii) des opérateurs privés de traitement phytosanitaire.

Pour le (ii), ces opérateurs répondant à un besoin réel déjà existant, on peut raisonnablement penser qu'ils arriveront à pérenniser leur propre activité une fois lancés, moyennant la fourniture de prestations de qualité. Pour le (i), il faut distinguer deux coûts :

- Investissement initial : Il sera opportun de chercher à mobiliser les bailleurs actifs dans le secteur agricole dans la Région A-A (BAD, FIDA, BM/PIC2, etc.), mais aussi ceux qui ont soutenu / soutiennent encore des initiatives publiques aux enjeux assez proches, notamment le Bureau national de gestion des risques et catastrophes (BNGRC) qui pilote le Système d'alerte précoce (SAP) alimentaire et nutritionnel pour le Grand Sud<sup>11</sup> ou le Centre national antiacridien de Madagascar, qui pilote le système d'alerte antiacridien<sup>12</sup>
- Fonctionnement : on pourrait imaginer panacher des fonds de l'Etat et/ou des PTF, avec un cofinancement des principaux opérateurs privés de la place, compagnies cotonnières en premier lieu. A ce stade, il est difficile de se prononcer à la place des opérateurs privés, car leur « *buy-in* » dépend en grande partie de ce que la mise en place d'un système d'alerte précoce pourra démontrer sur le terrain en termes d'accroissement des volumes et qualités des produits.

---

<sup>11</sup> Cf. <https://matv.mg/insecurite-alimentaire-dans-le-grand-sud-le-systeme-dalerte-precoce-bientot-operationnel/>

<sup>12</sup> Cf. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/emergencies/docs/Madagascar\\_FAO\\_Programme\\_Campagne\\_No1\\_2013-2014.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/emergencies/docs/Madagascar_FAO_Programme_Campagne_No1_2013-2014.pdf)

## 2.3. Acteurs ciblés et dimensionnement

Les impacts des changements climatiques modifient de façon générale les dynamiques de renouvellement/expansion des pestes/ravageurs, touchant de fait toutes les cultures et tous les producteurs. Cette Reco 1 pourra donc bénéficier à toutes les EA directement ciblées par le PIC2, mais également les EA non directement ciblées et présentes dans l'aire d'intervention du PIC2.

### → Analyse préliminaire des coûts

Sur les 4 actions précitées, l'Action 4 – « *Animation de la réflexion sur le business model du SAP et des opérateurs de traitement* » est sans coût additionnel par rapport au budget déjà prévu pour le PIC2-2, car elle pourra être piloté par les cadres actuels du PIC2.

Les coûts des actions suivantes peuvent être estimés de façon préliminaire, comme suit :

- Action 1 – « *Mise à jour de l'état des lieux sur les pestes/ravageurs dans l'aire d'opération PIC2* »  
→ Il paraît raisonnable de prévoir 60 hj d'expertise externe en année 1, répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 151 MAr.
- Action 3 – « *Formation en PV des agents d'encadrement (CIC, DPV) et de prestataires privés* »  
→ Il paraît raisonnable de prévoir 80 hj d'expertise externe nationale en année 1 et 2. En valorisant ces temps à 1,68 MAr/hj, le total est de 134 MAr. Il faudrait ajouter à cela une subvention « jeune entrepreneur » : 10 subventions de 4 000 \$ (14,8 MAr) chacune (suffisant pour acheter pulvérisateur et stock initial de produits phytosanitaires), soit 40 000 \$, soit 148 MAr. Le total pour l'Action 3 serait donc de 282 MAr.

Le coût de l'Action 2 – « *Mise en place d'un système d'alerte précoce sur le(s) ravageur(s) jugé(s) le(s) plus critique(s)* » est bien plus difficile à estimer a priori, étant donnée la rareté de tels systèmes de par le monde et étant donné également l'incertitude sur nombre de paramètres locaux (Complexité de la modélisation du cycle des jassides ? Disponibilité de données fiables et continues via les stations météo locales ? Capacités à mobiliser les agents du CIC et de la DPV et, si oui, à quels coûts ?).

En première estimation, sur la base d'échange avec M. ESCARRAMAN, chercheur à l'IICA et concepteur du SatCafé dominicain, il semble nécessaire de mobiliser a minima 200 hj d'expertise externe en année 1, puis 30 hj/an en année 2 à 5, répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 1 612 MAr. A ce montant, on peut ajouter un forfait d'environ 84 MAr/an pour l'achat de données météorologiques complémentaires (via plateforme satellite type Meteoblue), l'achat et la maintenance d'équipements informatiques, le défraiement des frais de terrain des agents CIC, DPV, etc. Sur 5 ans, cela ferait 420 MAr de forfait logistique, soit un budget estimatif total d'un peu plus de 2 milliards d'Ar (2 032 MAr) pour l'Action 3.

### → Analyse préliminaire des gains

On fait un raisonnement très simple :

- On imagine que le SAP permet de toucher 5% des EA de la Région A-A, estimées à 175 831 en 2005 d'après le dernier recensement officiel existant (MAEP, 2007)<sup>13</sup>. Cela ferait donc 8 791 EA. Ce raisonnement est très conservatif, sachant que pour le seul District Toliara II, qui représente le Sud de l'aire d'opération du PIC2, il y avait déjà 38 396 EA recensées à l'époque.
- On imagine que le SAP permettra a minima de réduire les pertes de rendement par 10%, sur les principales cultures pluviales, exception faite du manioc, peu sensible aux pestes/ravageurs. On

<sup>13</sup> MAEP, 2007. *Recensement de l'agriculture - Campagne agricole 2004-2005. Tome II - Population et exploitations agricoles*. Antananarivo – MAEP, 431p

peut ainsi, en reprenant les données de production pour les 50 EA échantillonnées dans le rapport de diagnostic et les prix bord-champs moyen estimés dans ce même rapport, calculer le surcroît de recettes possible avec 10% de hausse de rendement, pour les 50 EA échantillonnées.

	P° (kg) - 50 EA	+10% P° (kg)	Prix (Ar/kg)	Recette (Ar)
Niébé	46 372	4 637	1 232	5 713 030
Coton	43 396	4 340	1 374	5 962 610
Patate	36 350	3 635	382	1 388 570
Pois du cap	20 025	2 003	2 278	4 561 695
Maïs	19 650	1 965	849	1 668 285
H. mungo	6 143	614	1 840	1 130 312
Arachide	4 665	467	2 081	970 787

**Figure 6 - Surcroît de recettes avec +10% de rendement pour les 50 EA échantillonnées (auteur, 2020)**

Le surcroît de recettes pour 50 EA est de 21 MAr. En faisant une règle de 3, on estime le surcroît de recettes pour 5% des EA de la région A-A à 3 762 MAr... Ceci fait presque le double du coût de mise en place du SAP. On peut donc estimer que le rapport coût/bénéfice est a priori intéressant.

**Coût total → 2 465 MAr.** A1.1 = 151 MAr, A1.2 = 2 032 MAr, A1.3 = 282 MAr, A1.4= sans coût.  
**Opportunités de financement PIC2 → 100%.** Assistance technique de 2 317 MAr, afin de couvrir l'état des lieux actualisés sur les pestes/ravageurs (151 Mar), la mise en place du SAP (2 032 MAr), la formation des agents d'encadrement et des opérateurs privés en PV (134 MAr) ; Subvention « jeunes entrepreneurs » pour les opérateurs de traitement, d'un montant total de 148 MAr.

## 3. Reco 2 – Meilleure valorisation de l'eau pluviale

---

L'**Annexe 2** amène des éléments d'analyse détaillée, que l'on synthétise ci-après.

### 3.1. Enjeux et objectifs

---

Le « manque d'eau » (3 choses en fait : raccourcissement par 2 de la saison des pluies, augmentation de la variabilité spatiale et temporelle des pluies, arrêts inopinés des pluies pendant la saison pluvieuse) est une contrainte majeure, citée par 80% des EA. Les conséquences du manque d'eau sont importantes :

- Les rendements chutent pour certaines cultures (par ex, maïs, spécialement au moment de la floraison ; pois du cap, spécialement au moment du remplissage des gousses) ;
- Les pertes totales de récolte (constatées à plusieurs reprises parmi les EA enquêtées) deviennent de plus en plus fréquentes ;
- La phase de labour devient un goulet d'étranglement pour les EA incapables de labourer seules l'ensemble de leurs parcelles : elles doivent attendre que les autres EA disposant de zébus aient fini leur propre labour avant de payer des prestations...Elles perdent donc un temps précieux, alors que la saison végétative ne fait que raccourcir.

Face à cela, le Projet PIC2 a déjà lancé des initiatives, visant à favoriser la mobilisation de l'eau souterraine : deux forages pilotes (Agnatake/Ankililoaka, forage à 90-100m ; Analatelo/Antanimieva, forage à 40-50m) ont été mis en place, en collaboration avec deux privés (Thierry LAMARRE pour Agnatake ; consortium Bionexx-Mam'Agri pour Analatelo). Les débits espérés sont de 50 à 70 m<sup>3</sup>/heure et il est prévu de distribuer l'eau par différentes méthodes (goutte à goutte, enrouleur, sprinkler) sur diverses cultures (stevia, artemisia, moringa, coton, grains secs, maraichage). La Fondation Practica<sup>14</sup> a récemment été recrutée par le Projet PIC2 pour assurer le suivi technico-économique de ces forages pendant 2 ans.

### 3.2. Actions proposées

---

Cette recommandation complète l'action « *Mise à l'échelle de l'exploitation des ressources en eaux souterraines (forages)* » déjà prévue par le PIC2-2 sous l'axe « *Stimulation d'investissements privés et de l'agro-industrie* » de son PTBA 2020. Elle s'intéresse donc principalement à la meilleure valorisation de l'eau pluviale, l'aspect eau souterraine étant déjà pris en compte dans le PTBA.

Il peut être intéressant d'explorer deux options pour améliorer le bilan hydrique des cultures : (i) améliorer la pénétration des pluies et ainsi augmenter la Réserve en eau du sol facilement utilisable (RFU) : c'est l'un des objectifs des techniques dites de Gestion durable des terres (GDT) décrites dans l'A2.1, (ii) collecter et stocker l'eau pluviale pour apporter une irrigation d'appoint : c'est l'objectif des techniques innovantes de collecte et stockage pour l'irrigation d'appoint décrites dans l'A2.2. L'**Annexe 2** apporte des compléments sur ces techniques, que l'on résume ci-après. 3 activités sont ici prévues sous cette Reco 2 :

#### A2.1 - Tests de techniques de GDT pour accroître la RFU

Les techniques dites de GDT ne sont pas nouvelles, mais pratiquées depuis des décennies, notamment et particulièrement au Sahel. Si on les prend dans leur acceptation large, les techniques de GDT sont très diverses. Ainsi, il en a été recensé pas loin de 59 au Burkina Faso (OUEDRAOGO

---

<sup>14</sup> Cf. <https://www.practica.org/fr/>



et al., 2012)<sup>15</sup>. Parmi ces techniques, 3 semblent intéressantes dans le contexte de la Région A-A à Madagascar et on les présente donc succinctement :

**Zaï** : des trous de 30 cm de diamètre et de 15 à 20 cm de profondeur sont creusés en saison sèche et on y dépose de la matière organique. L'eau des premières pluies se concentre dans ces trous, dans lesquels ont fait des semis en poquet.

La technique est intensive en main d'œuvre (près de 300 heures/ha de travail), mais donne des résultats intéressants. A titre illustratif, au Nord du Burkina Faso, le zaï permet de doubler les rendements céréaliers, de 400 kg/ha à près de 800 kg/ha (SAWADOGO, 2006)<sup>16</sup>.

**Cordons pierreux ou bandes enherbées** (*Andropogon spp*, *Vetiveria zizanioides*, etc.) : de telles lignes sont installées en suivant les courbes de niveau (différence de hauteur entre 2 lignes : environ 30 cm) Les rendements pourraient augmenter jusqu'à 40% dans les champs délimités avec un cordon pierreux (ZOUNGRANA et al., 2010)<sup>17</sup>. Mais ils pourraient augmenter jusqu'à 100% lorsque l'on combine le cordon pierreux avec le zaï ou l'apport de fumure organique (*ibid*).

**Demi-lunes** : des cuvettes en demi-cercle sont creusées dans le sol, permettant l'accumulation de l'eau et des particules solides (nutriments, limons fins, etc.). Les demi-lunes sont souvent disposées en quinconces sur la parcelle, avec une densité de 300 demi-lunes par hectare, et des espacements de 8 m sur la ligne et 4 m entre les lignes. On peut semer des céréales ou légumineuses dans la cuvette, voire sur le bourrelet en cas de risque d'asphyxie racinaire (concerne surtout le mil), et atteindre ainsi parfois près de 1 t/ha en céréale.



Figure 7 - Photo de zaï fraîchement préparé au Niger (crédit : Inter-réseaux, 2012)



Figure 8 - Cordon pierreux autour d'un champ de sorgho au Burkina (crédit : SOS Sahel, 2008)



Figure 9 - Demi-lunes fraîchement creusées au Niger (crédit : CILSS, 2014)

## A2.2 - Tests de techniques innovantes de collecte et stockage d'eau pluviale

Une des idées, à l'issue du diagnostic, a été d'explorer la technique dite de « *bouli* » (retenue d'eau en langue mooré), répandue au Sahel. Il s'agit d'une retenue collinaire à usage agropastoral (et parfois aussi pour collecter de l'eau de consommation humaine, dans les zones sans puits et

<sup>15</sup> OUEDRAOGO et al., 2012. *Bonne pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina-Faso*. Ouagadougou – CILSS, 194p

<sup>16</sup> SAWADOGO, 2006, *Fertilisation organique et phosphatée en système de culture zaï en milieu soudano-sahélien du Burkina*. Thèse de doctorat. Gembloux - Faculté universitaire des sciences agronomiques, 232p.

<sup>17</sup> ZOUNGRANA et al., 2010. *Capitalisation du Programme Initiative régionale environnement mondial et Lutte contre la désertification (IREM-LCD) – Recueil de fiches techniques*. Ouagadougou – CILSS, 42p

forages), de taille variable : entre 1 000 à 6 000 m<sup>3</sup> (*bouli* traditionnel) et 20 000 à 25 000 m<sup>3</sup> (*bouli* communautaire) (GTD, 2013)<sup>18</sup>.

L'idée a été abandonnée pour 2 raisons :

(i) Evaporation massive : elle atteint les 1 600 mm/an aux environs de Tuléar et peut monter jusqu'à 20 mm/jour, en raison des conditions climatiques locales (fort ensoleillement, température élevée, vents soutenus). Sans couverture de la surface de l'eau, l'eau disponible en cours de saison sèche serait extrêmement réduite.

(ii) Drainage : les sols de l'aire d'intervention du PIC2 sont majoritairement sableux, d'où des pertes par drainage. Il a été discuté la possibilité de tapisser le fond par une géomembrane. Ceci permettrait certes de réduire le drainage, mais n'empêcherait pas les pertes par évapotranspiration

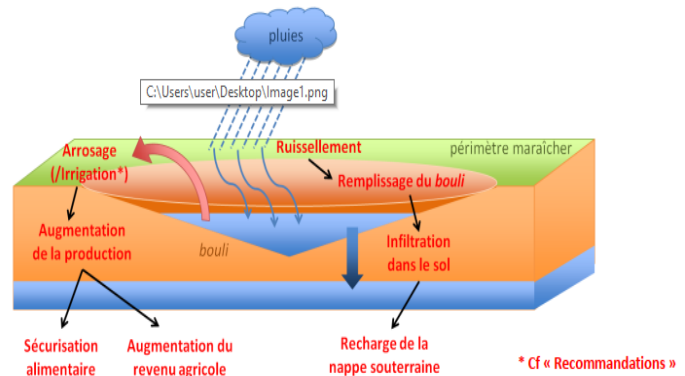


Figure 10 - Schéma explicatif du fonctionnement d'un *bouli* (crédit : GTD, 2013)

Diverses techniques mises au point par ENERGIS FD<sup>19</sup> ont été discutées avec son Directeur, T. LABROSSE. 3 paraissent intéressantes pour les EA de l'aire d'intervention du PIC2-2 :

- « Réservoir d'eau enterré plein de sable » (REEPS) (ENERGIS FD, 2020)<sup>20</sup>.

Le REEPS est un réservoir enterré construit essentiellement avec une géomembrane, des accessoires et tuyaux plastiques, et du sable. L'eau est stockée dans les interstices entre les grains de sable (39% de « vide ») et peut être pompée sans que la citerne ne s'affaisse (principe de foisonnement du sable). Avec 430 m<sup>3</sup> de sable, on peut ainsi stocker 100 m<sup>3</sup> d'eau.

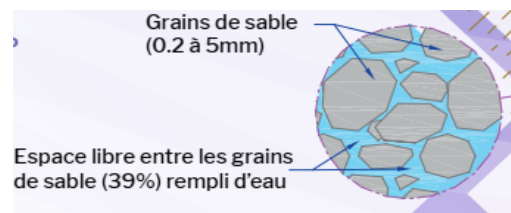


Figure 11 - Schéma explicatif du principe de foisonnement (ENERGIS FD, 2018)

Jusqu'à présent, ENERGIS FD a construit des REEPS principalement pour collecter et stocker de l'eau de consommation humaine, dans le Grand Sud et dans les environs de Mahajanga (pour CARE, Action contre la faim, etc.). La dimension standard est d'un peu plus de 400 m<sup>3</sup> (largeur = 8 m, longueur = 26 m, profondeur = 26 m), ce qui permet d'utiliser une géomembrane de 12 m de large sans soudure (et donc sans point de faiblesse).

- REEPS *Fahiry* : Il repose sur les mêmes principes que précédemment, mais l'implantation est faite sous un lac naturel, ce qui garantit le remplissage du REEPS (aspect important dans l'aire d'intervention du PIC2-2, où les pentes sont faibles) ;
- Barrage inféroflux : Les « inféroflux » sont des écoulements d'eau invisibles en surface, qui se produisent sous une rivière temporaire (oued) dans la masse de ses alluvions perméables. Le barrage inféroflux, maçonné ou réalisé avec une membrane géo-synthétique en polymère, piège

<sup>18</sup> Groupe de travail désertification, 2013. *Fiche technique : le bouli maraîcher*. Montpellier – GTD, 4p

<sup>19</sup> Cf. <http://www.energisfd.com/>

<sup>20</sup> ENERGIS FD, 2018. *Plaquette explicative du système REEPS*. Antananarivo – ENERGIS-FD, 3p



ces écoulements en amont, dans une nappe d'eau invisible mais disponible plusieurs années. ENERGIS-FD estime qu'il y a probablement 30 à 50 sites potentiels à Madagascar.

### A2.3 - Recherche de cofinancements des PTF pour mise à l'échelle

Le FIDA projette de financer une cinquantaine de REEPS pour l'abreuvement des petits ruminants, au travers de son Projet de développement des filières agricoles inclusives (DEFIS)<sup>21</sup>. La BAD a récemment lancé son Programme de transformation de l'agriculture malgache (PTAM)<sup>22</sup>, lequel inclus des investissements dans la Région A-A et la création d'un agropôle de 125 ha près de Tuléar. Ces 2 bailleurs pourraient être consultés en vue de cofinancer une mise à l'échelle de ces tests pour une meilleure valorisation de l'eau pluviale. Les opérateurs privés implantés sur Tuléar (sociétés cotonnières, exportateurs de grains secs, etc.) pourraient également être consultés pour apporter des cofinancements.

### 3.3. Acteurs ciblés et dimensionnement

Les cultures de la zone sont à majorité pluviale et très impactées par les changements climatiques, aggravant ainsi la vulnérabilité des EA, surtout celles qui ont peu accès aux parcelles de bas fond. La Reco 2 ciblera donc en priorité les EA peu performantes (qui pour 80% d'entre elles n'ont que des parcelles de plateau) et les EA moyennement performantes (qui pour 44% d'entre elles n'ont que des parcelles de plateau).

#### → Techniques de GDT : analyse des coûts et bénéfiques

On peut se baser sur l'expérience pratique des pays sahéliens, notamment le Niger qui est l'un des plus avancés en la matière (restauration de plus de 5 Mha de parcs agroforestiers depuis les années 1990, récupération de terres très dégradées à large échelle, etc.), en prenant le cas des demi-lunes, technique a priori la plus couteuse en main d'œuvre parmi les 3 présentées (zaï, cordons pierreux / bandes enherbées, demi-lunes), afin d'avoir l'analyse coûts/bénéfiques la plus conservative possible. Le Ministère nigérien de l'environnement, (MESUDD) estime ainsi le coût des demi-lunes à 105 000 FCFA/ha, soit environ 670 000 Ar/ha (MESUDD, 2014)<sup>23</sup>.

Considérant que ces demi-lunes sont utilisables 3 ans sans réfection, leur coût est d'environ 223 000 Ar/ha/an.

En reprenant les données du rapport de diagnostic, on peut estimer ces surcoûts pour quelques cultures pluviales.

Cultures	Maïs	H. mungo	Coton	Niébé	
Charges (Ar/ha)	198 000	314 000	186 000	331 000	
Rendement moyen (kg/ha)	536	522	418	1 078	
Prix moyen bord champ (Ar/kg)	1 036	1 351	1 350	1 107	
Recettes (Ar/ha)	555 296	705 222	564 300	1 193 346	
Marge nette (Ar/ha)	357 296	391 222	378 300	862 346	
Charges additionnelles si demi-lunes, utilisables 3 ans (Ar/ha)	223 333	223 333	223 333	223 333	
Augmentation des charges due aux demi-lunes (%)	113%	71%	120%	67%	
Augmentation de production minimale pour compenser l'augmentation de charges tout en maintenant la marge nette					
	en kg/ha	216	165	165	202
	en %	40%	32%	40%	19%

Figure 12 - Analyse coûts/bénéfiques de la technique « demi-lunes » (auteur, 2020)

<sup>21</sup> Cf. <http://www.maep.gov.mg/wp-content/uploads/pdf/DEFI.pdf>

<sup>22</sup> Cf. <http://www.maep.gov.mg/blog/2018/10/22/programme-de-la-transformation-de-lagriculture-malgache-ptam/>

<sup>23</sup> MESUDD, 2014. *Cadre stratégique de la gestion durable des terres (CS-GDT) au Niger et son plan d'investissement 2015 – 2029*. Niamey – MESUDD, 100p

Les surcoûts de production sont certes importants, +67% à +120% selon les cultures prises pour exemple, mais les augmentations de rendement nécessaires pour - a minima - couvrir ces surcoûts paraissent atteignables, +19% à +40%, soit 583 kg/ha pour le coton ou 687 kg/ha pour le haricot mungo. Si l'on se réfère aux publications scientifiques relatives aux augmentations de rendement liées à ces actions de GDT dans le contexte de cultures pluviales en zone aride, sur sols ferrallitiques pauvres et sans fertilisation externe (Cf. **Annexe 2**), il paraît plausible de tabler sur des augmentations de rendement supérieures et donc sur une bonne efficacité de ces techniques.

Il serait utile de tester ces techniques dans différents contextes (différentes implantations sur la toposéquence : plateau / pente / bas de pente ; différentes cultures ; différentes textures de sol, notamment en termes de % de sable). Une dizaine d'essai de 0,5 ha (avec témoin de 0,5 ha accolé) par technique, auprès de paysans volontaires, devrait permettre d'avoir de premières idées sur leur intérêt, pour un coût réduit : indemnisation des travaux HIMO pour les paysans (maximum de 3 tech. x 10 tests/tech. x 0,5 ha/test x 230 000 Ar/ha = 3,45 MAr) + suivi des tests par les agents de terrain du CIC (prise en charge de ces agents déjà budgétisée par ailleurs par le PIC2).

### → **Collecte/stockage/distribution d'eau pluviale : analyse des coûts et bénéfices**

En termes de coût, les solutions de collecte/stockage innovantes (REEPS, REEPS Fahiry, barrage inféoflux) sont certes moins chères que les citernes béton ou plastique, mais restent assez chères dans une optique d'utilisation en agriculture. Les détails des hypothèses et calculs sont en **Annexe 2**. On synthétise les aspects clefs ci-dessous.

Si on considère le REEPS, on a un coût d'installation de 0,7 à 1 MAr/M<sup>3</sup>, hors coût de main d'œuvre locale pour les fouilles. En considérant une durée de vie de 100 ans, aucun coût de maintenance (si ce n'est le nettoyage du préfiltre à sable) et un taux d'actualisation nul (hypothèses toutes très optimistes), le coût varie de 7 000 à 10 000 Ar/an/m<sup>3</sup> d'eau stocké.

Il faut ajouter les coûts d'exhaure (solution standard : pompe à pédale, compter environ 55 000 Ar/an pour un périmètre de 0,2 ha) et de distribution (solution standard : réseau mini-californien avec tuyaux PVC 50 mm, compter environ 42 000 Ar/an).

Si on imagine apporter une irrigation d'appoint de 50 mm (environ 10% de la pluviométrie moyenne dans la zone), il faudrait 500 m<sup>3</sup>/ha, soit 100 m<sup>3</sup> pour 0,2 ha. Tout compris, le coût de l'irrigation d'appoint pour stocker/pomper/distribuer 100 m<sup>3</sup> (volume d'un REEPS « standard ») sur un tel petit périmètre de 0,2 ha serait de 1 MAr/an en moyenne.

En reprenant les données issues du rapport de diagnostic, on peut visualiser ce que représentent de tels surcoûts pour quelques cultures pluviales :

Cultures	Maïs	H. mungo	Coton	Niébé
Charges (Ar/ha)	198 000	314 000	186 000	331 000
Rendement moyen (kg/ha)	536	522	418	1 078
Prix moyen bord champ (Ar/kg)	1 036	1 351	1 350	1 107
Recettes (Ar/ha)	555 296	705 222	564 300	1 193 346
Marge nette (Ar/ha)	357 296	391 222	378 300	862 346
Charges additionnelles si 50 mm d'irrigation d'appoint (Ar/ha)	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Augmentation des charges due à l'irrigation l'appoint (%)	505%	318%	538%	302%
Augmentation de production minimale pour compenser l'augmentation de charges tout en maintenant la marge nette				
en kg/ha	965	740	741	903
en %	180%	142%	177%	84%

**Figure 13 - Analyse coûts/bénéfices de la technique « REEPS » (auteur, 2020)**

Les surcoûts de production sont très importants, +302% à +505% selon les cultures prises pour exemple, et les augmentations de rendement nécessaires pour - a minima - couvrir ces surcoûts paraissent importants, +84% à +180%, soit 1 160 kg/ha pour le coton ou 1 260 kg/ha pour le haricot mungo.

Avoir de telles augmentations de rendement n'est pas irréaliste (Ministère de la coopération française, 1993)<sup>24</sup>. Cela suppose par contre que l'apport d'une irrigation d'appoint minime (ici dans nos simulations, 50 mm, soit environ 10% du volume moyen des précipitations) à certains stades clés permet de lever le principal facteur limitant du rendement...ce qui n'est pas évident, les sols étant globalement pauvres et la pression des pestes/ravageurs forte.

Le principal poste de coût étant l'installation du REEPS, il serait intéressant d'explorer la collecte/stockage d'eau par inféroflux. En effet, d'après ENERGIS-FD, les barrages inféroflux seraient les systèmes les plus économiques (environ 2 500 Ar/an/m<sup>3</sup> stocké pour un barrage maçonné de 1 000 m<sup>3</sup>). Malheureusement, les sites propices à leurs installations sont difficiles à trouver, car il faut réunir plusieurs critères précis (Cf. **Annexe 2**). ENERGIS-FD estime qu'il y a probablement 30 à 50 sites potentiels à Madagascar.

Cela étant dit, en reprenant nos calculs précédents, on voit que cette technique est a priori plus intéressante, car elle divise par 4 les coûts de collecte / stockage de l'eau (NB : hypothèses simplificatrices / à affiner concernant l'exhaure et la distribution de l'eau, basées sur le modèle REEPS).

Il serait donc utile de tester ces 2 techniques (REEPS et barrage inféroflux) dans différents contextes (différentes implantations : pente / bas de pente / fahiry / oued ; différentes cultures ; différentes textures de sol, notamment en termes de % de sable), auprès de paysans volontaires, afin d'avoir de premières idées sur leur intérêt, pour un coût réduit :

- Pour le REEPS → coût total de 607 MAr. Une dizaine de parcelles d'essai de 0,2 ha (avec témoin de 0,2 ha accolé) : installation de 10 REEPS de 100 m<sup>3</sup> (14 000 €/unité<sup>25</sup>) + pompe (200 €/unité) + réseau mini-californien (250 €/unité) par ENERGIS FD (total : 10 x 14 450 €, soit environ 607 MAr) + suivi des tests par les agents de terrain du CIC (prise en charge de ces agents déjà budgétisée par ailleurs par le PIC2).
- Pour le barrage inféroflux → coût total de 278 MAr. Une parcelle d'essai de 2 ha (avec témoin de 2 ha accolé) : installation d'un barrage maçonné de 1 000 m<sup>3</sup> (250 MAr/unité) + système d'exhaure et de distribution d'eau ad hoc (à affiner. De façon conservative, on considère les coûts pompe à pédale + réseau mini-californien, que l'on majore de 50% : 28 MAr) + suivi des tests par les agents de terrain du CIC (prise en charge des agents déjà budgétisée par le PIC2).

**Coût total → 888,5 MAr.** A2.1 = 3,5 MAr, A2.2 = 885 MAr, A2.3 = sans coût.

**Opportunités de financement PIC2 → 100%.** Assistance technique de 888,5MAr pour des tests de techniques de GDT (30 sites de 0,5 ha : 3,5 MAr), de REEPS (10 sites de 0,2 ha : 607 MAr) et de barrage inféroflux (1 site de 2 ha : 278 MAr).

<sup>24</sup> Ministère de la coopération française, 1993. *Mémento de l'agronome – Quatrième réédition*. Paris – Ministère de la coopération, 1 635p

<sup>25</sup> ENERGIS-FD, 2017. *Devis E035/CH/35H : REEPS 100 m<sup>3</sup> pour UNICEF*. Antananarivo, ENERGIS FD, 1p.

## 4. Reco 3 - Renforcement de l'offre en crédit de campagne

### 4.1. Enjeux et objectifs

De façon générale, les EA manquent de trésorerie pour faire face à leurs charges de production, qui s'élèvent en moyenne à 2,9 MAr/an/EA. 80% de ces charges de production proviennent des contrats de main d'œuvre (1,8 MAr/an/EA, soit 64% des charges) et de l'achat de pesticides (0,5 MAr/an/EA, soit 19% des charges).

En effet, il y a en moyenne 8,7 ha cultivé par actif propre à l'EA, ce qui est important dans un système d'agriculture paysanne faiblement mécanisé. La plupart des EA recourent donc massivement à de la main d'œuvre externe pour pouvoir optimiser le facteur de production le plus abondant, le foncier.

Cette main d'œuvre externe est nécessaire, car la plupart des EA sont faiblement capitalisées (équipement de traction attelée pas toujours présent et/ou suffisant par rapport aux surfaces possédées, accès restreint aux intrants chimiques, etc.) et la main d'œuvre propre à l'EA souvent insuffisante pour faire face à certains pics de travaux.

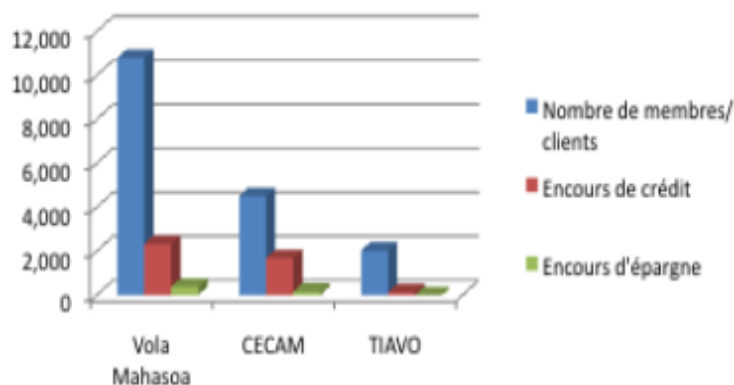
Pour financer leurs charges de production, les EA sont limitées :

- Leur trésorerie provient en grande partie des activités agricoles et d'élevage, les autres sources de revenus étant souvent marginales. En cas de coup dur, les EA vendent leur cheptel (« banque sur pattes »), s'exposant ainsi à une décapitalisation de leur EA s'il s'agit de zébus (Cf. Reco 4 infra) ;
- La trésorerie des EA est au plus bas en période de soudure : peu de culture de contre-saison (riz de contre-saison, pois du cap, patate, manioc à cycle long, oignon), peu de revenus alternatifs en saison sèche (peu de transformation de produits forestiers non ligneux, peu d'activité artisanale ou commerciale). C'est pourtant pendant cette même période que doivent être financés les intrants et les contrats ;
- 3 sources de crédit agricole existent : « avance coton », d'un montant modeste (0,33 MAr/EA/an... Soit environ 10% du total des charges moyens d'une EA) mais assez répandu (2/3 des EA) ; crédit formel, d'un montant plus élevé (1,58 MAr/EA/an), mais d'usage limité (20% des EA) ; crédit informel « *tsongo ravy* », a priori répandu, mais sur lequel les EA communiquent peu. D'après (HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014)<sup>26</sup>, 53% des ménages y auraient recours et les taux d'usure atteindraient 20% par mois pendant 2 à 5 mois de crédit !

L'offre de crédit agricole formel dans la Région Atsimo-Andrefana est limitée (*ibid*) :

- 5,3% des ménages de la Région avaient accès à du crédit formel en 2013, contre 23% des ménages à l'échelle nationale. Pourtant, 83% des ménages ruraux de la Région étaient demandeurs de crédit à cette même date ;
- Seuls 3 institutions de microfinance (IMF) étaient actives dans le secteur agricole dans la Région en 2013 : Vola Mahasoa (60% du volume d'en-cours de crédit agricole), Caisses d'épargne et de crédit agricole mutuels – CECAM (39%) et TIAVO (1%). Les autres IMF (BOA, Microred, Fivoy) n'étaient actives que dans le secteur du commerce ;
- De façon générale, les 3 IMF actives dans l'agriculture étaient déployées dans la ville de Tuléar et le District de Tuléar 2, couvrant ainsi 16 Communes avec 26 points de service. Au total, en 2014, il y avait 4 100 MAr d'en-cours de crédit agricole, au profit de 17 300 emprunteurs ;

<sup>26</sup> HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014. *Identifications des appuis pour le développement de l'accès à la finance des populations rurales et travaillant dans le secteur agricole dans les Régions Anosy, Diana et Atsimo Andrefana – Rapport finale pour le PIC2*. Antananarivo – PIC2, 61p



**Figure 14 - Données clés sur l'offre de crédit agricole dans la Région A-A en 2014 (HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014)**

- De l'avis des emprunteurs justement, cette offre de crédit agricole n'était pas la plus adaptée : taux d'intérêt mensuel tournant généralement autour de 3% (que ce soit pour le crédit de campagne sur 6 à 12 mois, ou le crédit d'équipement allant jusqu'à 36 mois) ; garantie exigée atteignant généralement 150% du montant emprunté ; formalisme important pour le dépôt, la validation, le suivi du dossier.

En conclusion, l'offre de crédit agricole dans la Région A-A ne répond pas aux besoins, d'une part car le volume de crédit agricole reste limité par rapport aux EA présentes, d'autre part car les conditions d'octroi sont considérées comme peu favorables (à tort ou à raison, car le crédit usuraire est plus coûteux... Mais, le remboursement étant fait en nature, ceci n'est souvent pas perçu par les EA). La plupart des interlocuteurs rencontrés sur le terrain ont donc souligné la nécessité de rendre le crédit agricole formel plus accessible.

## 4.2. Actions proposées

La recommandation se décompose en 4 activités, comme suit :

### A3.1 - Sélection d'une IMF et logement d'une ligne de crédit bonifié

(HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014) ont mené des analyses forces-faiblesses-opportunités-menaces (FFOM) des IMF de la Région A-A (Cf. pp18-23 de leur rapport), notamment les 3 actives dans le secteur agricole : Vola Mahasoa, CECAM et TIAVO.

Il serait utile d'actualiser ces analyses, 5 ans après. Il serait également utile d'actualiser les données concernant leur implantation (volumes d'en-cours, nombre de Communes couvertes, nombre de points de service, etc.) et leur performance (progression des en-cours de crédit agricole ces 3 dernières années, taux de remboursement ces 3 dernières années).

Après cela, des discussions pourraient être menées avec les IMF les plus performantes, afin de leur proposer de loger une ligne de crédit de projet (fonds revolving ou renouvelable : reconstitution chaque année), avec bonification du taux d'intérêt (passer de 3% mensuel, cas général, à 1,5 ou 2% mensuel). A priori, toujours d'après (HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014), l'idée devrait être bien accueillie car les IMF sont en recherche de PTF pour accroître leur volume d'activité.

### A3.2 - Renforcement et diversification du cautionnement innovant de type warrantage

Le crédit warrantage, aussi appelé crédit stockage ou crédit warranté, est un système de crédit rural apparu à la fin des années 1990 au Niger et devenu depuis assez répandu en Afrique subsaharienne<sup>27</sup>. Il consiste, pour une OPA et/ou ses membres, à obtenir un prêt en mettant en

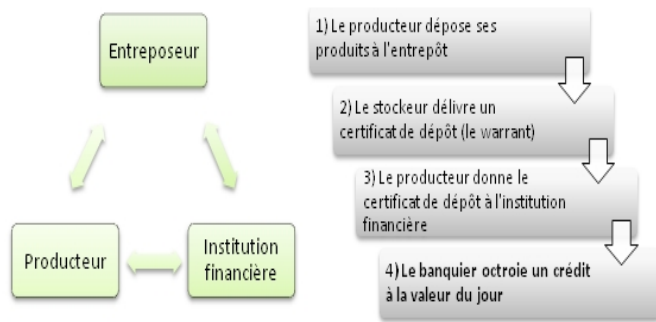
<sup>27</sup> Cf. <https://www.findevgateway.org/fr/guide/2014/01/le-warrantage-un-systeme-au-service-du-financement-des-producteurs-agricoles>

garantie leur production (de mil, sorgho, riz, maïs, arachide, etc.) susceptible d'augmenter de valeur. Il a deux objectifs principaux :

- Eviter aux producteurs de vendre juste après récolte, lorsque les prix sont au plus bas ;
- Donner la possibilité aux producteurs d'accéder à un crédit en utilisant leur production comme garantie ou collatéral tangible.

Schématiquement, cela peut se décomposer ainsi :

Phase 1: à la récolte (constitution)



Phase 2: à la soudure (dénouement)

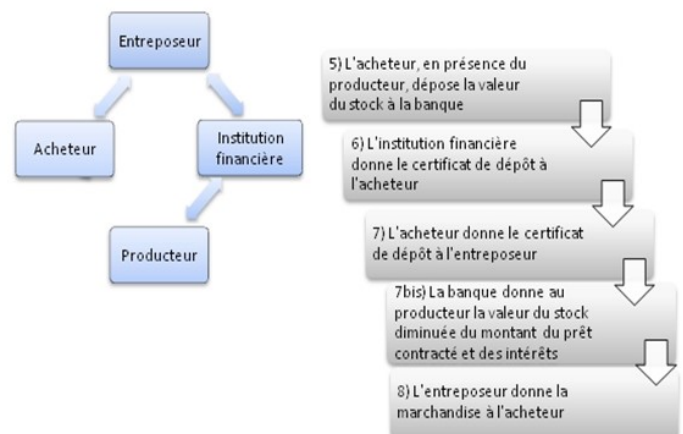


Figure 15 - Les étapes d'un crédit warrantage ([www.findevgateway.org](http://www.findevgateway.org))

Autrement dit, le producteur stocke au moment de la récolte, quand les prix sont relativement bas, et obtient un crédit pour mener ses activités agricoles de contre-saison ou d'autres AGR. Au moment de la soudure, il vend et rembourse le crédit grâce à la vente de la production, et conserve la marge dégagée par les AGR et par l'augmentation de prix intra-annuelle, marge qu'il peut réinvestir dans les activités agricoles en cultures pluviales.

A Madagascar, le crédit warranté a été introduit dans les années 2000 sous l'appellation de crédit « Grenier communautaire villageois » (GCV). Il a vite connu le succès : en 2016, les dépôts annuels étaient estimés à 100 000 / 120 000 t/an ; les GCV représentaient plus de 40% du portefeuille des 2 principales IMF ; les taux de remboursement avoisinaient les 99% (Inter-réseaux, 2016)<sup>28</sup>.

Ce système est donc intéressant pour permettre l'accès au crédit à des EA ne disposant pas d'autres garanties (caution mutuelle d'une OPA, garantie personnelle, biens hypothécables). Il est de plus déjà connu par les IMF, notamment les CECAM qui se sont développées autour de lui. Par contre, il est pour l'instant limité aux EA produisant du riz, qui sont peu nombreuses parmi les EA peu performante (80% ne cultivent que sur plateau) et moyennement performantes (44% ne cultivent que sur plateau).

L'objectif de cette activité sera donc de dialoguer avec l'IMF retenue, afin de l'inciter à tester du warrantage sur d'autres produits agricoles, du type niébé, haricot, arachide.

### A3.3 - Renforcement des capacités des gestionnaires et élus de l'IMF avec une AT perlée

D'après (HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014), les 3 IMF actives dans le secteur agricole dans la Région A-A (Vola Mahasoa, CECAM et TIAVO) disposent de protocoles de crédit détaillés, ont déjà plusieurs années d'expérience en termes de gestion de crédit agricole et des personnels qualifiés dans leurs points de service.

<sup>28</sup> Inter-réseaux, 2016. *Le warrantage paysan : stocker pour accéder au crédit ? Grain de sel n°72*. Paris – Inter-réseaux, 22p



Néanmoins, étant donné l'ampleur potentielle de la ligne de crédit projet, des particularités de cette ligne (bonification du crédit, ciblage vers certains types d'EA, diversification du warrantage, etc.), un appui-perlé serait utile afin de s'assurer que les procédures sont bien adaptées, que les capacités des agents des IMF sont renforcées en termes d'analyse et suivi des dossiers de crédit bonifié, que le reporting financier est adapté aux besoins de l'IMF et des PTF impliqués.

#### A4.4 - Recherche de cofinancements des PTF pour mise à l'échelle

D'après (HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014), les IMF seraient prêtes à cofinancer 20% à 30% d'une ligne de crédit externe (Cf. p5 de leur rapport). Elles seront donc les premières consultées en vue d'une mise à l'échelle. D'autres PTF actifs sur la thématique du crédit agricole (FIDA, GIZ, BAfD, etc.) pourront également être consultés.

### 4.3. Acteurs ciblés et dimensionnement

La Reco 3 ciblera les EA peu performantes (qui mobilisent 3 fois moins de main d'œuvre externe que la moyenne générale, toutes EA confondues : 0,56 MAr/an vs 1,88 MAr/an) et les EA moyennement performantes (qui mobilisent 1/3 de moins de main d'œuvre externe que la moyenne générale, toutes EA confondues : 1,20 MAr/an vs 1,88 MAr/an). Pour ces deux types d'EA, les montants des crédits de campagne resteront réduits (quelques centaines de milliers d'Ar) et dans les limites de leurs capacités de remboursement.

#### → Analyses des coûts

On peut faire une simulation avec des hypothèses moyennes : on couvre 50% des charges totales de production par du crédit, bonifié à moitié (1,5% sur 3% mensuel), remboursable sur 8 mois (avec remboursement total in fine, pour simplifier l'illustration). Dans ce cas, le ratio d'endettement (ratio coût du crédit/bilan total de l'EA) oscille entre 30 et 33%, respectivement pour les EA peu et moyennement performantes, ce qui paraît raisonnable

	EA peu perf	EA moy perf
Charges de main d'œuvre	556 403	1 200 331
Charges totales	869 379	1 875 516
Capital emprunté (50% des charges)	434 690	937 758
Intérêt d'emprunt (3% mensuel)	104 325	225 062
<i>Part supportée par l'EA (1,5%)</i>	52 163	112 531
<i>Part bonifiée par un PTF ( 1,5%)</i>	52 163	112 531
Coût du crédit pour l'EA ( sur 8 mois)	486 852	1 050 289
Bilans (recettes-charges)	1 634 629	3 189 013
Endettement (Coût crédit/Bilan)	30%	33%

Figure 16 - Simulation du coût unitaire du crédit de campagne bonifié et de l'endettement lié (auteur, 2020)

Si on décidait de couvrir toutes les EA peu performantes et moyennement performantes actuellement présentes dans la base de données PIC, cela représenterait un total de 924 EA et le coût total de l'appui (mise en place de la ligne de crédit et paiement des bonifications d'intérêt pendant 5 ans) s'élèverait à un peu plus de 1 000 MAr.

	EA peu perf	EA moy perf	
% d'EA dans cette catégorie	38%	36%	<b>TOTAUX</b>
Nbre total d'EA (périmètre PIC2-1)	474	449	<b>924</b>
Coût initial de la ligne de crédit	206 147 175	421 316 025	<b>627 463 200</b>
Coût annuel de la bonification	24 737 661	50 557 923	<b>75 295 584</b>
Coût de la bonification sur 5 ans	123 688 305	252 789 615	<b>376 477 920</b>
Coût total (ligne de crédit + 5 ans de bonif)	329 835 480	674 105 640	<b>1 003 941 120</b>

Figure 17 - Simulation du coût total du crédit de campagne bonifié (auteur, 2020)

Il serait bien entendu possible de démarrer sur 2 ou 3 Communes pilotes, afin d' « apprendre en faisant », avant de changer d'échelle.

Aspect intéressant à noter : les en-cours totaux de crédit de Vola Mahasoa et CECAM étaient respectivement de 2 322 MAr et 1 684 MAr en 2014. Si une ligne de crédit de 627 MAr était mise en place (en suivant les hypothèses précédentes), elle équivaldrait à respectivement 27% et 37% de leurs montants d'en-cours 2014. Sauf à ce que ces en-cours aient augmenté depuis 5 ans, on peut considérer qu'une ligne de crédit d'un peu plus de 600 MAr est la limite haute.

Dernier point : le volume d'AT perlée à l'IMF retenue (Action 3), afin de renforcer les capacités des gestionnaires et élus des IMF, dépend en partie de l'ampleur de la ligne budgétaire. Sur la base des hypothèses précédentes, en estimant que l'on touche un plus de 900 EA et qu'on met à disposition une ligne de crédit d'un peu plus de 600 MAr, il paraît raisonnable de prévoir 40 hj d'expertise externe en année 1, puis 20 hj/an en année 2 à 5, répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 302 MAr sur 5 ans.

### → Analyses des gains

Il y a deux types de gain espérés pour cette Reco 3 : (i) accroître la trésorerie des EA et leur permettre d'embaucher plus de main d'œuvre et d'optimiser leur facteur de production foncier, et ainsi augmenter leur production, (ii) augmenter l'offre de crédit agricole, qui plus est à taux bonifié, et leur éviter de prendre du crédit à taux usuraire.

Il serait hasardeux d'estimer quantitativement l'effet du (i), c'est-à-dire faire une relation directe entre volume de capital disponible et niveau de production, ce dernier étant dépendant de nombreux autres facteurs. Par contre, on peut faire une estimation très simple du gain espéré pour les EA qui abandonnerait le crédit informel (pour rappel : pratiqué par 53% des ménages d'après HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014) au profit d'un crédit bonifié.

En considérant une EA peu performante et en reprenant les hypothèses déjà présentées (869 375 Ar de charge totales, couvertes à 50% par un crédit de 434 690 Ar, crédit bonifié à 1,5% mensuel sur 8 mois), et en considérant de plus que l'alternative pour cette EA aurait été de prendre un crédit usuraire à 10% mensuel (pour rester conservatif, on considère la moitié du taux usuraire maximum cité par HERMAN et ANDRIAMIALIJAONA, 2014), on peut estimer le gain à environ 295 000 Ar, soit environ 18% du bilan total de cette EA, ce qui est significatif.

	EA peu perf	EA moy perf	Total
Nbre d'EA ciblées (périmètre PIC2-1)	474	449	924
Coût initial de la ligne de crédit	206 147 175	421 316 025	627 463 200
Coût de la bonification sur 5 ans	123 688 305	252 789 615	376 477 920
Coût de l'AT perlée sur 5 ans	155 286 486	147 113 514	302 400 000
Gain lié à substitution crédit usuraire sur 5 ans	700 900 395	1 432 474 485	2 133 374 880
Différence gains - coûts sur 5 ans	215 778 429	611 255 331	827 033 760

Figure 18 - Synthèse gain/coûts de la Reco 3 - Crédit de campagne bonifié (auteur, 2020)

**Coût total → 1 306 MAr.** A3.1 = 1 004 MAr, A3.2 = sans coût (intégré dans A3.3), A3.3 = 302 MAr, A3.4 = sans coût.

**Opportunités de financement PIC2 → -.** Pas d'intérêt pour les activités de crédit (conclusion des échanges avec le Coordonnateur du PIC2).

## 5. Reco 4 - Renforcement de l'offre en crédit d'équipement

### 5.1. Enjeux et objectifs

Les semis des principales cultures pluviales (coton, niébé, maïs, arachide, haricot rouge, haricot mungo) sont grosso modo concentrés sur 1 mois (décembre). Il est donc crucial de pouvoir labourer rapidement en année « normale » (courant novembre en général), à plus forte raison les années où le démarrage des pluies est légèrement retardé, ce qui implique de semer toutes les cultures dans un laps de temps très court.

Or, certaines EA manquent de zébus de labour et parfois aussi de charrues. Les 62% d'EA qui n'arrivent pas à labourer toutes seules l'ensemble de leurs terres sont défavorisées. Ces 62% d'EA se divisent en deux : (i) 28% des EA cumulent labour en propre et en prestation, n'ayant pas assez de paires de zébus par rapport à la surface à labourer, (ii) 34% dépendent entièrement du labour en prestation, n'ayant pas de zébus faute de moyens, ou les ayant perdus récemment suite des vols ou des ventes consécutives à de mauvaises récoltes.

En cultures pluviales, majoritaires, le labour « à temps » est donc un goulet d'étranglement pour les 2/3 d'EA qui ne peuvent pas labourer toutes leurs parcelles seules...Et ce goulet se rétrécit avec les impacts du changement climatique et les perturbations pluviométriques.

La situation est critique pour le 1/3 des EA qui n'ont pas de zébus de labour : elles cultivent en moyenne moitié moins de surface que les autres. Chaque année, de nouvelles EA entrent dans cette catégorie, de laquelle il est très difficile de sortir :

- pas de zébus pour labourer et pas de trésorerie pour payer des prestations
- diminution rapide des surfaces cultivées (alors que le foncier n'est généralement pas limitant et que les EA essaient souvent d'optimiser ce facteur de production en pratiquant des cultures extensives) et/ou EA devenant dépendantes des prestations de labour (d'où des retards fréquents sur le calendrier agricole)
- peu de production
- de moins en moins d'autoconsommation et de revenus
- spirale de décapitalisation de l'EA et augmentation de sa vulnérabilité

Un zébu adulte vaut généralement entre 0,8 et 1,2 MAr et une charrue de fabrication locale vaut environ 120 000 Ar. Acheter une paire de zébus et une charrue est donc hors de portée de nombre d'EA pauvres, sauf si elles accèdent à un crédit dédié.

Par ailleurs, il faut noter que les zébus sont parfois en mauvais état en fin de saison sèche, ce qui diminue leur performance de labour. En effet, de façon générale, l'entretien est limité : 16% des EA achètent du fourrage d'appoint en saison sèche (résidus de culture de maïs, niébé, patate) ; 63% des EA font des dépenses de soins vétérinaires pour leurs zébus, principalement pour la vaccination et plus rarement pour l'achat d'antibiotiques ou vitamines.

Enfin, il faut noter que le labour motorisé est pour l'instant marginal : 2 EA sur les 50 rencontrées utilisent des motoculteurs pour faire de la riziculture de bas-fonds sur Ambahikily. Pourtant, il y a sûrement un potentiel de développement en culture irriguée pour cet équipement, dont le coût (environ 7 MAr pour un motoculteur 18 CV, par ex marque MAT DEM vendu par Batimax<sup>29</sup>) est certes plus élevé qu'un attelage complet (2 zébus + 1 charrue, entre 1,7 et 2,5 MAr), mais qui présente d'autres avantages :

<sup>29</sup> Cf. <https://batimax-mada.com/motoculteur-18cv-diesel-dem-man-radiateur-3050101045/>

- Efficience et rapidité du labour : une paire de zébus en état moyen peut labourer environ 1 ha tous les 3-4 jour, alors qu'un motoculteur peut labourer la même surface en un jour ;
- Adaptation au sol lourd : les prestations de labour en bas fond sont généralement plus chères qu'en zone de plateau (différentiel de +10 000 Ar/ha, le labour sur plateau étant payé entre 30 000 et 50 000 Ar/ha) car les sols sont plus lourds et le labour plus difficile. Le motoculteur est bien adapté dans ce contexte, comme cela a été démontré sur les bords du Lac Alaotra depuis le début des années 2000<sup>30</sup> ;
- Exposition moindre au vol : les zébus sont la cible privilégiée des vols, étant donné qu'ils pâturent sur de vastes espaces sans avoir toujours une surveillance adéquate. Le passage au motoculteur réduit donc l'exposition au vol.

Pour rappel (Cf. Reco 3), l'offre de crédit agricole dans la Région A-A est limitée à plusieurs points de vue, ce qui freine l'équipement des EA et du secteur privé.

## **5.2. Actions proposées**

---

La recommandation se décompose en 5 actions, comme suit :

### **A4.1 - Sélection d'une IMF et logement d'une ligne de crédit bonifié**

La logique de cette activité est la même que l'Action A3.1 sous la Reco 3, à laquelle nous renvoyons donc. La seule différence concerne la durée du crédit, a priori étendue à 36 mois chez CECAM et Vola Mahasoa pour les crédits équipement. Ceci a des implications sur les estimations de coûts/gains décrits dans la Partie 5.3 infra.

### **A4.2 - Renforcement des capacités des gestionnaires et élus de l'IMF avec une AT perlée**

La logique de cette activité est la même que l'Action A3.2 sous la Reco 3, à laquelle nous renvoyons donc. En substance, il s'agira d'apporter un appui-perlé aux gestionnaires et élus de l'IMF afin de s'assurer que les procédures sont bien adaptées, que les capacités des agents des IMF sont renforcées en termes d'analyse et suivi des dossiers de crédit bonifié, que le reporting financier est adapté aux besoins de l'IMF et des PTF impliqués.

Toutefois, les montants unitaires de crédit étant plus élevés que pour le crédit de campagne (2 MAr pour des zébus et 7 MAr pour un motoculteur vs quelques centaines de milliers d'Ar pour un crédit campagne), les risques encourus à la fois par l'emprunteur et par l'IMF seront plus importants.

L'examen des dossiers de crédit d'équipement devra donc être mené de façon plus approfondie que pour les dossiers de crédit de campagne : élaboration de plans d'affaire simplifiés sur au moins la durée du crédit, identification de garanties tangibles (le warrantage, annuel par nature, ne peut pas être mobilisé ici).

### **A4.3 - Formation d'auxiliaires d'élevage pour améliorer l'entretien des zébus**

Les zébus sont en mauvais état en saison sèche et au moment des labours, car ils manquent de fourrage et parfois d'eau, et ne reçoivent quasiment pas de complément alimentaire ; ils ingèrent des sacs plastiques et chiffons ; ils souffrent de diverses maladies (charbon bactérien et symptomatique, parasitoses diverses, etc.) et sont parfois mal (voire pas) déparasités et/ou vaccinés.

A l'instar de ce qui existe dans des pays au contexte assez similaire (par ex, Niger ou Tchad : faible présence des services d'élevage étatiques sur le terrain, manque de vétérinaires privés, élevage

---

<sup>30</sup> Cf. <http://www.inter-reseaux.org/publications/revue-grain-de-sel/48-mecanisation-et-motorisation/article/le-boom-des-motoculteurs-au-lac?lang=fr>

pastoral avec saison sèche marquée, etc.), il pourrait être utile de susciter la création de nouvelles activités rurales, en formant des auxiliaires d'élevage sur une base volontaire.

Ces auxiliaires pourraient être appuyés à 2 niveaux : (i) formations de spécialistes de l'élevage, afin de prodiguer des appuis basiques : conseil en termes d'alimentation, diagnostics courants et petits soins du type vaccination (avec vaccins conservés à température ambiante), déparasitage, apport de vitamines, d'antibiotiques, etc., mais aussi élaboration d'un plan d'affaires pour réaliser des prestations, etc.), (ii) dotation d'un stock initial d'intrants d'élevage (complément alimentaire, produits vétérinaires, etc.), grâce à une subvention « jeune entrepreneur » du PIC (maximum 10 000 USD de don).

#### **A4.4 - Formation de prestataires de motoculteur et création de boutiques de pièces**

Comme indiqué précédemment, les motoculteurs sont pour l'instant rares dans la zone d'intervention du PIC, mais l'équipe du PIC pense qu'il existe un potentiel pour leur développement et juge intéressant de les promouvoir à titre pilote.

Dans cette logique, on pourrait imaginer identifier une 10aine d'acteurs, soit des EA bien performantes et intéressées pour labourer leurs propres parcelles voire faire des prestations de labour pour d'autres EA, soit des opérateurs privés n'étant pas actifs dans la production mais intéressés pour faire des prestations de labour.

Ces acteurs pourraient être appuyés à 2 niveaux pour développer une activité de prestation de labour par motoculteur : (i) recevoir des formations technico-économiques (utilisation du motoculteur, entretien, plan d'affaires pour réaliser des prestations, etc.) (ii) se doter d'un stock initial de pièces de rechange, grâce à une subvention « jeune entrepreneur » du PIC2 (maximum 10 000 USD de don), éventuellement complétée avec un prêt étatique bonifié et garanti, à 9% annuel sur 3 ans et d'un montant maximal de 50 000 USD.

#### **A4.5 - Recherche de cofinancements des PTF pour mise à l'échelle**

Là aussi, les IMF seront les premières consultées en vue d'une mise à l'échelle. D'autres PTF actifs sur la thématique du crédit agricole pourront également être consultés.

### **5.3. Acteurs ciblés et dimensionnement**

La Reco 4 cible les EA ayant des capacités de remboursement : EA moyennement performantes, dont 55% doivent louer des zébus en plus de leurs zébus propres afin de pouvoir labourer tout ou partie de leurs terres ; EA bien performantes, dont 31% doivent louer des zébus en plus de leurs zébus afin de pouvoir labourer tout ou partie de leurs terres.

Ces EA moyennement et bien performantes pourront par ce biais diminuer leur dépendance aux prestataires externes pour le labour de leurs propres parcelles, et également augmenter l'offre de service de labour dans l'aire d'intervention du PIC2, ce qui bénéficiera indirectement aux EA peu performantes.

#### **→ Analyses des coûts**

On peut faire une simulation avec des hypothèses moyennes : une paire de zébus coûte 2 MAr ; un motoculteur 18 CV coûte 7 MAr ; on couvre 80% du coût d'achat par du crédit (20% d'autofinancement par l'emprunteur) ; le crédit est bonifié à moitié (1,5% sur 3% mensuel) ; il est remboursable sur 36 mois avec remboursement du capital en 3 fois (un versement par an) ; les intérêts sont calculés sur le capital restant dû. Dans ce cas, le ratio d'endettement (ratio coût du crédit/bilan total de l'EA) oscille entre 33 et 9%, respectivement pour les EA moyennement et bien performantes, ce qui paraît raisonnable.

	Zébus pour EA moy perf	Zébus pour EA bien perf	Motoculteurs pour EA bien perf ou autre privés
Capital emprunté (1 paire de zébus)	2 000 000	2 000 000	
Capital emprunté (1 motoculteur)			7 000 000
Intérêt d'emprunt (3% mensuel, 1 remb/an)	2 400 000	2 400 000	8 400 000
<i>Part supportée par l'emprunteur (1,5%)</i>	1 200 000	1 200 000	4 200 000
<i>Part bonifiée par un PTF ( 1,5%)</i>	1 200 000	1 200 000	4 200 000
Coût du crédit pour l'emprunteur (sur 36 mois)	3 200 000	3 200 000	4 200 000
Coût du crédit pour l'emprunteur (sur 1 an)	1 066 667	1 066 667	1 400 000
Bilan annuel (recettes-charges)	3 189 013	16 343 212	16 343 212
Endettement (Coût crédit/Bilan)	33%	7%	9%

**Figure 19 - Simulation du coût unitaire du crédit d'équipement bonifié et de l'endettement lié (auteur, 2020)**

Si on décidait de couvrir les EA peu performantes et moyennement performantes ayant recours à la location de zébus et actuellement présentes dans la base de données PIC, cela représenterait un total de 174 EA. On pourrait également prévoir de faciliter l'achat à crédit de 10 motoculteurs. Sous ces hypothèses, le coût total de l'appui (mise en place de la ligne de crédit et paiement des bonifications pendant 3 ans) s'élèverait à un peu plus de 500 MAr.

	Zébus pour EA moy perf	Zébus pour EA bien perf	Motoculteurs pour EA bien perf ou autre privés	
% d'EA dans cette catégorie	36%	26%		<b>TOTAUX</b>
% d'EA recourant à la location de zébus, dans chaque catégorie	55%	31%		
Nbre d'EA emprunteuses (périmètre PIC2-1)	124	50		<b>174</b>
Nbre d'autres emprunteurs			10	<b>10</b>
Coût initial de la ligne de crédit	197 683 200	80 471 040	56 000 000	<b>334 154 240</b>
Coût de la bonification sur 3 ans	118 609 920	48 282 624	33 600 000	<b>200 492 544</b>
Coût total (ligne de crédit + 3 ans de bonif)	316 293 120	128 753 664	89 600 000	<b>534 646 784</b>

Il serait bien entendu possible de démarrer sur 2 ou 3 Communes pilotes, afin d' « apprendre en faisant », avant de changer d'échelle.

Aspect intéressant à noter : les en-cours totaux de crédit de Vola Mahasoa et CECAM étaient respectivement de 2 322 MAr et 1 684 MAr en 2014. Si une ligne de crédit de 334 MAr était mise en place (en suivant les hypothèse précédentes), elle équivaldrait à respectivement 14% et 20% de leurs montants d'en-cours 2014, ce qui paraît raisonnable.

Par ailleurs, le volume d'AT perlée à l'IMF retenue (Action A4.2), afin de renforcer les capacités des gestionnaires et élus des IMF, dépend en partie de l'ampleur de la ligne budgétaire. Sur la base des hypothèses précédentes, en estimant que l'on touche un peu moins de 200 emprunteurs et qu'on met à disposition une ligne de crédit d'un peu plus de 300 MAr, il paraît raisonnable de prévoir 60 hj/an d'expertise externe sur 3 ans, répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 151 MAr sur 3 ans.

Enfin, concernant les créations de nouvelles activités en milieu rural, on peut estimer les coûts comme suit :

- 212 MAr pour les auxiliaires d'élevage. Si ces activités sont lancées dans 3 Communes pilotes et que 5 auxiliaires sont formés par Commune, soit 15 en tout, cela nécessiterait :
  - Formation : il paraît raisonnable de prévoir 40 hj/an d'expertise externe en année 1 (formation initiale puis approfondie quelques semaines après), répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 101 MAr ;



- Subvention « jeune entrepreneur » : 15 subventions de 2 000 USD (7,4 MAr) chacune (suffisant pour constituer un stock de produits d'élevage), soit 30 000USD, soit 111 MAr ;
- 249 MAr pour les opérateurs de motoculteur. En supposant que 10 opérateurs soient soutenus, cela nécessiterait :
  - Formation : il paraît raisonnable de prévoir 40 hj/an d'expertise externe en année 1 (formation initiale puis approfondie quelques semaines après), répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 101 MAr ;
  - Subvention « jeune entrepreneur » : 10 subventions de 4 000 USD (14,8 MAr) chacune (suffisant pour constituer un stock de pièces détachées), soit 40 000 USD, soit 148 MAr ;

### → Analyses des gains

Il y a 3 types de gain espérés pour cette Reco 4 : (i) créer de nouvelles activités (auxiliaire d'élevage et opérateur de motoculteur) et augmenter les revenus en milieu rural tout en fournissant des services aux EA leur permettant d'accroître leur production, (ii) augmenter l'offre de crédit d'équipement agricole, permettant ainsi aux EA de s'équiper et ainsi labourer d'avantage de terre et plus vite (sans attendre qu'un prestataire soit disponible, ce qui peut être pénalisant dans un contexte où le labour aux premières pluies est crucial), (iii) leur éviter de payer des prestations de labour à l'extérieur (entre 30 000 et 40 000 Ar/ha), voire en assurer elle-même avec leurs zébus, une fois labourées leurs propres terres.

Il serait hasardeux d'estimer quantitativement l'effet du (i), car il s'agit d'activités innovantes, pour lesquelles la demande n'existe pas encore, par nature. On peut juste supposer que ces activités seront rentables et que le niveau de rentabilité dépendra de la demande qui se créera. Idem pour le (ii), il serait hasardeux de faire une relation directe entre capacités de labour et niveau de production, ce dernier dépendant de nombreux autres facteurs. On peut juste supposer que les EA augmenteront leurs surfaces emblavées et le taux de réussite de leur semis (labour à temps, dès les 1<sup>ères</sup> pluies).

Par contre, on peut faire une estimation simple du gain espéré pour le (iii) : chaque paire de zébus peut a minima labourer 20 ha/an, soit un gain par an de 20 ha x 35 000 Ar/ha (coût moyen de la prestation de labour) = 0,7 MAr/an, soit 3,5 MAr sur 5 ans (si on ne simule les coûts/gains que sur cette période). Rapporté au nombre d'EA ciblés, cela donne ce qui suit :

	Zébus / EA peu perf	Zébus / EA moy perf	Total
Nbre d'emprunteurs	124	50	174
Coût initial de la ligne de crédit	197 683 200	80 471 040	278 154 240
Coût de la bonification	118 609 920	48 282 624	166 892 544
Coût de l'AT perlée	107 457 286	43 742 714	151 200 000
Gain lié à baisse des presta de labour	432 432 000	176 030 400	608 462 400
Différence gains - coûts sur 5 ans	8 681 594	3 534 022	12 215 616

Figure 20 - Synthèse gain/coûts pour l'activité crédit zébu de la Reco 4 (auteur, 2020)

**Coût total → 1 192 MAr.** A4.1 = 535 MAr, A4.2 = 151 MAr, A4.3 = 212 MAr, A4.4 = 294 Mar, A4.5 = sans coût.

**Opportunités de financement PIC2 → 461 MAr.** Pas d'intérêt pour les activités de crédit (conclusion des échanges avec le Coordonnateur du PIC2), mais possibilité de financer des actions supports au crédit équipement : subventions « jeunes entrepreneurs » pour auxiliaires d'élevage / gérant de boutiques d'intrants vétérinaire (212 MAr) et opérateurs de motoculteurs / gérants de pièces détachées (249 MAr).

## 6. Reco 5 – Renforcement des capacités techniques des EA

### 6.1. Enjeux et objectifs

Questionnées de façon ouverte lors de la phase de diagnostic, les EA ont cité leurs 5 principales contraintes perçues. Comme synthétisé dans la figure ci-dessous, certaines reviennent fréquemment et 2 quasi-systématiquement : le manque d'eau et les attaques de ravageurs sont perçus comme des contraintes par plus de 80% des EA enquêtées.

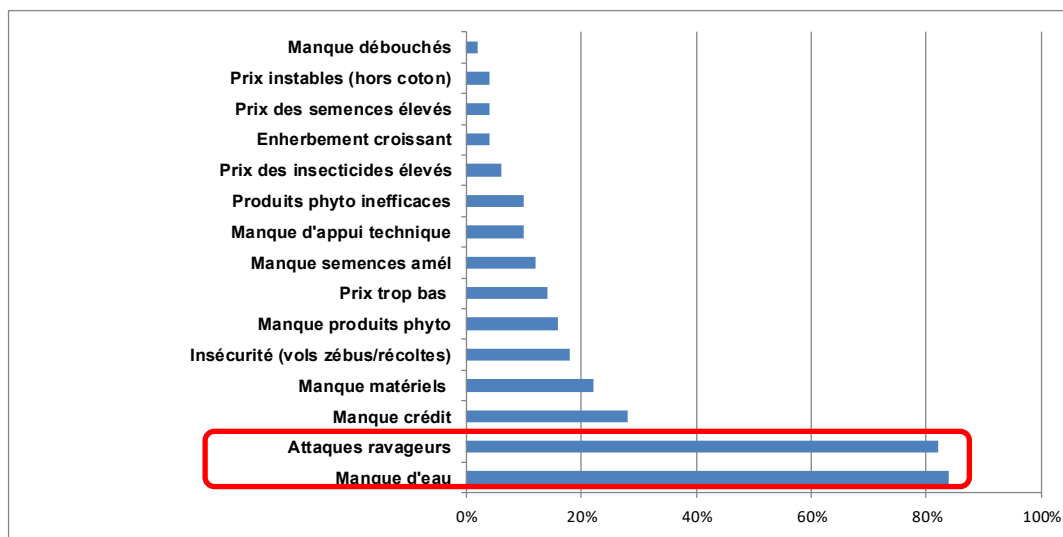


Figure 21 - Principales contraintes agricoles identifiées par les EA (auteur, 2019)

- **« Manque d'eau »** : Comme expliqué précédemment (Cf. Reco 2 ci-dessus), cette appellation recouvre en fait 3 contraintes, à savoir raccourcissement par 2 de la saison des pluies, diminution des volumes de pluies, augmentation de la fréquence des arrêts des pluies. Ces 3 contraintes font que les rendements chutent pour certaines cultures exigeantes en eau (par ex, maïs, spécialement au moment de la floraison ; pois du cap, spécialement au moment du remplissage des gousses) ; que les pertes totales de récolte (constatées à plusieurs reprises parmi les EA enquêtées) deviennent de plus en plus fréquentes ; que la phase de labour devient un goulet d'étranglement pour les EA incapables de labourer seules l'ensemble de leurs parcelles.
- **« Attaques de ravageurs »** : Comme expliqué précédemment (Cf. Reco 1 ci-dessus), les EA visitées citent divers et nombreux ravageurs. D'autres doivent exister dans la zone d'étude, mais ils ne sont à notre connaissance pas décrits ni quantifiés de façon exhaustive. La seule étude que nous ayons trouvée à ce sujet a plus de 60 ans (DELATTRE, 1958). D'après les observations des EA enquêtées, ces ravageurs ont un fort impact sur les rendements, occasionnent des coûts importants pour l'achat et la pulvérisation de pesticides et leurs dynamiques de renouvellement semblent avoir considérablement changé ces dernières années, à cause des changements climatiques (perturbations pluviométriques, décalage des calendrier culturaux, etc.).

Face à ces contraintes fortes de production, les EA n'ont quasiment pas d'appui/conseil technico-économique, mis à part des messages techniques spécifiques sur le coton (via l'ONG Helvetas puis le CIC, avec l'appui du Projet PIC2) ou le riz de bas-fond (PRIASO et ONG SIF et CARITAS, périmètre de Bas Mangoky). Des Groupements sont présents (32% des EA sont membres), mais semblent apporter des appuis limités à leurs membres

On constate par ailleurs qu'il y a très peu d'innovations dans la zone (si ce n'est l'utilisation de la rasette, promue par les opérateurs coton). Deux aspects étonnent en particulier :

**Associations et rotations très limitées** : 50% des EA déclarent emblaver les mêmes cultures pluviales en pur (pas ou peu d'association) et en continu sur les mêmes parcelles (« monoculture »).

Pour les 50% d'EA restantes, les associations sont très limitées, tant en surface qu'en diversité (par ex, maïs + arachide, pois du cap + autre légumineuse).

Les pratiques d'association et de rotation sont pourtant généralement la norme dans de nombreux systèmes d'agriculture paysanne extensive.

Elles permettent de freiner les exportations de certains éléments minéraux (dont la rareté peut rapidement devenir un facteur limitant du rendement), de couper les cycles de certaines adventices (via leur recouvrement périodique ou en les mettant en compétition avec des cultures plus « agressives ») et de couper les cycles de certains ravageurs (souvent inféodés à certaines cultures).

Les rotations sont dominées par le **Coton** (41% des surfaces chez les EA pratiquant les rotations) et par le **Niébé** (dans une moindre mesure : 30%).

Sans surprise, la très grande majorité des EA pratiquant la rotation y incorpore des légumineuses (niébé, haricot mungo) : au minimum 1 an sur 4, parfois 2 ou 3 ans sur 4. Ceci permet d'enrichir les sols en azote et de contribuer au maintien de la fertilité.

UP	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
12	Coton	Coton	Jachère	Coton
44	Manioc	Manioc	Jachère	Niébé
0	Niébé	Coton	Manioc	Niébé
11	Manioc	Niébé	Coton	Niébé
13	Niébé	Coton	H. mungo	Coton
17	Manioc	Niébé	Coton	Maïs
21	Coton	Coton	Niébé	Coton
22	Manioc	Maïs	Niébé	Coton
23	Coton	Coton	Coton	Niébé
25	Manioc	Coton	Niébé	Patate
26	Coton	Maïs	Niébé	Coton
27	Coton	Coton	Coton	Niébé
29	Coton	Niébé	Coton	Niébé
31	Coton	Maïs	Niébé	Coton
33	Coton	Coton	Coton	Niébé
35	H. mungo	Niébé	Coton	H. mungo
36	Niébé	Coton	Maïs	Niébé
37	Maïs	Niébé	H. mungo	Maïs
41	Coton	Niébé	Coton	Niébé
42	Niébé	Coton	Manioc	Niébé
43	Niébé	Niébé	Manioc	Niébé
45	Coton	H. mungo	Coton	H. mungo
48	Coton	Niébé	Coton	Niébé
14	Coton	Coton	Manioc	Manioc
30	Maïs	Coton	Maïs	Coton

Figure 22 - Rotations types chez les 50% d'EA ne pratiquant pas la monoculture (auteur, 2019)

Pratique marginale de la jachère : La jachère est très peu pratiquée (4% des surfaces chez les EA pratiquant les rotations), ce qui peut s'expliquer par 2 raisons principales : (i) les légumineuses sont bien présentes dans les rotations, comme expliqué précédemment, (ii) les EA mettent partiellement en valeur toutes les surfaces qu'elles possèdent, faute de pouvoir mobiliser convenablement les facteurs de production hors foncier.

Cela étant dit, sachant qu'il n'y a quasiment pas de transfert de fertilité de l'élevage vers l'agriculture, quasiment pas d'application d'engrais chimique (de façon marginale sur le riz de bas-fond), que les pratiques agroécologiques visant à maintenir la matière organique des sols sont méconnues (bien que des essais de jachères « flash » d'un an à base de plantes de couverture aient été mis en place par le passé dans la zone avec l'appui du CIRAD. Comm. pers. J. ZINSOT – Projet PIC2 Tuléar, août 2019), la dégradation des sols ne peut que s'accroître et pourrait devenir un problème.

## 6.2. Actions proposées

Cette recommandation complète l'Action « *Conception et diffusion de bonnes pratiques culturelles pour les filières grains secs* » prévue par le PIC2 sous l'axe « *Amélioration de la productivité et de la compétitivité* » dans son PTBA 2020, ainsi que l'Action « *Opportunités d'investissement privés pour les filières grains secs et oignon* » prévue sous l'axe « *Stimulation d'investissements privés et de l'agro-industrie* » de son PTBA 2020. Cette Reco 5 comprend 4 actions :

### **A5.1 - Identification des besoins prioritaires en appui-conseil technico-économique**

Ces 20 dernières années, les systèmes de production agricole familiaux des régions chaudes ont été confrontés à des défis communs, que (CHARPENTIER et al., 1999)<sup>31</sup> avaient bien synthétisés en prenant l'exemple de la Côte d'Ivoire :

- Pression foncière accrue : La jachère de longue durée, qui représentait le système stable traditionnel de reconstitution de la fertilité des sols, ne peut plus être pratiquée ;
- Intégration insuffisante de l'élevage : La production de fumier et d'autres matières organiques élaborées est souvent très inférieure aux quantités requises pour contribuer, avec la jachère, au maintien de la fertilité des sols ;
- Inaccessibilité et cherté des intrants extérieurs : La culture continue à fort niveau d'intrants extérieurs (engrais chimiques, produits phytosanitaires, semences améliorées) n'est ni accessible à tous les agriculteurs, ni forcément rentable à long terme.

A ces contraintes ressenties ces dernières décennies, on peut ajouter une contrainte plus récente : les impacts plus fréquents et plus forts des changements climatiques sur les cultures pluviales. Dans le cas précis de la Région A-A, ces changements climatiques se caractérisent surtout par l'irrégularité des pluies et la prolifération de pestes/ravageurs.

Nous avons déjà pré-identifié et présenté dans le rapport de diagnostic les contraintes perçues par les EA, leurs pratiques culturales et les limites de ces pratiques pour surmonter les contraintes de production.

Ce diagnostic ayant touché un échantillon réduit d'EA (50) et n'ayant pas été suivis de restitutions locales auprès des EA interviewées et les autres, il serait pertinent de prévoir de telles restitutions, dans la dizaine de Communes cibles du PIC2, afin de présenter les faits et conclusions clefs du diagnostic, recueillir les avis/amendements des EA sur ce diagnostic et, dans la suite logique, identifier et hiérarchiser leurs besoins prioritaires en appui-conseil.

Ces restitutions pourraient être organisées à coût quasiment nul par l'équipe locale du PIC2 à Tuléar, en s'appuyant sur les agents de terrain du CIC, déjà impliqués dans la réalisation des activités du PTBA 2020.

### **A5.2 - Recyclage des agents CIC en agroécologie et agriculture intelligente face au climat**

A partir des années 1990 et à l'instar de nombreux pays africains, Madagascar a expérimenté le système de vulgarisation promu par la Banque mondiale et dénommé « *Training and visit* » ou « *méthode Bénor* » (Banque mondiale, 1999)<sup>32</sup>.

Cette approche, basée sur la diffusion de messages techniques, généralement axés sur des filières particulières, a démontré ses limites en matière de contribution au changement de comportement des paysans. A partir de la fin des années 2000 et dans nombre de pays, notamment en Afrique subsaharienne, cette approche techniciste et plutôt prescriptive (« *top-down* ») a progressivement été abandonnée au profit d'une approche plus socio-économique et remettant le paysan au centre du jeu (« *bottom-up* »).

Le PIC2, après avoir initialement soutenu les seuls producteurs cotonniers par le biais de l'ONG Helvetas, a lui aussi modifié son approche et a entamé des appuis sur d'autres filières (grains secs, moringa, artemisia, etc.) et explore maintenant la possibilité de mener des appuis sur l'ensemble

---

<sup>31</sup> CHARPENTIER et al., 1999. *Fixation de l'agriculture au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire : quels nouveaux systèmes de culture*. Montpellier – CIRAD / Agriculture et développement n°21, 70p

<sup>32</sup> Banque mondiale, 1999. *Les services de vulgarisation agricole à Madagascar : accroître les services et profiter des partenariats*. Washington DC – Banque Mondiale, 4p

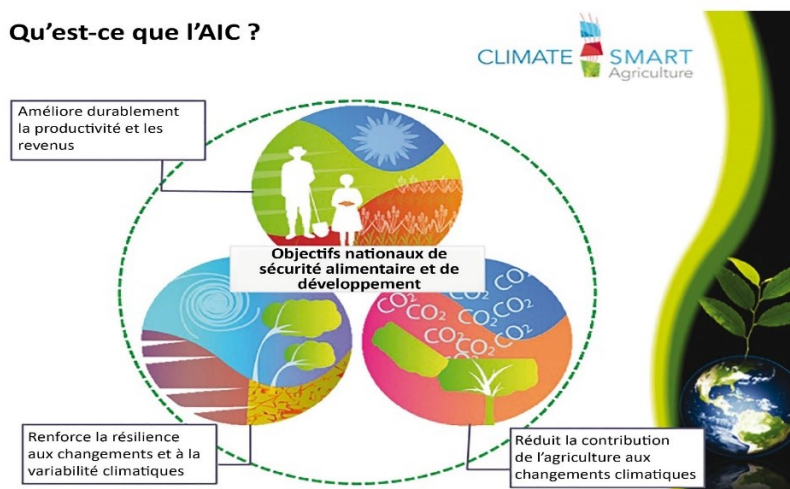
des systèmes de production (c'est d'ailleurs l'enjeu de cette étude, identifier de tels appuis larges et pas circonscrits à quelques filières).

Il serait donc utile de pouvoir « recycler » les agents de terrain du CIC, qui pour la plupart et en dépit de ce changement stratégique du PIC2 sont souvent restés dans une logique d'appui prioritaire aux producteurs cotonniers et à la filière coton. Les agents des Centres de service agricole (CSA) pourraient également être recyclés.

Ces formations de recyclage pourraient être regroupées sous le chapeau d'« agroécologie » / « agriculture intelligente face au climat » (AIC)<sup>33</sup>, deux concepts souvent employés de façon interchangeable actuellement et qui visent à :

- Augmenter durablement la productivité agricole : alimentation, revenus, emplois
- Renforcer la résilience et l'adaptation de l'agriculture face aux impacts du changement climatique
- Réduire les impacts sur les ressources naturelles (eau, sol, végétation) et atténuer les émissions de gaz à effet de serre

**Qu'est-ce que l'AIC ?**



**Figure 23 - Schéma conceptuel de l'agriculture intelligente face au climat (FAO, 2017)**

De façon concrète, et sans préjuger des thèmes d'appui-conseil qui auront été jugés prioritaires par les EA (Cf. Action A5.1 ci-dessus), les agents CIC et certains « *paysans leaders* » (désignés comme tels par l'équipe PIC2) pourront être recyclés sur les thèmes suivants : théorie du changement, accompagnement des dynamiques paysannes, gestion intégrée des ressources en eau, gestion de la fertilité des sols, contrôle de l'enherbement, lutte raisonnée des pestes et maladies, traction attelée et soins du bétail, diffusion de semences améliorées, transformation des produits, etc.

Ces formations pourraient être préparées et assurées par un expert international et un expert national en agroécologie. Au niveau de l'expert international, on peut notamment penser à des enseignants-chercheurs de l'Unité mixte de recherche (UMR) « *Agro-écologie et intensification durable des cultures annuelles* » (Aïda)<sup>34</sup> du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD).

**A5.3 - Mise en œuvre et suivi/actualisation des appuis**

Les appuis-conseils pourront être assurés par les agents CIC dans leur zones respectives, en s'appuyant sur les paysans leaders qui auront été eux aussi formés/recyclés.

Afin que les appuis-conseils soient dument suivis et actualisés, on pourra sélectionner un échantillon d'EA (par ex, 5% des 1 248 EA actuellement enregistrées dans la base de données du PIC2, soit environ 60 EA) afin de mettre en place du « conseil de gestion ». Le conseil de gestion se caractérise par les éléments suivants (RIGOURD et al. 2014)<sup>35</sup> :

<sup>33</sup> Cf. <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/overview/fr/>

<sup>34</sup> Cf. <http://ur-aida.cirad.fr/>

<sup>35</sup> RIGOURD et al, 2014. *Introduction au conseil de gestion aux exploitations agricoles et aux OPA*. AFD et ENABEL, 16p

- Complémentaire des appuis-conseils agricoles « classiques », dont la porte d'entrée est souvent technique, car il vise à suivre/traiter/exploiter des données économiques réelles (temps de travaux, quantités d'intrants, volumes récoltés, prix des intrants/produits, etc.) ;
- Englobant et reposant sur le concept d'« approche globale de l'exploitation agricole » (BONNEVIALE et al. 1989) : l'EA est un tout cohérent et le Chef d'EA a de bonnes raisons de faire ce qu'il fait, c'est au technicien de les identifier et de comprendre comment le Chef d'EA prend ces décisions (et comment il accueillera le conseil de gestion...) ;
- S'adressant à des EA volontaires et motivées, car il implique un surcroît de travail et de « paperasserie » lié notamment au suivi des charges, recettes, temps, etc.

Ce conseil de gestion permettra de mettre en place des référentiels technico-économiques jusqu'à présent inexistant dans la Région A-A (sauf peut-être sur le coton et le riz de bas-fond) et d'enrichir les appuis-conseils agricoles prodigués à l'ensemble des EA.

#### **A5.4 - Réflexion sur le business model du conseil agricole en vue de sa pérennisation**

Dans la suite logique des discussions tenues lors du PIC2-1 avec les opérateurs coton pour participer au co-financement du système d'appui du CIC, et en s'appuyant sur les plateformes grains sec que le PIC2-2 entend structurer, il sera utile de réfléchir sur le *business model* du conseil agricole. A ce stade, il est difficile de se prononcer à la place des opérateurs privés, car leur « *buy-in* » dépend en grande partie de ce que les conseillers agricoles pourront démontrer sur le terrain en termes d'accroissement des volumes et qualités des produits.

### **6.3. Acteurs ciblés et dimensionnement**

La Reco 5 ciblera en priorité les EA moyennement et bien performantes, ayant des surfaces de production conséquentes (proche ou supérieure à la valeur moyenne de 8,7 ha) ; la capacité de mobiliser la main d'œuvre (charges de main d'œuvre proches ou supérieures à la moyenne générale de 1,88 MAr) ; la capacité à labourer tout ou partie de leurs terres sans dépendre de prestataires externes (recours marginal à la location de zébus).

Selon la vision de l'équipe PIC2, la logique d'intervention générale serait la même que celle suivie par le PIC2-1 sur la filière coton : renforcer en priorité les EA ayant des capacités de production jugées satisfaisantes, afin de créer un effet d'entraînement auprès des autres.

#### **→ Analyses des coûts**

La validation des thèmes prioritaires d'appui conseil (activité) et la mise en œuvre de ces appuis (Actions A5.1 et A5.3) pourra se faire à coût constant, en s'appuyant sur les agents du CIC. Pour le recyclage des agents CIC (Action A5.2), il paraît raisonnable de prévoir 80 hj d'expertise externe sur 3 ans (40 hj en année 1, 20 hj/an en années 2 et 3), répartie à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 202 MAr sur 3 ans.

#### **→ Analyses des gains**

Il serait hasardeux de faire une relation directe entre conseil agricole et niveau de production, ce dernier dépendant de nombreux autres facteurs. On peut juste supposer que les EA augmenteront leur production et leur rentabilité.

**Coût total → 202 MAr.** A5.1 = sans coût, A5.2 = 202 MAr, A5.3 = sans coût, A5.4 = sans coût.

**Opportunité de financement PIC2 → 202 MAr.** AT pour recyclage des agents CIC en agroécologie et AIC.



## 7. Reco 6 – Appui à la diversification de la production des EA

### 7.1. Enjeux et objectifs

#### → Des cultures végétales peu diversifiées, aux marges nettes modérées

7 cultures dominent : riz, manioc, niébé, coton, patate, pois du cap et maïs (96% des volumes et 92% des recettes). Les marges de ces 7 cultures (barres en rouge dans la figure ci-dessous), ainsi que celles de cultures plus marginales en volumes / recettes, varient entre 0,4 et 1,5 MAr/ha.

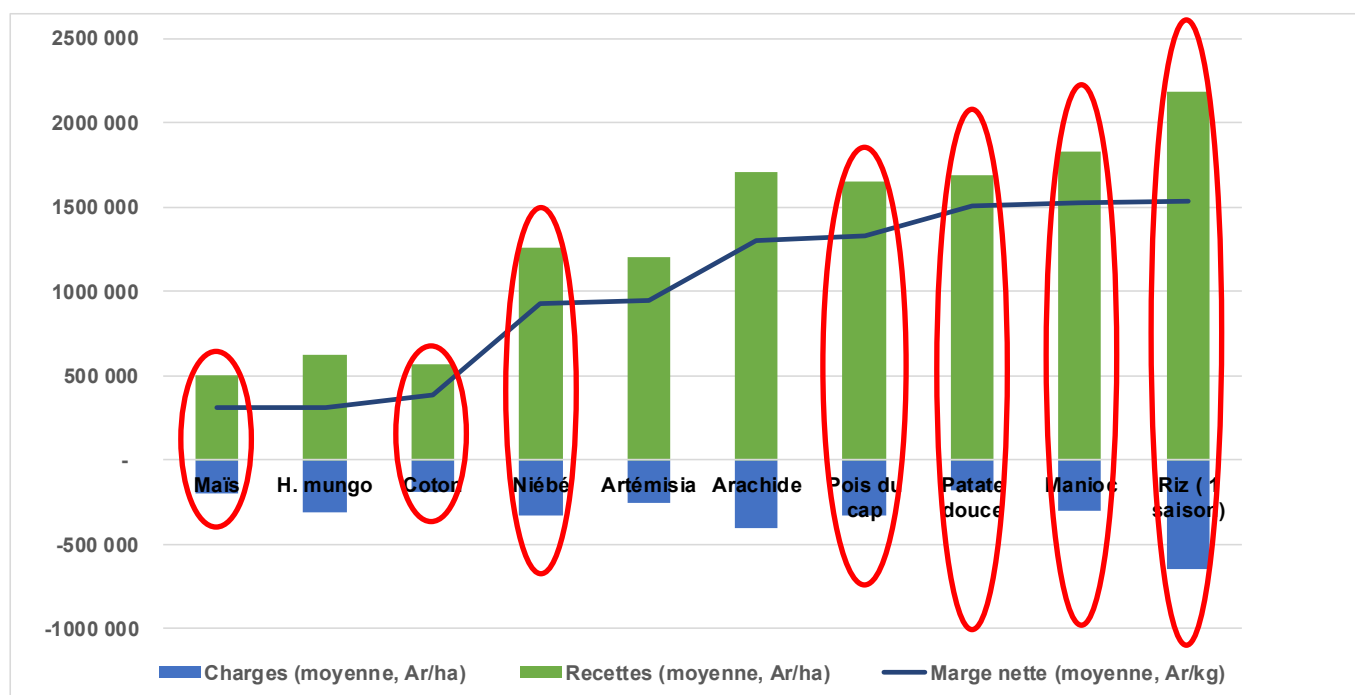


Figure 24 - Synthèse des charges, recettes et marges des principales cultures de la zone (auteur, 2019)

L'oignon - qui nécessite des parcelles irrigables et qui est finalement peu développé dans l'aire d'opération du PIC2 – a une marge nette bien supérieure (6,41 MAr/ha). Si l'on écarte l'oignon, la marge nette moyenne pour les 10 autres cultures ci-dessus est de 1,01 MAr/ha/an. Si on analyse plus en détail, on peut ressortir les points saillants suivants :

**Cultures intensives :** Les cultures « intensives » (en zone irrigable, de contre-saison ou pluvial + contre-saison, nécessitant une préparation fine du sol et/ou repiquage et/ou gestion de l'irrigation) permettent de dégager des marges nettes intéressantes : 6,41 MAr/ha pour l'oignon, 1,53 MAr/ha pour le riz (pour une saison marge nette doublée si 2 saisons/an), 0,94 MAr pour l'artemisia. Pour le riz et pour l'oignon, les charges engagées sont cependant importantes (autour de 0,65 MAr/ha, soit près du double des charges moyennes toutes cultures confondues : 0,34 MAr/ha) ;

**Cultures (très) extensives :** Le manioc et la patate douce requièrent relativement moins d'investissement que les autres cultures (respectivement 0,30 MAr/ha et 0,18 MAr/ha), sont peu sensibles aux attaques de ravageurs, ont des rendements certes faibles (respectivement 3,5 t/ha et 3,8 t/ha, moins de la moitié du rendement moyen observé en Afrique subsaharienne) mais la production se vend à un prix correct (respectivement 511 Ar/kg et 441 Ar/kg). Tout ceci fait que leurs marges nettes sont intéressantes (respectivement 1,52 MAr/ha et 1,51 MAr/ha) ;

**Pois du cap :** La marge nette estimée est intéressante (1,33 MAr/ha, près d'1/3 plus élevé que la marge nette moyenne, toutes cultures confondues hors oignon). Cependant, cette culture est inféodée à des zones très spécifiques (parcelles de décrue riches en alluvions, avec nappe d'eau proche de la surface) et se pratique donc principalement dans la Commune d'Ambahikily. Par ailleurs, le prix d'achat semble hétérogène, car dépendant de la qualité des grains (pas de

*menamaso* apparent, taille importante). La marge nette fluctue donc a priori considérablement selon la qualité de la parcelle (et donc le rendement) et la qualité des grains (et donc le prix bord champ) ;

**Coton** : La marge nette estimée paraît faible par rapport à la plupart des autres cultures (0,38 MAr/ha). Les charges sont modérées, mais les rendements sont faibles (418 kg/ha en moyenne), ceci étant principalement dû, d'après les déclarations des paysans, aux attaques de ravageurs, jassides en tête ;

**Arachide** : La marge nette estimée est intéressante et quasiment égale à celle du pois du cap. Le rendement moyen estimé est faible (686 kg/ha, contre 900 kg/ha à 1 t/ha en Afrique de l'Ouest, en culture paysanne), mais le prix d'achat est intéressant (2 491 Ar/kg). La demande semble forte ces dernières années : l'essentiel de la production est acheté par des grossistes chinois, non permanents sur Tuléar, qui exportent ensuite vers le Viet Nam et la Chine. ;

**Maïs** : encore récemment considéré comme une culture vivrière de base dans la zone, il est fortement attaqué par la chenille légionnaire, pour laquelle il n'existe pas localement de moyens de lutte probants. Les rendements déclarés sont bas (536 kg/ha) et, encore, surement surestimés par les paysans. Les charges sont certes modérées, mais cela ne compense pas la faiblesse des rendements et explique que la marge nette est parmi les plus faibles.

### → Les préférences des paysans se basent sur divers critères, au-delà de la rentabilité

Lors du diagnostic, les paysans ont été interrogés sur leurs préférences concernant les cultures « traditionnelles » (celles qu'ils peuvent citer spontanément). Ils ont été invités à les classer de 1 à 5. Nous avons noté le nombre de fois où chaque culture a été citée, et nous les avons classées en faisant un calcul comme suit : culture A citée en 1<sup>er</sup> = 1 point ; citée en 2<sup>ème</sup> = 1/2 point ; citée en 3<sup>ème</sup> = 1/3 de point ; etc. On a ensuite sommé les points pour obtenir un « score » pour chaque culture.

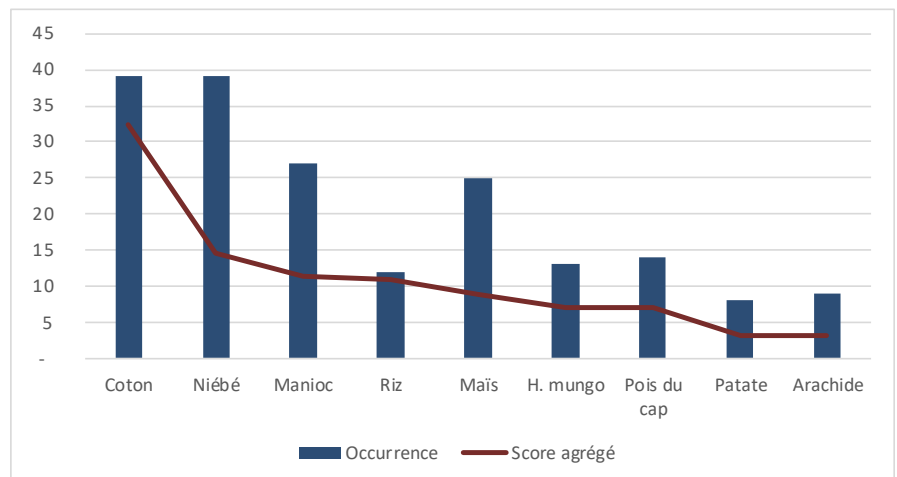


Figure 25 - Préférences des paysans en termes de cultures (auteur, 2019)

Nous avons complété cette analyse quantitative (calcul des scores par culture) par une analyse qualitative, en faisant une analyse sémantique des jugements des paysans (avantages perçus / inconvénients perçus). Le détail de ces analyses, quantitative et qualitative, est en **Annexe 3**. On peut ci-dessous synthétiser les points saillants :

- Le coton est, de loin, la culture préférée : prix stable et connu d'avance, paiement en bloc, avances sur intrants...Seul bémol, les ravageurs. En 2<sup>nd</sup>, le niébé : vivrier et rente, peu de sarclage, cycle assez court...Mais crainte des ravageurs également ;
- Les autres cultures sont classées un cran en dessous :
  - Manioc : vivrier et rente, facile et peu coûteux à cultiver, résistant aux ravageurs et à la sécheresse ;
  - Riz : vivrier et rente, 2 cycles possibles, résistant aux ravageurs, mais gourmand en eau ;
  - Maïs : aliment « traditionnel », cycle court...Mais gros problème de chenille légionnaire ;
  - Haricot mungo : cycle court, cash pour la campagne coton...Mais gourmand en eau ;

- Pois du cap : revenus, rendements élevés si parcelles propices, seule culture possible sur certaines parcelles de décrue...Mais culture complexe – besoin en eau et en fertilité, ravageurs, pas forcément plus rentable que le coton si la qualité est faible (*menamaso*) ;
- Patate douce : vivrier et rente, peu d'entretien, cycle assez court ;
- Arachide : vivrier et rente, résiste aux ravageurs.

### → **Quelles pistes pour diversifier les cultures et diminuer la vulnérabilité des EA ?**

Les cultures végétales sont très peu diversifiées. De plus, la grande majorité de la production est pluviale. Ces 2 conditions réunies font que les EA sont très exposées aux effets du changement climatique (sécheresse, pression accrue de certaines pestes/ravageurs, etc.).

Par ailleurs, contrairement à ce qu'on peut fréquemment observer dans des contextes similaires (agriculture paysanne extensive), la production n'est pas prioritairement orientée vers l'autoconsommation pour une majorité des EA (mises à part les 20% cultivant surtout du riz de bas-fond). Cela signifie que la plupart des EA ont une appétence certaine pour des productions végétales vouées à être commercialisées, y compris à l'export.

Il y a donc un potentiel de diversification à explorer, avec des cultures d'export :

- « **Innovantes** » : certaines ont commencé à être testées mais les analyses sont à approfondir et, si intérêt économique et acceptabilité sociale sont avérés, des contraintes sont à lever pour leur diffusion à plus large échelle. En effet, à l'heure actuelle, (i) le stevia est inconnu, (ii) le moringa est très méconnu, (iii) la connaissance et l'appétence pour artemisia (achetés exclusivement par Bionexx) sont faibles (ceux qui connaissent jugent qu'il faut beaucoup d'eau, que l'itinéraire est complexe, que c'est moins rentable que le coton).
- « **Traditionnelles** » : Mis à part le coton qui est 100% exporté, la plupart de ces productions se vendent sur les marchés locaux de détail. Certaines productions sont, de surcroît, vendues en partie à des grossistes, actifs sur les grands marchés nationaux (cas du riz, oignon, manioc, maïs, niébé, haricot mungo) ou sur les marchés d'export (cas de l'arachide, vendue principalement vers le Viet Nam et la Chine, mais par des commerçants non enregistrés localement ; du pois du cap, vendu principalement vers la Réunion, Maurice, l'UE). Le maïs a pu être exporté ponctuellement par le passé (vers Maurice notamment), mais la production a chuté avec l'arrivée de la chenille légionnaire et il n'y a plus d'export. Niébé et haricots (mungo, marbré, rouge) sont très ponctuellement exportés, quand une opportunité se présente, aux opérateurs spécialisés sur le pois du cap. Les canaux commerciaux ne sont donc pas stables. Finalement, au-delà du coton, seul le pois du cap semble disposer d'un potentiel d'export important, avec des opérateurs installés à demeure à Tuléar et des canaux commerciaux existants à redynamiser.

## **7.2. Actions proposées**

---

Cette recommandation complète les Actions (i) « *Assistance technique pour la production et transformation de moringa* » (190 000 USD), (ii) « *Opportunités d'investissement privés pour les filières grains secs et oignon* » (60 000 USD) et (iii) « *Suivi des deux projets pilotes d'irrigation par forage (NB : incluant culture de stevia et artemisia)* » (50 000 USD) prévues sous l'axe « *Stimulation d'investissements privés et de l'agro-industrie* » du PTBA 2020 PIC2. Elle se décompose en 2 actions, comme suit :

### **A6.1 - Faire connaître aux EA les cultures d'export innovantes : moringa et artemisia**

Lors du diagnostic, nous avons interrogé les paysans sur les cultures « innovantes » : artemisia, moringa et stevia, ainsi que des opérateurs spécialisés sur ces cultures. Voici les points saillants (plus de détails sont donnés dans l'**Annexe 3**) :

**Stevia** : Cette culture était inconnue des 50 EA interrogées et il n'y a actuellement que quelques petites parcelles tests dans la Région A-A. Il paraît donc nécessaire de poursuivre ces tests avant d'envisager un éventuel changement d'échelle.

**Moringa** : Cette culture est méconnue de la grande majorité des EA et, pour celles qui la connaissent, l'appétence est faible. Pourtant, il existe au moins 2 opérateurs actifs sur cette filière dans l'aire d'opération du PIC2 : l'ONG Bel Avenir<sup>36</sup> et la Société Moringa Wave<sup>37</sup>.

Cette dernière projette de s'implanter plus durablement dans la Région A-A et d'exploiter environ 70 ha (soit à 40 km au Nord de Tuléar - site de Mangili Ifaty, soit sur la Commune d'Ankilloaka), à 80% en *contract farming* et 20% en régie directe (pour éviter les ruptures d'approvisionnement) (com. pers. Franco Emilio ROSSI – Gérant de Moringa Wave, juillet 2019).

D'après Moringa Wave, le marché local existe (produits à base de moringa : savon, chocolat, jus naturel, baume à lèvres, gel douche, shampoing), tout comme le marché d'export (Maurice, Réunion, Canada, USA, France, Italie) et les prix sont intéressants : 5 000 à 7 000 Ar/kg bord champs pour les graines, 130 000 à 140 000 Ar/litre pour l'huile (rendement d'extraction : 12-13%) sur le marché local, 160 000 à 210 000 Ar/litre en prix FOB pour l'export.

**Artémisia** : La connaissance et l'appétence pour artémisia sont faibles. Ceux qui connaissent cette culture jugent qu'il faut beaucoup d'eau, que l'itinéraire est complexe, que c'est moins rentable que le coton. Pourtant, d'après le diagnostic, la marge nette pour l'artémisia (940 000 Ar/ha) est près de 2,5 fois supérieure à celle du coton (380 000 Ar/ha) et un opérateur, Bionexx, est implanté localement, ce qui garantit des débouchés.

En plus de sa marge nette a priori intéressante, cette culture a des atouts (Com. pers. François PETIT - Dir. des opérations de Bionexx, août 2019) : (i) résistance aux maladies (plante naturellement insectifuge. Seulement quelques attaques de chenilles), (ii) prix fixe et garanti de 1 100 Ar/kg, (iii) étalonnage des achats de septembre à mars (d'où entrées d'argent pour l'écolage de rentrée et pour les fêtes de fin d'année).

La question des besoins en eau est débattue : les EA interrogées pensent que ces besoins sont importants ; Bionexx estime que les besoins sont limités (1 à 4 tours d'eau sur un cycle de 4 mois) et que la plante est adaptée à la sécheresse et peut pousser sur tout type de sol, pourvu qu'il soit profond et aéré.

Pour les filières moringa et artémisia, globalement méconnues des EA et considérées comme peu attractive, en dépit de leurs avantages précités (diversification dans un contexte de vulnérabilité des cultures pluviales traditionnelles, débouchés existants, prix et marges attractives, ITK maîtrisables moyennant appuis initiaux), l'objectif serait de les faire connaître aux EA de l'aire d'intervention du PIC2. Cette sensibilisation pourrait se faire via différents canaux : visites de paysans sur des sites de production, distribution par les agents CIC de brochures simples illustrées présentant les caractéristiques clés de ces filières, élaboration et diffusion de documentaires radiophoniques (interview de paysans producteurs, d'opérateurs des 2 filières).

## **A6.2 - Appuyer la sélection massale de pois du cap sans *menamaso***

D'après les entretiens avec les principaux exportateurs de pois du cap de Tuléar, la production totale fluctuerait ces dernières années entre 5 à 10 000 t/an et proviendrait principalement de la Commune d'Ambahikily (environ  $\frac{3}{4}$  des volumes), un peu du District de Morondava (environ  $\frac{1}{4}$ ) et marginalement d'autres zones (quelques % : Communes de Belanda, Behompy, etc.).

<sup>36</sup> Cf. <https://ongbelavenir.org/qui-sommes-nous/>

<sup>37</sup> Cf. <http://www.moringawave.com/fr/>

Quant aux exportations, elles tourneraient autour de 3 000 t/an (2/5<sup>ème</sup> vers Maurice, 2/5<sup>ème</sup> vers la Réunion, 1/5<sup>ème</sup> vers l'UE) et se répartiraient entre quelques exportateurs (NB : estimations faites par les opérateurs eux-mêmes, puis triangulées entre elles pour s'assurer de leur cohérence) :

- 1 150 t/an pour Grain Export (Salim KOURDJEE), 1/3 vers Maurice, 1/3 vers la Réunion et 1/3 vers l'UE ;
- 700 t/an pour Etb Vali NOURAH, 100% vers Maurice (AGILISS Ltd. NB : grosse concurrence avec pois du cap péruvien) ;
- 500 t/an pour Zahir KOURDJEE, destinations variables mais pas vers l'UE ;
- 500 t/an pour Massoumin Export (Mohamed RAZA), 80% vers Réunion (SOBORIZ SA) et 20% vers UE et Dubaï
- ... Quelques petits exportateurs font des coups ponctuels, par ex Etb Siriny Suzanne qui a exporté 45 t en 2016 vers la Chine.

En 2019, le pois du cap s'achetait sur le marché local entre 1 400 (début sept) à 2 000 Ar/kg (fin nov). Les opérateurs d'export achetaient 50% plus cher, entre 2 000 (début sept) à 3 200 Ar/kg (fin nov). Le prix FOB Maurice était quant à lui de 925 €/t, soit environ 3 900 Ar/kg. On voit donc que la qualité export paie.

Or, de l'avis des opérateurs, cette qualité ne fait que baisser depuis les années 1970-80 (pic d'exportation en 1986 avec 23 000 t. DUGAUGUEZ, 2014<sup>38</sup>), pour deux raisons principales :

- Présence de *menamaso* (littéralement « œil rouge » : tache parfois peu visible sur le hile, témoin de la présence de phaséolunatine et/ou acide cyanhydrique, composés toxiques).
- Petitesse des grains : suivant la catégorisation en vigueur (Bureau des normes malgache – BNM et Centre technique horticole d'Antananarivo – CTHA), la qualité « supérieur » (PC2) est actuellement de 70 graines/100g, contre 65 graines/100g dans les années 1980. En comparaison, le pois du cap péruvien, le « *pallares* », est exempt de *menamaso* et plus renflé (50 graines/100g) et devient donc un produit de substitution sérieux, notamment à Maurice (*Ibid.*).

Cette détérioration de la qualité s'expliquerait par un phénomène de sélection massale « à l'envers » : les paysans, soucieux de vendre au maximum leur production (à une période-septembre - octobre où les besoins sont forts), ne conserveraient pas suffisamment de semences et se verraient contraints d'acheter de la semence tout-venant, voire des écarts de tri.

Ce problème clef semble bien identifié, en témoigne les nombreuses actions relevées dans la littérature depuis plus de 20 ans en faveur de la sélection / épuration variétale / diffusion de semences de qualité, menées avec divers partenaires : FOFIFA, CTHA, Maison des paysans (MDP) de Tuléar, Fédération des paysans du Menabe (FITAME), ONG Welt Hunger Hilfe, ONG FERT, etc.

Certaines ont été réussies, tel l'isolement et stabilisation par FITAME et MDP Tuléar de 8 lignées, avec un taux de *menamaso* variant de 0 à 15% (NB : plus de 40% en général). En particulier, la lignée n°6 isolée à Morombe était indemne de *menamaso* et produisait des grosses graines (62 graines/100g) et un bon rendement (1,7 t/ha) (DUGAUGUEZ, 2014) (MAEP & CTHA, 2010)<sup>39</sup>. Faute d'implication suffisante des exportateurs dans cette initiative et de création d'un débouché export pérenne pour les paysans, la « bonne » semence s'est petit à petit diluée dans le tout venant.

Agronomiquement parlant, la sélection massale fait sens, car il est avéré – après analyses croisées des diverses études sur le *menamaso* – que ce dernier est d'origine génétique et que le gène codant est récessif. Il est donc possible de purifier et isoler des lignées intéressantes, mais aussi de les

<sup>38</sup> DUGAUGUEZ, 2014. *Projet grains secs A-A*. Antananarivo – PIC2, 41p

<sup>39</sup> MAEP & 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*. Antananarivo, MAEP, 28p

conserver dans la durée car il n'y a qu'une variété de pois du cap à Madagascar, *Inamoenus*, et que la plante est majoritairement autogame (allogamie possible si les densités sont élevées, ce qui est rarement le cas) (RALAIADA, 1995)<sup>40</sup>.

Cela étant dit, en tenant compte des leçons du passé, il paraît pertinent de revoir le schéma opératoire et d'impliquer directement un exportateur clef dans cette action, par ex Grain Export (Salim KOURDJEE) qui est le plus exportateur de pois du cap (en volume), qui exporte environ 1/3 vers l'UE (où les lots avec plus de 3% de *menamaso* sont refusés) et qui était a priori intéressé par cette initiative.

L'action pourrait se dérouler comme suit :

- Identification des zones a priori les moins touchées par le *menamaso*, en se basant sur les travaux de (RALAIADA, 1995) qui avait fait un tel zonage, mais aussi en vérifiant auprès de FOFIFA, FATIME et CTHA où étaient les zones de production de la lignée n°6 précitée ;
- Achats prioritaires par l'exportateur et ses rabatteurs de pois du cap produit dans les zones pré-identifiées, puis sélection manuelle spécifique pour éliminer les grains avec *menamaso* et retenir des gros calibres (a minima 65 grains/100g), afin de constituer un stock de semence de base de 100 kg ;
- Distribution de ces semences à environ 60 paysans multiplicateurs identifiés pour leurs bonnes pratiques. Partant du principe qu'il faut 40 kg/ha de semences pour obtenir environ 1 t/ha (soit x25), on obtiendrait 2,5 t de semences améliorées en année 2. Ces 2,5 t de semences pourraient produire 62,5 t de semences en année 3, entièrement rachetées par l'exportateur aux paysans multiplicateurs : 60 t pourraient être distribuées à d'autres paysans et 2,5 t pourraient être laissées aux paysans multiplicateurs pour production de semences en année 4. L'année 4, on aurait encore 60 t de semences distribuées à d'autres paysans.

Au final, en 4 ans, on pourrait distribuer 120 t de semences améliorées, touchant ainsi près de 6 000 EA (hypothèse : 0,5 ha/EA de pois du cap « amélioré ») et permettant de lancer une filière améliorée de façon pérenne, les paysans et l'exportateur pilote (et ceux qui limiteront) ayant intérêt à préserver une telle semence améliorée, apte à sécuriser l'accès à des marchés plus rémunérateurs et à contrer la concurrence d'autres origines.

## **7.1. Acteurs ciblés et dimensionnement**

---

La Reco 6 ciblera en priorité les EA moyennement et bien performantes, ayant des surfaces de production conséquentes (proche ou supérieure à la valeur moyenne de 8,7 ha) ; la capacité de mobiliser la main d'œuvre (charges de main d'œuvre proches ou supérieures à la moyenne générale de 1,88 MAr) ; la capacité à labourer tout ou partie de leurs terres sans dépendre de prestataires externes (recours marginal à la location de zébus).

Pour le moringa et l'artémisia, toutes les EA appartenant à ces deux types seront potentiellement ciblées. Pour le pois du cap, les EA appartenant à ces deux types et disposant d'accès aux terres de la poche fertile d'*Eutric fluvisols* sur Ambahikily seront potentiellement ciblées.

### **→ Analyses des coûts**

En ce qui concerne l'Action A6.1 – « *Faire connaître aux EA les cultures d'export innovantes : moringa et artémisia* », les coûts sont minimes et concernent principalement les coûts de reprographie de petits fascicules et d'élaboration/diffusion de programmes radio, les coûts des agents de terrain CIC qui pourraient être mobilisés pour l'animation étant budgétisés par ailleurs pour le PIC2. On peut prévoir une enveloppe globale de 42 MAr pour cette action.

---

<sup>40</sup> RALAIADA, 1995. *Relance de la culture du pois du cap en vue de l'exportation dans la Région de Morondava – Mémoire de fin d'études*. Antananarivo – ESSA, 99p



En ce qui concerne l'Action A6.2 – « Appuyer la sélection massale de pois du cap sans *menamaso* », il faudra prévoir l'achat de 100 kg de semences améliorées en A1, 2,5 t en A2, 62,5 t en A3 et 62,5 t en A4. On peut prévoir un achat à 5 000 Ar/kg, afin d'inciter les paysans multiplicateurs à produire et trier des semences de qualité (NB : achat du pois du cap « tout venant » sur les marchés locaux entre 1 400 et 2 000 Ar/kg, avec souvent plus de 40% de *menamaso* d'après les dires des exportateurs).

	Semences multipliées par paysans Xeur				Semences redistribuées			
	Qtés achetées (t)	Coût achat (MAr)	Qtés Xées (t)	Surf de X° (ha)	Nb paysans Xeur (2 ha/paysan Xeur)	Qtés redistrib (t)	Surf semées (ha)	EA touchées (0,5 ha/EA)
A1	0,1	1	0,1		63	-	-	-
A2	2,5	13	2,5	63	31	-	-	-
A3	62,5	313	2,5	63	31	60	1 500	3 000
A4	62,5	313	2,5	63	31	60	1 500	3 000

**Figure 26 - Quantités et coûts des semences améliorées de pois du cap, de A1 à A4 (auteur, 2020)**

Il faudrait donc prévoir 640 MAr d'achat de semences sur les 4 ans. Cet investissement pourrait être supporté sous forme de *matching grant* à 50/50 par le PIC2 et l'exportateur pilote. Ce dernier aurait en effet un intérêt fort à développer une telle semence améliorée, afin de sécuriser des marchés d'export plus rémunérateurs et pouvoir contrer la concurrence d'autres origines.

En plus de cet appui sous forme de *matching grant*, le PIC2 pourrait mobiliser 90 hj d'expertise externe sur 4 ans (30 hj en année 1, 20 hj/an en années 2 et 4) pour accompagner la sélection massale, l'isolement d'une lignée pure, la mobilisation des paysans multiplicateurs, la coordination des acteurs (paysans multiplicateurs, exportateurs, services du MAEP). Cette expertise pourrait se répartir à 50/50 entre expertise internationale et expertise nationale. En valorisant leurs temps respectifs à 3,36 MAr/hj et 1,68 MAr/hj, le total est de 227 MAr sur 3 ans.

### → Analyses des gains

Concernant l'Action A6.1, Il serait hasardeux de faire une relation directe entre promotion/sensibilisation sur le moringa et l'artémisia, et les niveaux de production respectifs de ces produits, lesquels sont aussi fonction de nombreux autres facteurs. On peut juste supposer que les EA augmenteront les volumes pour ces 2 produits.

Concernant l'Action A6.2, on peut faire un raisonnement sommaire : le pois du cap « tout-venant » se vend entre 1 400 et 2 000 Ar/kg, soit 1 700 Ar/kg en valeur médiane ; le pois du cap « qualité export » se vend entre 2 000 et 3 200 Ar/kg, soit 2 550 Ar/kg en valeur médiane ; la qualité export est donc 50% plus chère que le tout-venant ; les 120 t de semences améliorées qui seront distribuées aux paysans permettront de produire grosso modo 3 000 t de pois du cap, avec un bonus de 850 Ar/kg (+50% par rapport au tout-venant), soit une plus-value pour la filière de 2 550 MAr.

**Coût total → 909 MAr.** A6.1 = 42 MAr, A6.2 = 867 MAr.

**Opportunité de financement PIC2 → 475 MAr.** Actions de promotion du moringa et de l'artémisia (42 MAr), *matching grant* avec un exportateur pour la sélection de semences de pois du cap sans *menamaso* (50% des 867 MAr).

## Annexe 1. Effets sur homme / faune / flore des produits phytosanitaires courants

Les produits ci-dessous sont ceux dont l'utilisation a été fréquemment citée par les EA enquêtées. Cependant, d'autres produits ont aussi parfois été cités, plus ponctuellement : profenofos, lambda-cyhalothrine, thiodicarb, émamectine benzoate.

Type de produit	Doses/coûts observés	Effets sur la santé humaine
<b>Acétamipride</b> : famille des néonicotinoïdes ; composé organochloré systémique et inodore ; noms commerciaux : <i>Assail, Pristine, Chipco, Supreme</i> ; cibles : insectes suceurs ; culture : coton	30 à 60 g/ha x 90 Ar/g = 2 700 à 5 400 Ar/ha/passage Jusqu'à 3 passages/ha	Une des causes de dysfonction érectile et, par là même, d'infertilité masculine (KAUR et al, 2016) <sup>41</sup> . Molécule interdite en France depuis sept. 2018 (Gouvernement français, 2016) <sup>42</sup>
<b>Carbosulfan</b> : famille des carbamates ; spectre large de cibles : insecticide, acaricide, nématicide ; culture : coton	0,5 à 1 L/ha x 29 000 Ar/L = 14 500 à 29 000 Ar/ha/passage Jusqu'à 2 passages/ha	Dose létale pour les poissons : 0,0015 mg/L. Dose journalière acceptable pour l'homme : 0,01 mg/kg/j. Molécule interdite dans l'Union européenne (UE) depuis 2007 (CE, 2007) <sup>43</sup>
<b>Chlorpyrifos</b> : famille des organophosphorés ; cibles : pucerons, chenilles, mouches ; cultures : coton, grains secs (rarement)	0,5 - 1 L/ha x 24 000 à 30 000 Ar/L = 12 000 à 30 000 Ar/ha/passage Jusqu'à 3 passages/ha (coton) et 1 passage/ha (grains secs)	Dose létale pour les poissons : 0,0033 mg/L. Dose journalière acceptable pour l'homme : 0,01 mg/kg/j. Cause de retard mental chez l'enfant. Molécule interdite en France depuis 2016, sauf à titre dérogatoire et temporaire pour l'épinard <sup>44</sup> .
<b>Cyperméthrine</b> : famille des pyréthrinoïdes de synthèse ; large spectre d'activité (insectes volants ou rampants, agit par contact et par ingestion) ; cultures : coton, grains secs.	0,25 L/ha x 25 000 à 35 000 Ar/L = 6 250 à 8 750 Ar/ha/passage Jusqu'à 9 passages/ha (coton) et 6 passages/ha (grains secs)	Dose létale pour les poissons : 0,0005 mg/L. Dose journalière acceptable pour l'homme : 0,05 mg/kg/j.
<b>Diméthoate</b> : famille des organophosphorés ; large spectre d'activité (insectes ou acariens, agit par contact et par ingestion) ; cultures : coton, grains secs.	0,5 – 1 L/ha x 24 000 à 30 000 Ar/L = 12 000 à 24 000 Ar/ha/passage Jusqu'à 9 passages/ha (coton) et 4 passages/ha (grains secs)	Molécule classée très toxique, nocive et dangereuse. Autorisée en France sous conditions sur certains légumes (asperge, carotte, chicorée) et interdite depuis 2019 sur la cerise, produite en France ou importée (Gouvernement français, 2019) <sup>45</sup>

**Figure 27 - Caractéristiques-clefs des principaux pesticides utilisés dans la zone d'étude (auteur, 2019)**

<sup>41</sup> KAUR, R.P et al. *Potential pathways of pesticide action on erectile function – A contributory factor in male infertility*. Asian Pacific Journal of Reproduction, vol. 4, n° 4, 1<sup>er</sup> décembre 2015, p. 322–330

<sup>42</sup> Gouvernement français. *Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*. Paris- Gouvernement français, août 2016

<sup>43</sup> Commission européenne. *Décision 2007/415/CE concernant les produits phytopharmaceutiques contenant du carbosulfan*. Bruxelles – CE, juin 2007

<sup>44</sup> Cf. <https://ephy.anses.fr/substance/chlorpyrifos>

<sup>45</sup> Gouvernement français. *Arrêté portant suspension d'introduction, d'importation et de mise sur le marché en France de cerises fraîches destinées à l'alimentation produites dans un Etat membre de l'Union européenne ou un pays tiers dans lequel l'utilisation de produits phytopharmaceutiques contenant la substance active diméthoate est autorisée en traitement des cerisiers*. Paris- Gouvernement français, avril 2019

## **Annexe 2. Techniques pour mieux valoriser l'eau pluviale**

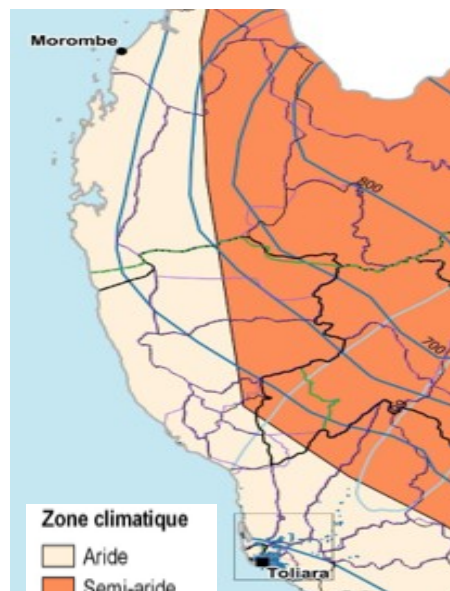
### **Rappel du contexte : quelle disponibilité en eau pour l'agriculture ?**

La Région A-A est marquée par l'aridité : à la longue saison sèche (7 à 9 mois), surtout sur les zones côtières, succède une brève saison des pluies souvent très irrégulière et toujours pauvre en précipitations (Conseil régional d'A-A, 2017)<sup>46</sup>.

En se basant sur l'indice d'aridité de Martonne ( $I = P/T+10$ , où  $P$  = précipitations annuelles et  $T$  = température moyenne annuelle), on peut distinguer deux zones dans l'aire d'intervention du PIC2 :

- Semi-aride ( $10 < I < 20$ ) : température moyenne élevée ( $23 < T < 26^{\circ}\text{C}$ ) et précipitations ( $500 < P < 900\text{mm}$ ) parfois insuffisantes pour maintenir les cultures (évaporation > apports d'eau des précipitations) ;
- Aride ( $I < 10$ ) : température moyenne élevée ( $24^{\circ}\text{C} < T$ ) et précipitations (généralement  $P < 500\text{mm}$ ) souvent insuffisantes pour maintenir les cultures.

Dit autrement, non seulement les précipitations sont faibles : moyenne annuelle 1970-2000 comprise entre 274 mm/an à Soalara et 733 mm/an à Sakahara, 345 mm/an pour Tuléar ; mais l'évapotranspiration potentielle (ETP) est forte : entre 1720 mm/an à Beroroha et 1297 mm/an à Tuléar (MAEP, 2003)<sup>47</sup>.



**Figure 28 - Cartographie de l'aridité dans la Région A-A (BD 500 FTM Météo - ONE, 2007)**

L'eau manque pour l'agriculture, mais aussi pour la consommation humaine. Etant donné le climat et la nature particulière des terrains (réseau hydrographique lâche, sols filtrants), la principale ressource en eau potable de la population demeure la nappe phréatique, très développée dans la Région mais souvent profonde pour être facilement exploitée. L'accès à l'eau potable est particulièrement préoccupant en milieu rural, avec un taux de desserte en eau potable de 25 à 30% en milieu rural (ONE, 2008)<sup>48</sup>

Dans la Région A-A, en 2008, une vingtaine de communes (17% des Communes de la Région), localisées essentiellement dans la partie Nord, étaient privées d'eau potable. Nombre de villages étaient certes équipés de forages ou puits à pompe à motricité humaine, mais ces équipements n'étaient parfois pas fonctionnels, à cause de l'indisponibilité ou la cherté des pièces de rechange (*Ibid*).

D'après les relevés historiques de ces 30 dernières années<sup>49</sup>, la saison des pluies aux environs de Tuléar démarrait grosso modo en octobre/novembre et s'arrêtait en mars, soit 5 à 6 mois de pluies.

<sup>46</sup> Conseil régional d'A-A, 2017. *Atlas cartographique de la Région Atsimo Andrefana*. Tuléar - Conseil régional d'A-A, 162p.

<sup>47</sup> Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (MAEP), 2003. *Monographie de la Région A-A par l'Unité de pilotage du développement rural (UPDR)*. Antananarivo – MAEP.

<sup>48</sup> Office national de l'environnement (ONE), 2008. *Rapport de synthèse sur l'état de l'environnement - Région Atsimo Andrefana*. Antananarivo – ONE, 51p

<sup>49</sup> Cf. [https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/tulear-airport\\_madagascar\\_6297058](https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/tulear-airport_madagascar_6297058)

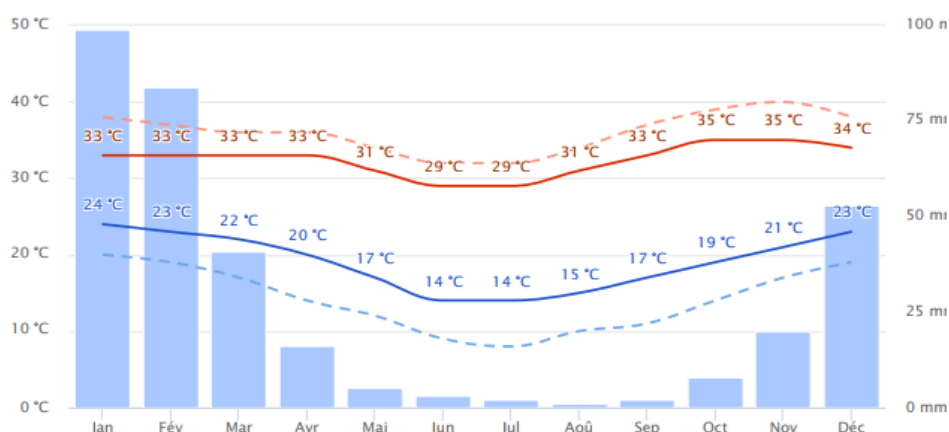


Figure 29 - Historiques de pluvio. et température min et max sur 30 ans à Tuléar (Meteoblue, 2019)

Ces dernières années, de l’avis de la majorité des EA visitées, les pluies s’installent plus tard (vers Noël) et s’arrêtent plus tôt (courant février), d’où un raccourcissement par 2 de la durée des pluies ! Par ailleurs, en plus de ce raccourcissement de la saison des pluies, les EA visitées ont noté :

- Une diminution des volumes. Ceci est corroboré par l’examen des données passées : 157 mm/an de cumul en 2017 et 167 mm/an de cumul en 2018 vs 325 mm/an de cumul moyen sur 1981-2010 ;
- Une augmentation de la fréquence des arrêts des pluies : après les semis, les pluies s’arrêtent parfois pendant plus d’une semaine, détruisant les 1<sup>er</sup> semis et obligeant à tout ressemer, ce qui n’est pas toujours possible pour les EA les plus pauvres.

Certes, une forte variabilité de la pluviométrie existait déjà - comme on peut le voir sur ce diagramme 1980-2016 de la quantité de pluie moyenne (ligne continue) sur Tuléar accumulée au cours d’une période glissante centrée sur le jour en question, avec bande claire du 25<sup>e</sup> au 75<sup>e</sup> percentile et bande sombre du 10<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> percentile<sup>50</sup> - mais les EA perçoivent une augmentation de cette variabilité ces dernières années.

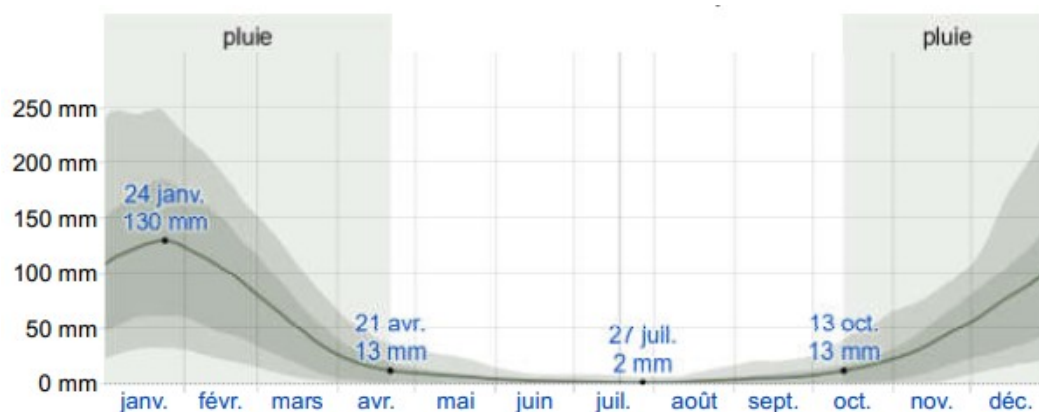


Figure 30 - Diagramme 1980-2016 des quantités de pluie moyenne à Tuléar (weatherspark.com, 2020)

Ces 3 contraintes pluviométriques précitées ne devraient que s’aggraver sous l’effet des changements climatiques. Madagascar est classé « très vulnérable » aux changements climatiques (20 sur 181 pays) et est mal préparé pour faire face à ces impacts<sup>51</sup>. Les précipitations ont déjà baissé de 8% au niveau national, sur une période de 30 ans (1983 à

<sup>50</sup> Cf. <https://fr.weatherspark.com/y/102576/Météo-habituelle-à-Tuléar-Madagascar>

<sup>51</sup> Cf. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

2013). Le Grand Sud notamment souffre de sécheresse récurrente (sécheresse de 4 ans, de 2013 à 2016 ; 6 sécheresses de 1981 à 2010). Les précipitations devraient encore probablement baisser au niveau national, de -8 à +1 % d'ici 2050 (CHEMONICS, 2018)<sup>52</sup>.

## Rappels sur le bilan hydriques des cultures

En simplifiant, on peut poser la formule standard suivante pour le bilan hydrique des cultures :  $P + RFU + I = ETR + R + D$  (NB : grandeurs exprimées en mm/an), avec P = Précipitations, RFU = Réserve en eau du sol facilement utilisable, I = Irrigation, ETR = Evapotranspiration réelle, R = pertes en eau dues au Ruissellement et D = pertes en eau dues au Drainage en profondeur. Le schéma de gauche ci-dessous résume ces éléments.

La RFU est la quantité d'eau du sol facilement utilisable, équivalente en première approche à près de 2/3 de la Réserve utile (RU). L'eau restante est trop difficilement utilisable par les racines, car trop liée aux éléments du sol. La RU est elle-même fonction, en première approche, de la texture du sol, comme le présente le schéma de droite ci-dessous.

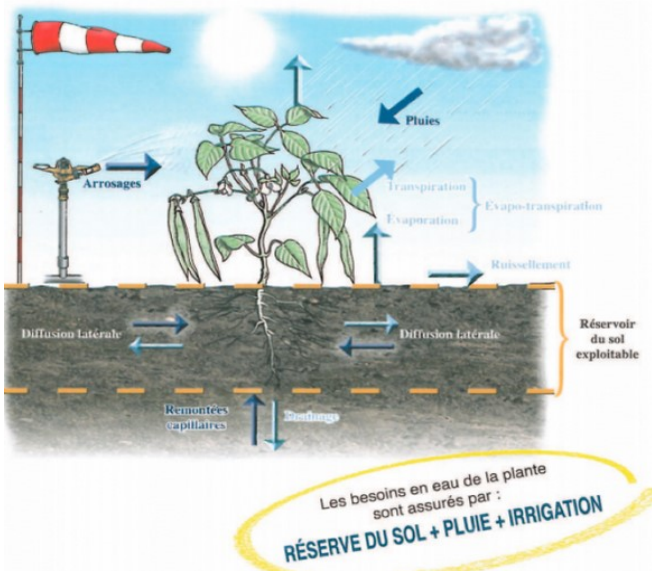


Figure 31 - Schéma explicatif du bilan hydrique ([www.naio-technologies.com](http://www.naio-technologies.com), 2020)<sup>53</sup>

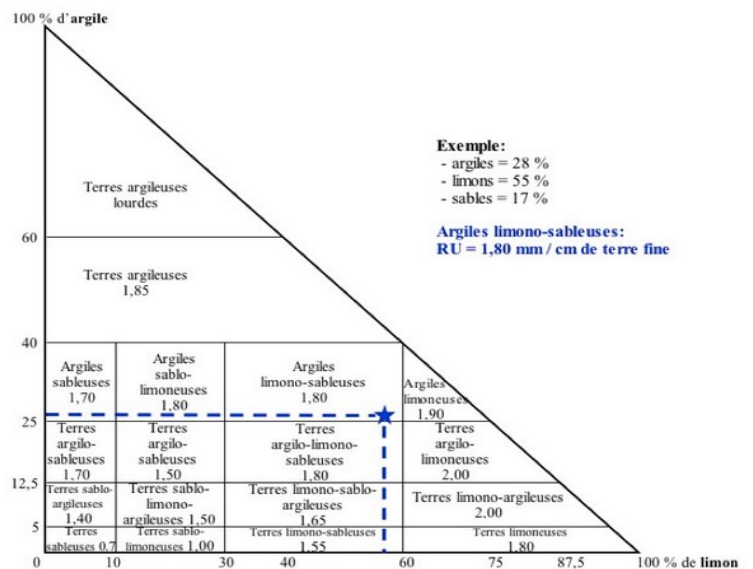


Figure 32 - Relation entre la texture du sol et sa RU ([www.naio-technologies.com](http://www.naio-technologies.com), 2020)

Les besoins en eau des cultures dépendent non seulement de l'espèce cultivée, mais aussi de la variété/cultivar, avec parfois des différences notables. Ainsi, pour le niébé, les besoins en eau en Afrique subsaharienne varient de 970 mm/cycle au Burkina Faso (NB : 1 mm = 10 m<sup>3</sup>/ha) à 370 mm au Sénégal (Ministère de la coopération française, 1993). Le besoin en eau varie aussi en fonction de la phase de développement de la culture. Ainsi, le coton a un besoin moyen en eau de 700 mm par cycle (7 000 m<sup>3</sup>/ha), répartis comme suit :

<sup>52</sup> CHEMONICS, 2018. *Profil de risque climatique en zone urbaine à Madagascar - Projet Atlas-USAID*. Washington DC – USADI, 27p

<sup>53</sup> Cf. <https://www.naio-technologies.com/irrigation-determinez-besoins-eau-cultures-stocks-deau-disponibles/>



Phases de développement	Jours après semis	Conso d'eau (mm/j)
De la levée au 1 <sup>er</sup> bouton	10 à 45	1 à 2,5
1 <sup>er</sup> bouton à la 1 <sup>ère</sup> fleur	45 à 75	2,5 à 6
Maximum de la floraison	75 à 120	6 à 10
Fructification	Après 120	4 à 5,5

**Figure 33 - Variation des besoins en eau du coton selon son développement (Min. coopération, 1993)**

Le maïs, qui requiert un minimum de 600 mm sur tout le cycle, a quant à lui un besoin en eau accru, autour de 6 mm/jour, pendant la floraison et juste après, soit du 60<sup>ème</sup> au 90<sup>ème</sup> jour après semis pour un cycle de 120 jours.

Les besoins en eau des cultures doivent être remplis au travers des précipitations, de la RFU, voire de l'irrigation quand cela est possible. Pour reprendre l'exemple du maïs, avec un besoin moyen par cycle de 600 mm (NB : les valeurs utilisées ci-dessous visent à donner des ordres de grandeur. Elles pourraient bien évidemment d'être affinées pour un cas précis, en tenant compte de la localisation exacte de la culture et donc de sa situation par rapport aux isohyètes, de la nature du sol, du relief, de la variété cultivée, etc.) :

- P : les précipitations annuelles au Nord de Tuléar, sur l'aire d'intervention du PIC2, fluctuent entre 450 et 600 mm en année normale (isohyètes croissantes en s'éloignant de la côte. Cf. Carte des isohyètes dans la Partie 3) ;
- RFU : Les sol sont majoritairement limono-sableux, avec une RU estimée de 1,55 mm/cm de terre fine (Cf. figure ci-dessus). Sachant que le maïs explore principalement les 90 premiers cm du sol<sup>54</sup>, on a un RU estimée de 140 mm, et une RFU estimé de 93 mm ;

En sommant P et RFU, on voit donc que le besoin en eau du maïs :

- N'est a priori pas couvert partout (somme P+RFU variant entre 543 et 693 mm). Dans les zones où cette somme P + RFU est trop éloignée du besoin en eau de la culture, il paraît illusoire d'améliorer le bilan hydrique en développant une irrigation permanente, étant donné les volumes d'eau à mobiliser (« rattraper » 100 mm = irriguer à hauteur de 1 000 m<sup>3</sup>/ha) ;
- Peut être théoriquement couvert en année « normale » dans les zones où la somme P+RFU est supérieure à 600 mm, avec cependant des risques de baisse de rendement, voire perte totale de récolte, en cas d'arrêt des pluies...phénomène de plus en plus fréquent dans un contexte de changements climatiques.

Il peut donc être intéressant d'explorer deux options pour améliorer le bilan hydrique des cultures : (i) améliorer la pénétration des pluies et ainsi augmenter la RFU : c'est l'un des objectifs des techniques dites de GDT décrites ci-après, (ii) collecter et stocker l'eau pluviale pour apporter une irrigation d'appoint : c'est l'objectif des techniques de collecte et d'irrigation d'appoint décrite ci-après.

## **Techniques dites de « Gestion durable des terres » (GDT)**

### **→ Terminologie et principes communs des techniques de GDT**

Les techniques dites de GDT ne sont pas nouvelles, mais pratiquées depuis des décennies, notamment et particulièrement au Sahel. Elles ont été successivement dénommées techniques « de *conservation de la fertilité des sols* (années 1960), de *développement agronomique* (années 1970), de *conservation de la fertilité* (années 1980), de *Conservation*

<sup>54</sup> Cf.

<https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/LAFERTILISATIONAZOTE/document/azote/racines.htm>



*des eaux et des sols (CES) et Défense et restauration des sols (DRS) (années 1990), de GDT et de Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (années 2000), aujourd'hui d'Agriculture intelligente face au climat (AIC) (années 2010) » (Hub rural, 2014)<sup>55</sup>.*

Les objectifs à ces techniques, quelles que soient leurs appellations, se situent à 3 niveaux :

- **EAU** : tirer au mieux partie de pluies rares, parfois erratiques dans le temps et l'espace, en utilisant des techniques de collecte permettant de maintenir le plus longtemps possible l'eau sur les terres ;
- **EROSION** : réduire les effets de l'érosion causée par le vent ou les fortes pluies, en introduisant des barrières physiques sur les terres ;
- **FERTILITE** : maintenir, voire restaurer, les qualités physiques et chimiques des sols, afin de maintenir durablement leur fertilité et les capacités de production agro-sylvo-pastorales.

L'innovation en matière de GDT ne repose donc pas sur la simple mise en œuvre de techniques existantes depuis près de 50 ans pour les plus anciennes, que sur leur adaptation aux réalités agropastorales locales : exiger un surplus de temps de travail modéré par rapport aux techniques agropastorales traditionnelles ; utiliser le minimum d'intrants extérieurs (inaccessibles et/ou chers) ; tenir compte de l'accroissement de la pression foncière (pour l'agriculture ou le pastoralisme) et de la difficulté de pratiquer la jachère ou la mise en défens ; tenir compte de la faible intégration de l'élevage et de l'agriculture : la production de fumier étant souvent inférieure aux quantités requises dans les systèmes d'agriculture pluviale de régions chaudes (CHARPENTIER et al., 1999)<sup>56</sup>.

Si on les prend dans leur acceptation large, les techniques de GDT sont très diverses. Ainsi, il en a été recensé pas loin de 59 au Burkina Faso, réparties en cinq grands types de techniques, qui se chevauchent plus ou moins (OUEDRAOGO et al., 2012)<sup>57</sup> :

- **Agronomiques** : 16 techniques, dont compostage, paillage, engrais en micro-dose, etc. ;
- **Physiques** : 22 techniques, dont billonnage, sous-solage, bande enherbée, traitement des ravines, etc. ;
- **Biologiques** : 16 techniques, dont association céréales/légumineuses, jachère améliorée, Régénération naturelle assistée (RNA), etc. ;
- **Zootecniques** : trois techniques, dont production de fourrage, transhumance ;
- **Combinées** : deux techniques, ferme intégrée et intégration agriculture/élevage en stabulation.

Parmi ces diverses techniques, 3 semblent intéressantes dans le contexte de la Région A-A à Madagascar. On les présente donc succinctement dans ce qui suit :

---

<sup>55</sup> Hub rural, 2014. *Note préparatoire du Forum des acteurs nationaux et régionaux de l'Agriculture intelligente face au climat (AIC) en Afrique de l'Ouest, pour la définition du cadre d'intervention, de financement et de suivi-évaluation de la CEDEAO sur l'AIC accompagné d'une Alliance pour la coordination des initiatives sur l'AIC dans le cadre de la mise en œuvre de l'ECOWAP/PDDAA*. Dakar – Hub rural, 27p

<sup>56</sup> CHARPENTIER et al., 1999. *Fixation de l'agriculture au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire : quels nouveaux systèmes de culture*. Montpellier – CIRAD / Agriculture et développement n°21, 70p

<sup>57</sup> OUEDRAOGO et al., 2012. *Bonne pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina-Faso*. Ouagadougou – CILSS, 194p

### → **Zaï ou tassa**

Originaire de Yatenga, au Nord du Burkina-Faso, le terme de « zaï » viendrait du mot Moré « *zaïégré* » qui veut dire « *se lever tôt et se hâter pour préparer sa terre* », car la technique a l'inconvénient de nécessiter près de 300 heures de travail à l'hectare. Originaire de Badiguichiri, Région de Tahoua, au centre du Niger, le terme de tassa signifierait quant à lui « *petite tasse servant à retenir l'eau* » (BOUZOU & DAN LAMSO, 2004)<sup>58</sup>.

C'est une technique traditionnelle, qui consiste à concentrer l'eau et les nutriments autour de la plante semée dans un trou. Sa variante agroforestière est également applicable dans le cadre des reboisements.

En saison sèche, des trous de 30 cm de diamètre et de 15 à 20 cm de profondeur sont creusés. On y dépose de la matière organique (fumier ou compost) recouverte d'un peu de terre (le tout sera décomposé par les termites). Le semis est réalisé aux premières pluies. On peut ajouter un paillage autour du trou, pour mieux retenir l'humidité. L'eau et le compost sont ainsi concentrés au bénéfice de chaque plantule, ce qui favorise leur installation et croissance initiale (Réseau des chambres d'agriculture du Niger - RECA, 2011)<sup>59</sup>.

Cette méthode nécessite peu d'intrants : résidus agricoles ou d'élevage pour le compost (sous forme de galettes sèches) et chaumes pour le paillage. Dans le cas où le travail du sol est très difficile, un premier trait de charrue avec un soc spécial (charrue Delfino) facilite la trouaison.



Figure 34 - Photo de zaï fraîchement préparé au Niger (crédit : Inter-réseaux, 2012)



Figure 35 - Photo de parcelle avec zaï et cordon pierreux au Burkina (crédit : SOS Sahel, 2013)

Au Nord du Burkina-Faso, des producteurs ayant mis en œuvre le zaï ont vu leurs rendements céréaliers doubler, de 400 kg/ha à près de 800 kg/ha (SAWADOGO, 2006)<sup>60</sup>.

### → **Cordons pierreux ou bandes enherbées**

C'est une technique antiérosive qui favorise la conservation de l'eau et des particules solides (nutriments, limons fins, etc.) dans les parcelles cultivées. L'écartement entre deux courbes est tel que la différence de hauteur entre deux lignes successives est d'environ 30 cm.

<sup>58</sup> BOUZOU & DAN LAMSO, 2004. *Le « tassa » : une technique de conservation des eaux et des sols bien adaptée aux conditions physiques et socio-économiques des glacis des régions semi-arides au Niger*. Revue de géographie alpine - Volume 92, Numéro 1. pp. 61-70

<sup>59</sup> RECA, 2011. *Aménagements de périmètres bocagers pour une agriculture durable - Note d'information / actualités hors Niger n°6*. Niamey – RECA, 4p

<sup>60</sup> SAWADOGO, 2006, *Fertilisation organique et phosphatée en système de culture zaï en milieu soudano-sahélien du Burkina Faso. Thèse de doctorat*. Gembloux - Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, 232p.

Les agriculteurs du Nord Burkina -Faso qui utilisent cette technique ont observé le retour d'espèces herbacées et ligneuses dans les champs, comme par exemple, le dattier du désert (*Balanites aegyptiaca*), le marula (*Sclerocarya birrea*), l'ébénier d'Afrique (*Diospyros mespiliformis*) ou encore les Acacias spp (SAWADOGO et al., 2008)<sup>61</sup>.

La végétation retient le sol grâce à son système racinaire et l'enrichit par la décomposition des feuilles et la fixation d'azote atmosphérique dans le cas des légumineuses.



Figure 36 - Cordon pierreux autour d'un champ de sorgho au Burkina (crédit : SOS Sahel, 2008)



Figure 37 - Cordon pierreux de type muret au Burkina (crédit : UNDP, 2011)

Les rendements des cultures pourraient augmenter jusqu'à 40% dans les champs délimités avec un cordon pierreux (ZOUNGRANA et al., 2010)<sup>62</sup>. Mais ils pourraient augmenter jusqu'à 100% lorsque l'on combine le cordon pierreux avec une autre technique comme le zaï ou l'apport de fumure organique (*Ibid*). Ces techniques ont permis de récupérer des sols très dégradés comme les « zipella » (sols nus en Région Centre-Nord du Burkina Faso).

Cette complémentarité des techniques pour améliorer les caractéristiques physiques et chimiques des sols est corroborée par d'autres auteurs :

- Au Nord du Burkina Faso, la mise en œuvre conjointe du zaï et des cordons pierreux a permis d'atteindre des rendements céréaliers de 900 kg/ha environ, soit 100 kg/ha de plus que pour le zaï seul (SAWADOGO, 2006) ;
- Au Nord du Burkina Faso toujours, la mise en œuvre conjointe du zaï, de la RNA et des cordons pierreux a permis de doubler les rendements en sorgho pluvial (1 500 kg/ha vs 700 kg/ha sans rien) (SUBSOL et al., 2014)<sup>63</sup>.

Dans les zones où les moellons font défaut, les cordons pierreux peuvent être avantageusement remplacés par des bandes enherbées, disposées de la même façon que les cordons pierreux (selon les courbes de niveau, espacement d'environ 30 m entre lignes).

Plusieurs espèces se prêtent bien à cette technique (mise en place simple par fractionnement des mottes herbacées, enracinement profond, fourrage apprécié par le bétail mais repousse vigoureuse...), telles qu'*Andropogon gayanus*, *Andropogon ascinodis*, *Cymbopogon ascinodis*, *Vetiveria zizanioides*, etc.

<sup>61</sup> SAWADOGO et al., 2008. *Evaluation des impacts biophysiques et socio-économiques des investissements dans les actions de GRN dans les Départements de Rouko et Tikare, Province du Bam, Région Centre Nord du Burkina Faso*. Ouagadougou – SOS Sahel Burkina Faso, 33p

<sup>62</sup> ZOUNGRANA et al., 2010. *Capitalisation du Programme Initiative régionale environnement mondial et Lutte contre la désertification (IREM-LCD) – Technique et technologies de lutte contre la désertification – Recueil de fiches techniques*. Ouagadougou – CILSS, 42p

<sup>63</sup> SUBSOL et al., 2014. *Les techniques innovantes d'agriculture intelligente face au climat au Sahel - Fiche 1 : l'association zaï/cordons pierreux/RNA*. Niamey – Agrhymet, 4p

### → **Demi-lunes**

Une cuvette en demi-cercle est creusée dans le sol, permettant l'accumulation de l'eau et des particules solides (nutriments, limons fins, etc.) et formant un substrat propice à la croissance des semis. Le bourrelet extérieur peut être renforcé avec des pierres. Les demi-lunes sont souvent disposées en quinconces sur la parcelle, afin de maximiser la récupération d'eau de pluie et diminuer les effets de l'érosion (RECA, 2013)<sup>64</sup>.

On recommande en général une densité de 300 demi-lunes par hectare, avec des espacements de 8 m sur la ligne et 4 m entre les lignes. L'intérieur de la cuvette doit être travaillé sur 20-30 cm pour casser la croûte de terre indurée. En saison des pluies, l'eau va s'infiltrer en profondeur au niveau de la cuvette, augmentant la réserve utile en eau du sol et diminuant le ruissellement (*Ibid*).

Dans le sol travaillé, plus poreux, les plantes développent un système racinaire solide et profond qui favorise leur survie lors de la saison sèche. On peut semer des céréales ou légumineuses dans la cuvette (demi-lune agricole), voire sur le bourrelet en cas de risque d'asphyxie racinaire (concerne surtout le mil), et atteindre ainsi près de 1 t/ha. On peut aussi piéger les graines apportées par le vent dans la cuvette (demi-lune agropastorale), voire y planter des arbres (demi-lune agro-sylvo-pastorale) (*Ibid*).



Figure 38 - Demi-lunes fraîchement creusées au Niger (crédit : CILSS, 2014)



Figure 39 - Reprise de végétation sur demi-lune après 6 ans – Niger (crédit : RECA, 2013)

## **Techniques de collecte d'eau pluviale et d'irrigation d'appoint**

### → **Retenue collinaire « standard » / Bouli**

Une des idées, à l'issue du diagnostic, a été d'explorer la technique dite de « bouli » (retenue d'eau en langue mooré), répandue au Sahel : il s'agit d'une retenue collinaire à usage agropastoral (et parfois aussi pour collecter de l'eau de consommation humaine, dans les zones sans puits et forages), de taille variable (GTD, 2013)<sup>65</sup> :

- *Bouli* traditionnel : construction manuelle (travaux à haute intensité de main d'œuvre - HIMO), soit sur-creusement d'une mare existante, soit creusement ex nihilo, capacité de 1 000 à 6 000 m<sup>3</sup>. Test d'étanchéité simple : creusement d'un puisard de 1 m x 1 m x 1 m et estimation visuelle de l'infiltration / l'étanchéité, avant de valider l'implantation ;

<sup>64</sup> RECA, 2013. *Récupération de terres : le site de Guidda pour tirer des enseignements - Note d'information / GDT n°2*. Niamey – RECA, 7p

<sup>65</sup> Groupe de travail désertification, 2013. *Fiche technique : le bouli maraicher*. Montpellier – GTD, 4p





Figure 40 - Creusage d'un *bouli* traditionnel (crédit : GTD, 2013)

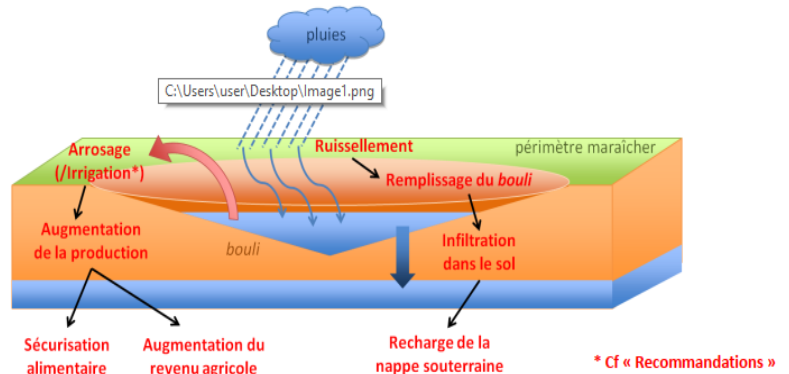


Figure 41 - Schéma explicatif du fonctionnement d'un *bouli* (crédit : GTD, 2013)

- *Bouli* communautaire : construction mécanisée, capacité de 20 000 à 25 000 m<sup>3</sup>. Du fait des coûts élevés et de l'aspect communautaire, requiert généralement des études plus approfondies : (i) aspects socioéconomique (appétence des villageois, possibilité de sécurisation foncière, mobilisation de ressources endogènes, plan d'affaire simplifié, etc.), (ii) aspects techniques (sondages, étude des courbes de niveau, estimation du maximum d'écoulement de l'eau, dimensionnement en tenant compte notamment des pertes par infiltration et par évaporation, etc.).

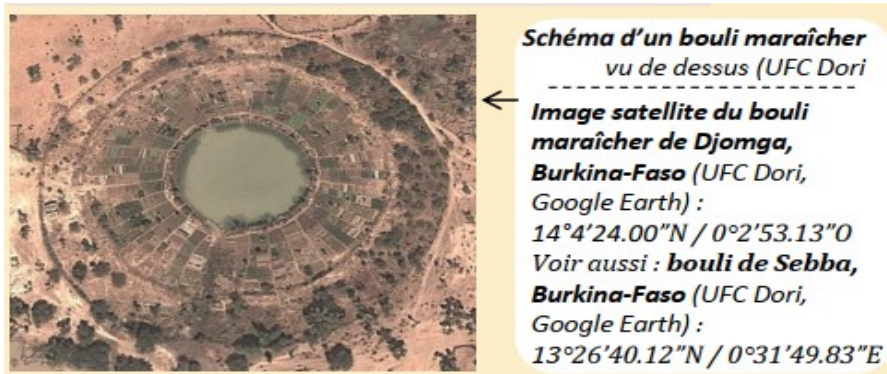


Schéma d'un *bouli* maraîcher vu de dessus (UFC Dori)  
 Image satellite du *bouli* maraîcher de Djomga, Burkina-Faso (UFC Dori, Google Earth) : 14°4'24.00"N / 0°2'53.13"O  
 Voir aussi : *bouli* de Sebba, Burkina-Faso (UFC Dori, Google Earth) : 13°26'40.12"N / 0°31'49.83"E

Figure 42 - Vue aérienne d'un *bouli* maraîcher collectif (crédit : GTD, 2013)

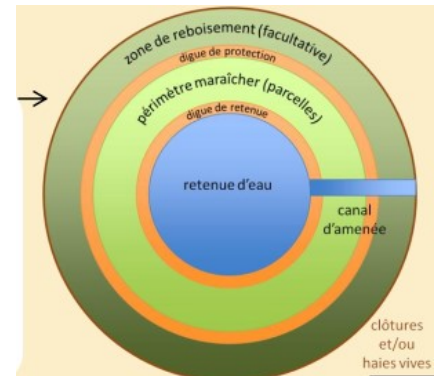


Figure 43 - Schéma d'implantation d'un *bouli* collectif (crédit : GTD, 2013)

L'idée du *bouli*, partagée avec des experts en irrigation (T. LABROSSE d'ENERGIS FD<sup>66</sup> et S. ABRIC de la Fondation Practica<sup>67</sup>), a été abandonnée pour les raisons suivantes :

- Evaporation massive : d'après T. LABROSSE, l'évaporation aux environs de Tuléar atteint les 1 600 mm/an et peut monter jusqu'à 20 mm/jour, en raison des conditions climatiques locales (fort ensoleillement, température élevée, vents soutenus). Sans couverture de la surface de l'eau, l'eau disponible en cours de saison sèche serait extrêmement réduite.
- Drainage : les sols de la zone d'intervention du PIC2 sont majoritairement sableux, d'où des pertes importantes à craindre par drainage. Au Sahel, les terres où sont mis en place les *boulis* sont souvent ferrallitiques et indurées, première limite au drainage. Par ailleurs, il est fréquent de tapisser le fond du *bouli* avec de l'argile puis de tasser. Ceci est peu envisageable dans la zone d'intervention du PIC2, les sols argileux étant peu fréquents.

<sup>66</sup> Cf. <http://www.energisd.com/>

<sup>67</sup> Cf. <https://www.practica.org/fr/>

Il a été discuté la possibilité de tapisser le fond par un film plastique étanche (géomembrane de 250 µm pour stopper le drainage), recouverte d'au moins 50 cm de sable tassée (pour protéger la géomembrane du piétinement du bétail lorsque le *bouli* est à sec). Ceci permettrait certes de réduire le drainage, mais n'empêcherait pas les pertes par évapotranspiration, a priori massive, rendant de fait cette technique incertaine.

### → Réservoir d'eau enterré plein de sable (REEPS) et autres systèmes innovants

Lors des discussions avec T. LABROSSE, diverses techniques mises au point par ENERGIS FD ont été présentées. L'une d'entre elle dite « Réservoir d'eau enterré plein de sable » (REEPS) est apparue intéressante (ENERGIS FD, 2020)<sup>68</sup>.

Le REEPS est un réservoir enterré construit essentiellement avec une géomembrane, des accessoires et tuyaux plastiques, et du sable. L'eau est stockée dans les interstices entre les grains de sable (39% de « vide ») et peut être pompée sans que la citerne ne s'affaisse (principe de foisonnement du sable). Avec 430 m<sup>3</sup> de sable, on peut ainsi stocker 100 m<sup>3</sup> d'eau.

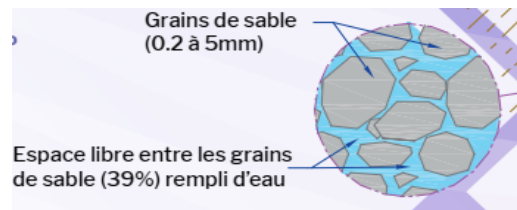


Figure 44 - Schéma explicatif du principe de foisonnement (ENERGIS FD, 2018)

Des explications du principe du REEPS sont également disponibles en ligne sur Youtube<sup>69</sup>. Jusqu'à présent, ENERGIS FD a construit des REEPS principalement pour collecter et stocker de l'eau de consommation humaine, dans le Grand Sud et dans les environs de Mahajanga (financements de CARE, d'Action contre la faim, etc.). La dimension standard est de 8 m en largeur, 2 m en profondeur et 26 m en longueur, ce qui permet d'utiliser un liner/géomembrane de 12 m de large et de le poser sans soudure (et donc sans point de faiblesse). Le volume global est alors d'un peu plus de 400 m<sup>3</sup>, soit 100 m<sup>3</sup> d'eau stockée. T. LABROSSE pense possible d'aller jusqu'à 50 m de largeur, soit 200 m<sup>3</sup> d'eau stockée.



Figure 45 - Photos des étapes de montage d'un REEPS de 100 m<sup>3</sup> utile (ENERGIS FD, 2018)

<sup>68</sup> ENERGIS FD, 2018. *Plaquette explicative du système REEPS*. Antananarivo – ENERGIS-FD, 3p

<sup>69</sup> Cf. [https://www.youtube.com/watch?v=lyhTZ1L4\\_3A](https://www.youtube.com/watch?v=lyhTZ1L4_3A)



En ce qui concerne la collecte de l'eau, diverses options ont été étudiées par ENERGIS FD (ENERGIS FD, non daté<sup>a</sup>)<sup>70</sup> :

- Collecte sur toiture avec un système de gouttière : REEPS « familial ». Ce système est surtout destiné à collecter des volumes réduits d'eau de consommation humaine ;
- Collecte sur piste en terre, avec un système de drains enterrés : REEPS « voirie ». Ce système est surtout destiné à collecter des volumes réduits d'eau pour l'abreuvement du bétail ;
- Collecte sur *tanety* (faisant office d'impluvium). Ce système est plus pertinent dans les zones de relief, ce qui n'est pas le cas de l'aire d'intervention du PIC2, plutôt plane ;
- Collecte des infiltrations de lac naturels : REEPS « *fahiry* ». Ce système paraît intéressant pour le PIC2. Ci-dessous une vue schématique de son implantation :

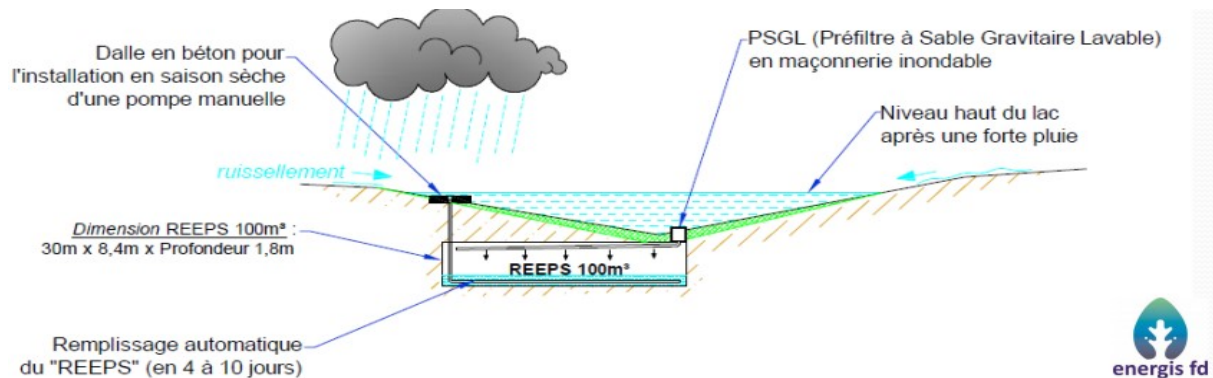


Figure 46 - Schéma d'implantation d'un REEPS « *fahiry* » (ENERGIS FD, non daté<sup>a</sup>)

- Collecte des infiltrations des rivières intermittentes : barrage « inféroflux » (ENERGIS FD, non daté<sup>b</sup>)<sup>71</sup>. Ce système paraît lui aussi intéressant pour le PIC2. Ci-dessous des vues schématiques de son implantation :

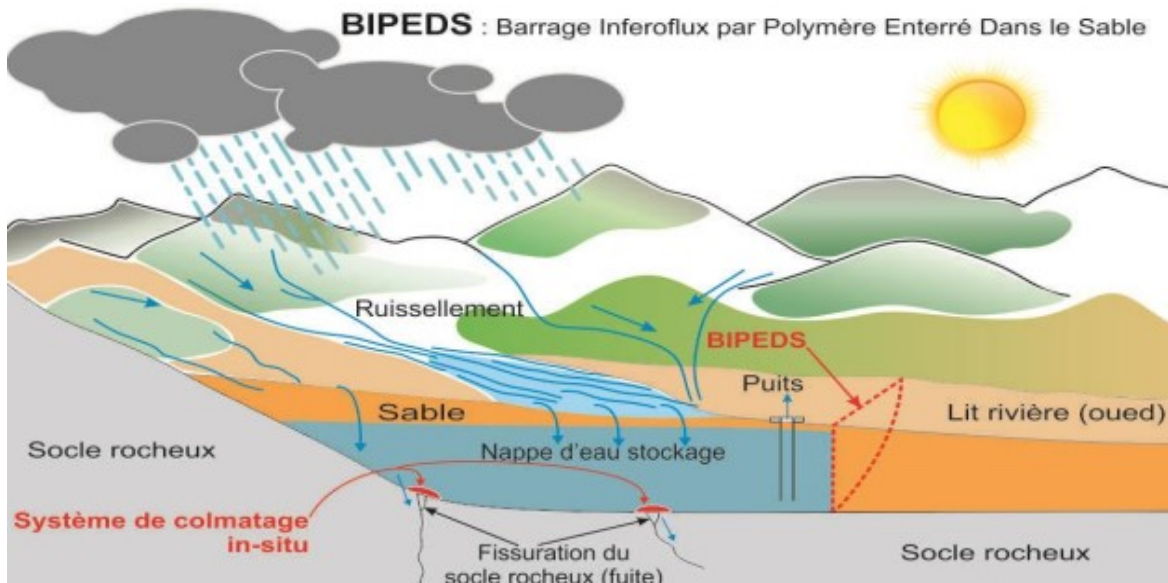


Figure 47 - Schéma d'implantation d'un barrage inféroflux avec BIPEDS (ENERGIS FD, non daté<sup>b</sup>)

<sup>70</sup> ENERGIS FD, non daté<sup>a</sup>. *Projet d'aménagement hydraulique et pérenne pour Madagascar : Impluvium et stockage pour l'agriculture et l'alimentation « ISAA »*. Antananarivo – ENERGIS FD, 26p

<sup>71</sup> ENERGIS FD, non daté<sup>b</sup>. *Barrage inféroflux (sans dam)*. Antananarivo – ENERGIS FD, 8p

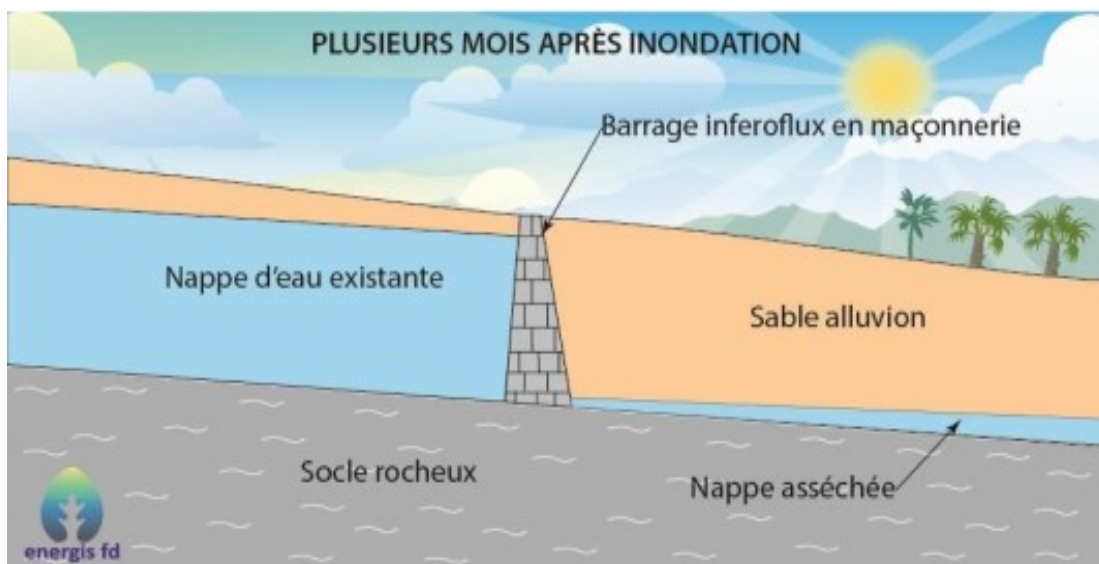


Figure 48 - Schéma d'implantation d'un barrage intéroflux maçonné (ENERGIS FD, non daté<sub>s</sub>)

Les « inféroflux » sont des écoulements d'eau invisibles en surface, qui se produisent sous une rivière dans la masse de ses alluvions perméables. L'idée du barrage inféroflux est de piéger ces écoulements en amont, dans une nappe d'eau invisible mais disponible plusieurs années. Le rechargement de cette nappe ne se fait qu'à partir des inondations ou écoulement provisoire de l'eau dans les rivières intermittentes (« oueds »). Le barrage lui-même peut être maçonné ou réalisé avec une membrane géo-synthétique en polymère (Barrage inféroflux réalisé en polymère enterré dans du sable - BIPEDS).

D'après ENERGIS-FD, les barrages inféroflux seraient les systèmes les plus économiques (prix du m<sup>3</sup> stocké) mais malheureusement, les sites propices à leurs installations sont difficiles à trouver, car il faut réunir plusieurs critères : grosse épaisseur de sable (qui conditionne le volume stockable), peu d'argile (pour éviter la rétention hydrostatique de l'eau), socle étanche (pour éviter le drainage de l'eau en profondeur), oued « tranquille » (pour éviter la rupture du barrage en cas de « flash flood »). ENERGIS-FD estime qu'il y a probablement 30 à 50 sites potentiels à Madagascar.

### → Coûts de ces systèmes innovants de stockage d'eau pluviale

En termes de coût, ces solutions innovantes sont certes moins chères que les citernes béton ou plastique, mais restent assez chères dans une optique d'utilisation en agriculture :

Type	Durée de vie (ans)	Coût total (milliard d'Ar)	Coût unitaire (million d'Ar/m <sup>3</sup> )
Réservoir béton armé 1 000 m <sup>3</sup>	30 à 50	1,4 à 1,65	1,4
Cuve plastique rotomoulé 1 000 m <sup>3</sup>	15	1,25	1,2
Réservoir en superstructure tôle acier + liner + toiture sur dalle béton 1 000 m <sup>3</sup>	5 à 10	0,2	0,2
Réservoir REEPS 1 000 m <sup>3</sup>	100 ans	0,7 à 1	0,7 à 1
Barrage inféroflux en maçonnerie 1 000 m <sup>3</sup>	100	0,15 à 0,25	0,25
Barrage inféroflux BIPEDS 1 000 000 m <sup>3</sup>	100	3 à 5	0,002 à 0,005

Figure 49 - Coûts comparés de différents systèmes de stockage d'eau (ENERGIS FD, non daté<sub>s</sub>)

Si on considère le réservoir REEPS, on a donc un coût initial d'installation de 0,7 à 1 MAr/m<sup>3</sup>, hors coût de main d'œuvre locale pour les fouilles. En considérant une durée de vie de 100 ans, aucun coût de maintenance (si ce n'est le nettoyage du préfiltre à sable) et un taux d'actualisation nul (hypothèses toutes très optimistes), on aurait un coût de 7 000 à 10 000 Ar/an/m<sup>3</sup> d'eau stocké.

A ces coûts de stockage, il faut ajouter les coûts d'exhaure et distribution. En considérant des solutions répandues à Madagascar, ces coûts seraient les suivants pour 0,2 ha :

- Exhaure avec pompe à pédale : Investissement d'environ 200 € (débit de +/- 2 m<sup>3</sup>/h à 3 m de profondeur ; profondeur maximum de pompage de 6 m) pour une surface irrigable de 0,2 ha maximum selon le mode d'application de l'eau et la profondeur de l'eau (Practica, 2008)<sup>72</sup>. En considérant une durée de vie de 15 ans pour la pompe, on aurait un coût de 200 € / 15 ans = 13 €/an, environ 55 000 Ar/an ;
- Distribution par tuyau PVC (mini californien) : Investissement d'environ 330 € pour 0,2 ha, avec un petit réseau en diamètre 50 mm sur une longueur d'environ 200 m. En considérant une durée de vie de 15 ans pour le réseau, on a un coût de 330 € / 15 ans = 22 €/an, environ 92 000 Ar/an.

Si on imagine apporter une irrigation d'appoint de 50 mm (environ 10% de la pluviométrie moyenne dans la zone), il faudrait 500 m<sup>3</sup>/ha, soit 100 m<sup>3</sup> pour 0,2 ha. Tout compris, le coût de l'irrigation d'appoint pour stocker/pomper/distribuer 100 m<sup>3</sup> (volume d'un REEPS « standard ») sur un tel petit périmètre de 0,2 ha serait de : 100 m<sup>3</sup>/an x 7 à 10 000 Ar/m<sup>3</sup> + 55 000 Ar/an + 92 000 Ar/an = environ 850 à 1 150 000 Ar/an, 1 MAr/an en moyenne.

En reprenant les données moyennes toute EA confondues, issues du rapport de diagnostic, on peut visualiser ce que représentent de tels surcoûts pour quelques cultures pluviales :

Cultures	Mais	H. mungo	Coton	Niébé
Charges (Ar/ha)	198 000	314 000	186 000	331 000
Rendement moyen (kg/ha)	536	522	418	1 078
Prix moyen bord champ (Ar/kg)	1 036	1 351	1 350	1 107
Recettes (Ar/ha)	555 296	705 222	564 300	1 193 346
Marge nette (Ar/ha)	357 296	391 222	378 300	862 346
Charges additionnelles si 50 mm d'irrigation d'appoint (Ar/ha)	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Augmentation des charges due à l'irrigation l'appoint (%)	505%	318%	538%	302%
Augmentation de production minimale pour compenser l'augmentation de charges tout en maintenant la marge nette				
en kg/ha	965	740	741	903
en %	180%	142%	177%	84%

**Figure 50 - Estimation des surcoûts pour l'irrigation d'appoint et de la hausse de production nécessaire pour amortir ces surcoûts, pour quelques cultures pluviales (auteur, 2020)**

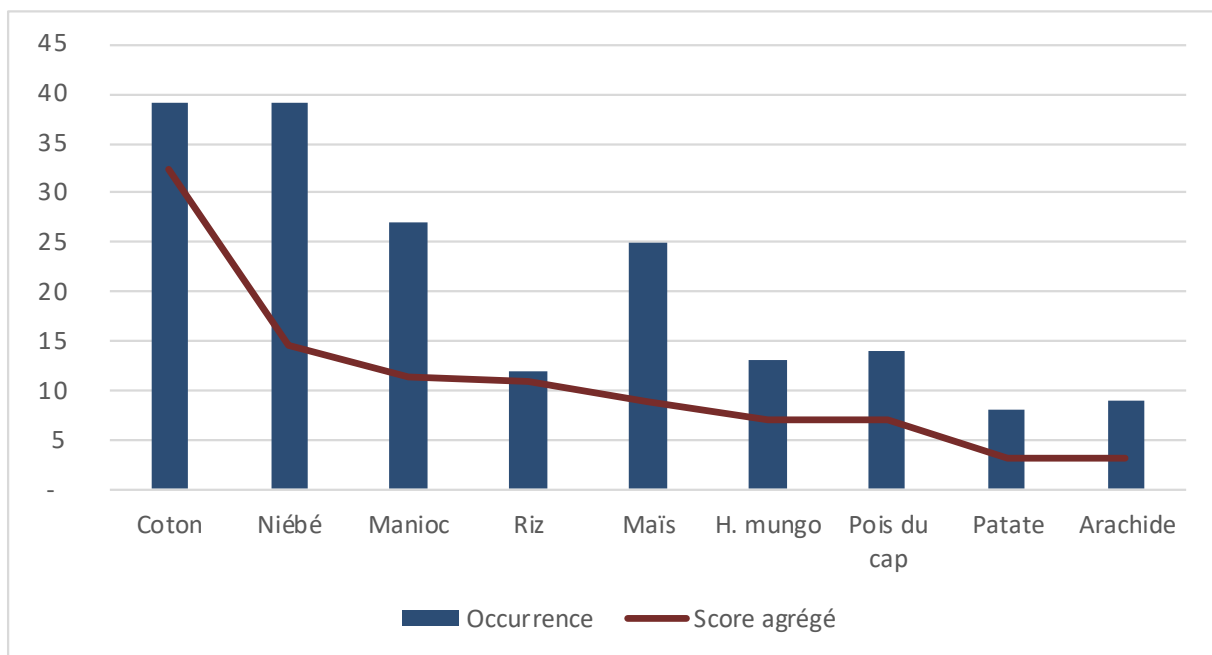
<sup>72</sup> Fondation Practica, 2008. *Usage multiple de l'eau à faible coût – Rapport final d'appui janvier à juin 2008 pour CRS*. Fondation Practica, 60p

## **Annexe 3. Préférences des paysans en termes de cultures**

### → **Cultures « traditionnelles »**

Lors du diagnostic, les paysans ont été interrogés sur leurs préférences concernant les cultures « traditionnelles » (celles qu'ils peuvent citer spontanément). Ils ont été invités à les classer de 1 à 5. Nous avons noté le nombre de fois où chaque culture a été citée, et nous les avons classées en faisant un calcul comme suit : culture A citée en 1<sup>er</sup> = 1 point ; citée en 2<sup>ème</sup> = 1/2 point ; citée en 3<sup>ème</sup> = 1/3 de point ; etc. On a ensuite sommé les points pour chaque culture.

Les résultats sont synthétisés dans la figure qui suit : on voit que 9 cultures sont fréquemment citées (NB : 4 autres ont été citées de façon plus marginale : 3 fois pour le haricot rouge, 2 fois pour l'oignon et 1 fois pour l'artemisia) :



**Figure 51 - Préférences des paysans en termes de cultures (auteur, 2019)**

Le coton arrive loin devant, tant en nombre de citations (39 fois) que de score de préférence (32 points). Il est suivi par le niébé, cité autant de fois, mais avec un score de préférence 2 fois moindre (14 points), car souvent cité en 2<sup>nde</sup> ou 3<sup>ème</sup> position. Suivent ensuite les 7 autres cultures, avec des score compris entre 11 et 3. Elles sont toutes citées moins de 15 fois, sauf le manioc (27 fois) et le maïs (25 fois) : ces 2 cultures sont souvent citées, mais souvent en 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> ou 5<sup>ème</sup> choix.

Au-delà du simple classement des cultures, les paysans ont été invités à expliquer leurs choix : quels aspects les intéressent ou, au contraire, les rebutent, pour chacune des cultures classées ? Nous avons transcrit ces jugements de façon « brute » et avons ensuite fait une analyse sémantique pour les regrouper et synthétiser.

Voici ci-après les synthèses de ces jugements, positifs en vert, négatifs en rouge, énumérés dans l'ordre de leur importance (NB : les jugements les plus cités sont surlignés et nous avons indiqué entre parenthèse le nombre de fois où un même jugement apparaissait) :

Classement	Avantages	Inconvénients
1 - Coton	Son <b>prix d'achat est stable</b> (prix plancher validé avec le CIC) et <b>connu d'avance</b> (25 apparitions). La vente de coton génère des <b>revenus importants</b> (18), notamment parce que son <b>prix d'achat est élevé</b> (12) et car c'est une <b>culture productive</b> (6), <b>adaptée à la sécheresse</b> (2). Les <b>opérateurs</b> appuient les paysans, en termes d' <b>avance sur semences</b> , de <b>pesticides à crédit</b> , de <b>matériel à crédit</b> telles les charrues et rasettes (10). Les <b>revenus</b> du coton viennent <b>d'un bloc</b> (10), permettant de faire de <b>gros investissements</b> : achat de <b>zébus</b> (1), d'une <b>moto</b> (1), d'une <b>maison</b> (1).	La production est difficile : <b>attaques de jasside</b> (5), <b>manque de pesticides</b> (1), <b>dépenses élevées</b> (1), <b>sécheresse</b> (1).
2 - Niébé	Il contribue à l' <b>alimentation humaine</b> , notamment pendant la soudure (15) et contribue aussi aux <b>revenus</b> (15), la culture étant <b>productive</b> (7) et le <b>prix d'achat intéressant</b> (7). Le retour sur investissement est rapide car <b>son cycle est relativement court</b> (13). Sa <b>culture</b> est relativement <b>facile</b> : <b>sarclage réduit</b> (plante couvrante) d'où <b>dépenses réduites</b> (9). Autres avantages : contribution à l' <b>alimentation animale</b> (4), <b>apport d'azote</b> (2), culture adaptée pour les <b>femmes</b> (1).	Quelques contraintes citées de façon marginale : <b>attaques de ravageurs</b> tels que jassides et piqueurs-suceurs (2), <b>prix d'achat instable</b> , contrairement au coton (1), <b>prix d'achat faible</b> (1).
3 - Manioc	Il est la base de l' <b>alimentation humaine</b> dans de nombreuses localités (24). Sa culture est <b>facile</b> et <b>peu coûteuse</b> : boutures faciles à obtenir, pas de traitement, relative résistance à la sécheresse (9). Il contribue aux <b>revenus</b> (4) et est rapidement <b>convertible en cash</b> , car de nombreux opérateurs sont présents (4).	Quelques contraintes citées de façon marginale : <b>prix d'achat faible et/ou instable</b> (2), <b>attaques de cochenilles</b> (traitable au diméthoate cependant) (1), <b>cycle long (retour sur investissement lent)</b> (1).
4 - Riz	Il contribue à l' <b>alimentation humaine</b> , dans les localités disposant de bas-fond (9) et contribue aussi aux <b>revenus</b> (6). Son <b>cycle</b> est relativement <b>court</b> et permet de faire <b>2 saisons par an</b> (3). Il est <b>facile à vendre</b> (3) et <b>à stocker</b> (1). La culture est <b>productive</b> (1) et <b>peu attaquée</b> par les ravageurs (1).	Quelques contraintes citées : <b>gourmand en eau et sensible au changement climatique</b> (2), <b>prix d'achat instable</b> , contrairement au coton (1).
5 - Maïs	Il est (ou était, avant l'apparition récente de la chenille légionnaire) la base de l' <b>alimentation humaine</b> dans de nombreuses localités (19). Il contribue aux <b>revenus</b> (6), nécessite relativement <b>peu de dépenses</b> (4). Le retour sur investissement est rapide car <b>son cycle est relativement court</b> (4). Les résidus contribuent à l' <b>alimentation animale</b> (3).	La principale contrainte est sa <b>forte vulnérabilité à la chenille légionnaire</b> (10). Sont aussi citées : <b>gourmand en eau</b> (2), <b>pas d'acheteurs</b> (2), <b>prix instable</b> (1).
6 - Haricot mungo	Le retour sur investissement est rapide car <b>son cycle est relativement court</b> , environ 2 mois (6). Cela permet de <b>générer de la trésorerie rapidement</b> , notamment pour préparer la campagne coton (5). Son <b>rendement est bon</b> (4), tout comme son <b>prix d'achat</b> (5).	Il est <b>sensible à la sécheresse</b> (1).
7 - Pois du cap	Il génère des <b>revenus</b> (7), car son <b>prix est bon</b> (4), son <b>rendement élevé</b> (3) et car il existe des <b>acheteurs étrangers</b> (3). Sa culture est la <b>seule possible</b> en parcelle de <b>décrue</b> de mars à septembre (2). C'est une culture <b>traditionnelle</b> de la zone, symboliquement importante (2). Le pois du cap est <b>consommé</b> en accompagnement du riz (4).	Il est <b>sensible au changement climatique</b> : floraison perturbée, d'où fluctuation des rendements (2). Il est <b>attaqué par les ravageurs</b> (Héliothis, cochenille noire, etc.). Sa <b>culture est complexe car très sensible</b> à l'humidité, la fertilité, aux ravageurs (2). Le <b>prix est instable</b> (1). Il y a <b>peu d'acheteurs/grossistes</b> (1).
8 - Patate	Elle contribue à l' <b>alimentation humaine</b> (7) et également aux <b>revenus</b> (4). Son <b>cycle</b> est <b>court</b> : 3-5 mois (2), sa <b>production importante</b> (2) et elle nécessite <b>peu d'entretien</b> (2).	
9 - Arachide	Elle contribue à l' <b>alimentation humaine</b> (4) et également aux <b>revenus</b> (4). Elle est <b>peu sensible aux ravageurs</b> (4). Son <b>cycle</b> est <b>court</b> (1). Son <b>prix est élevé</b> (1). Elle contribue à l' <b>alimentation animale</b> (1).	Le <b>prix est fluctuant</b> (1)

Figure 52 - Préférences des paysans concernant les cultures « traditionnelles » (auteur, 2019) -



➔ **Cultures « nouvelles »**

Nous avons interrogé les paysans sur les cultures d'artemisia, moringa et stevia. Il est important de souligner qu'aucun d'eux ne connaissait la stevia. Quant au terme moringa, il est souvent méconnu/inutilisé, au profit du terme malgache, *ananambo*. Nous avons là aussi transcrit les jugements de façon « brute » et avons ensuite fait une analyse sémantique pour les regrouper et synthétiser. Voici les synthèses de ces jugements :

<i>Artemisia</i>		
<i>Connaissance ?</i>	<i>Intérêt ?</i>	<i>Jugements</i>
NON 62%	NB : 16% des enquêtés disent avoir essayé cette culture	La culture <b>nécessite de l'irrigation</b> : tout le monde n'a pas de telles parcelles et c'est risqué en cas de sécheresse (7). <b>L'itinéraire technique est difficile</b> (repiquage, tour d'eau, urée foliaire, etc.) (7). Le rendement et le prix sont <b>inférieurs à ceux du coton</b> (2). La culture fait <b>baiss</b> er la fertilité des sols (1).
OUI 38%	Non 63%	La culture implique <b>peu de dépenses</b> : pas de traitement pesticide (1) et la présence de <b>Bionexx</b> est rassurante (1).
	Moyen 32%	➔ La connaissance et l'appétence des paysan(ne)s pour cette culture sont <b>faibles</b> .
	Fort 5%	

Figure 53 - Opinions des paysans sur l'artemisia (auteur, 2019)

<i>Moringa</i>		
<i>Connaissance ?</i>	<i>Intérêt ?</i>	<i>Jugements</i>
NON 72%	NB : 10% des enquêtés disent avoir goûté du moringa (aucun n'en cultive)	Les <b>usages</b> de cette culture sont <b>inconnus</b> , sauf la lutte contre l'hypertension (3). On ne sait pas <b>s'il existe un marché</b> (2). L'arbre occupe le sol <b>longtemps et inutilement</b> (1).
OUI 28%	Non 64%	Le moringa est <b>consommé par la famille</b> (1). <b>Ça peut être une opportunité</b> , s'il y a des acheteurs (1).
	Moyen 36%	➔ La connaissance et l'appétence des paysan(ne)s pour cette culture sont <b>faibles</b> .

Figure 54 - Opinions des paysans sur le moringa (auteur, 2019)

➔ **Quel potentiel de développement pour les cultures d'export innovantes ?**

**Stevia** : cette culture était inconnue des 50 EA interrogées. Il n'y a actuellement qu'un opérateur malgache spécialisé dans cette culture : Bioagri (filiale de droit malgache de Bionexx, détenue à 100% par Bionexx. Bioagri exploite 20 ha de Stevia à 40 km d'Antananarivo et a démarré 2 tests de 0,3 et 0,5 ha sur la Commune d'Ankiloaka depuis 2017-2018. 2 parcelles tests de 1 ha sont également prévues sur les forages pilotes du PIC2 (Agnatake / Commune d'Ankililoaka et Anatalelo / Commune d'Antanimieva).

Cette culture est très technique : buttage, irrigation par goutte-à-goutte, sensibilité aux parasites (Com. pers. François PETIT - Dir. des opérations de Bionexx, août 2019). Il paraît donc nécessaire de poursuivre les tests dans la Région A-A avant d'envisager un éventuel changement d'échelle.



Moringa : cette culture est méconnue de la grande majorité des EA et, pour celles qui la connaissent, l'appétence est faible. Pourtant, il existe au moins 2 opérateurs actifs sur cette filière dans l'aire d'opération du PIC2 : l'ONG Bel Avenir<sup>73</sup> et la Société Moringa Wave<sup>74</sup>.

L'ONG Bel Avenir possède 3-4 ha de plantations à 28 km au Nord de Tuléar. Elle produit environ 2,5 t/an de feuilles, transformées en poudre et données aux enfants qu'elle supporte. Elle vend aussi des graines à Moringa Wave. Cette société, créée en 2016, opère déjà aux environs d'Antananarivo et Diego Suarez, démarre ses opérations aux environs d'Ambatondrazaka et projette de s'implanter plus durablement dans la Région A-A (com. pers. Franco Emilio ROSSI – Gérant de Moringa Wave, juillet 2019).

Pour l'instant, ses opérations dans la Région A-A se limitent à des achats de graines à l'ONG Bel Avenir (6 à 7 t/an) et des achats de feuilles à Bionexx (2 tMS en 2017, 0 en 2018 à cause d'attaques de chenilles. Il y a 0,2 ha en production dans la Commune d'Ankililoaka, Com. pers. François PETIT - Dir. des opérations de Bionexx, août 2019).

Moringa Wave projette d'exploiter environ 70 ha (soit à 40 km au Nord de Tuléar - site de Mangili Ifaty, soit sur la Commune d'Ankililoaka), à 80% en *contract farming* et 20% en régie directe (pour éviter les ruptures d'approvisionnement). Les producteurs auraient la liberté de planter en plein, en haie ou en système agroforestier. Les seules exigences de Moringa Wave portent sur la qualité (taux en protéine, présence d'E. coli, de salmonelle, pesticides, etc.). La production serait certifiée AB (UE et USA), mais aussi Rainforest alliance et ESR (com. pers. Franco Emilio ROSSI – Gérant de Moringa Wave, juillet 2019).

En ce qui concerne Moringa Wave, le marché local existe (produits à base de moringa pour les touristes principalement : savon, chocolat, jus naturel, baume à lèvres, gel douche, shampoing), tout comme le marché d'export (Maurice, Réunion, Canada, USA, France, Italie) et les prix sont intéressants : 5 000 à 7 000 Ar/kg bord champs pour les graines, 130 000 à 140 000 Ar/litre pour l'huile (rendement d'extraction : 12-13%) sur le marché local, 160 000 à 210 000 Ar/litre en prix FOB pour l'export.

Artémisia : La connaissance et l'appétence pour artémisia sont faibles. Ceux qui connaissent cette culture jugent qu'il faut beaucoup d'eau, que l'itinéraire est complexe, que c'est moins rentable que le coton.

Pourtant, d'après le diagnostic, la marge nette pour l'artémisia (940 000 Ar/ha) est près de 2,5 fois supérieure à celle du coton (380 000 Ar/ha). Là aussi, un opérateur, Bionexx, est implanté localement. Après avoir racheté une usine de transformation agroalimentaire à Fianarantsoa en 2006, Bionexx s'est implanté dans diverses zones de Madagascar et diverses filières : pépins de raisin, héliopsis, coque de cacao, spilanthès, quinquina, et surtout artémisinine qui représente 95% de son chiffre d'affaires (Com. pers. François PETIT - Dir. des opérations de Bionexx, août 2019).

En ce qui concerne Bionexx, les marchés d'export sont prometteurs : ils extraient l'artémisinine (1% de matière active dans les feuilles) et l'exportent sous forme de poudre cristalline vers l'Inde (industrie pharmaceutique). En 2018, ils ont exporté 21 t de poudre et auraient pu en exporter 30 t s'ils avaient eu cette quantité. Ils projettent même d'intégrer les 2 phases de transformation aval (conversion artémisinine en artéméthér et mélange avec luméfantine), afin d'accroître leurs débouchés (*ibid*).

D'après Bionexx, il y aurait eu 640 tMS produites dans la Région A-A en 2017-2018 et 340 tMS en 2018-2019 (car le PRIASO a coupé les canaux d'irrigation sur Ankililoaka pour

---

<sup>73</sup> Cf. <https://ongbelavenir.org/qui-sommes-nous/>

<sup>74</sup> Cf. <http://www.moringawave.com/fr/>

réfection). En considérant un rendement moyen de 1 tMS/ha, on aurait donc entre 300 et 700 ha en production ces dernières années. L'objectif de Bionexx serait d'atteindre 1 000 tMS d'ici 2 ans (*Ibid*). Il faut noter que ces estimations de production sont discutées : Jonas ZINSOT, coordinateur volet agriculture du PIC2, estime pour sa part la surface en production à environ 100 ha (sur 2 zones principalement : Communes d'Ankililoaka/Tsiansinha d'une part, d'Antanimieva d'autre part).

Quoi qu'il en soit, cette culture a des atouts (*Ibid*), en plus de sa marge nette a priori intéressante : (i) résistance aux maladies (plante naturellement insectifuge. Seulement quelques attaques de chenilles), (ii) prix fixe et garanti de 1 100 Ar/kg, (iii) étalonnage des achats de septembre à mars (d'où entrées d'argent pour l'écolage de rentrée et pour les fêtes de fin d'année). La question des besoins en eau est débattue : les EA interrogées pensent que ces besoins sont importants ; Bionexx estime que les besoins sont limités (1 à 4 tours d'eau sur un cycle de 4 mois) et que la plante est adaptée à la sécheresse et peut pousser sur tout type de sol, pourvu qu'il soit profond et aéré.



Mars 2020

SAS SalvaTerra  
6 rue de Panama  
75018 Paris I France  
Tél : +33 6 66 49 95 31  
Email : [info@salvaterra.fr](mailto:info@salvaterra.fr)  
Web : [www.salvaterra.fr](http://www.salvaterra.fr)

