

Mars
2020



IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR CERTAINES CHAÎNES DE VALEUR DES HAUTES TERRES ET PROPOSITIONS DE MESURES D'ADAPTATION : CE QUE LA SCIENCE ET LES EXPÉRIENCES PRÉCÉDENTES NOUS ENSEIGNENT

ASSISTANCE TECHNIQUE POUR L'APPUI AUX CHAÎNES DE
VALEURS AGRICOLES DES RÉGIONS DES HAUTES TERRES

Projet de croissance agricole de sécurisation foncière (CASEF)
Présenté au Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP)
Unité de gestion du Projet de croissance agricole et de sécurisation foncière (CASEF)
Immeuble ARO – 2ième étage Escalier A Porte A201,
Ampefiloha – Antananarivo 101 Madagascar



Soa Alafy Hampahombany ny ho Avy



Ce document a été préparé dans le cadre du Projet de Croissance Agricole et de Sécurisation Foncière (CASEF) sur financement de la Banque Mondiale.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Groupement SOCODEVI-CIRAD-SAHA-FIFAMANOR aucun positionnement institutionnel. Les résultats et recommandations présentés dans ce rapport n'engagent que leurs auteurs.

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur (Projet CASEF) à condition que la source des informations soit clairement indiquée.

Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Projet CASEF.

© Projet CASEF 2021





Impacts du changement climatique sur certaines chaînes de valeur des Hautes Terres et propositions de mesures d'adaptation : ce que la science et les expériences précédentes nous enseignent

Étude effectuée par :

MULLER Bertrand
Chercheur CIRAD (UMR AGAP) / FOFIFA
Coordinateur dP SPAD Madagascar
bertrand.muller@cirad.fr

RAHAJAHARILAZA Koloïna
Doctorante ED SVE (Sciences de la Vie et de l'Environnement)
Université d'Antananarivo
harilazakoloïna@gmail.com

Dans le cadre du Projet de Croissance Agricole et de Sécurisation Foncière (CASEF)
CASEF-AGRIBUSINESS HAUTES TERRES
Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP)

ABSTRACT (RÉSUMÉ)

Titre : Impacts du changement climatique sur certaines chaînes de valeur des Hautes Terres et propositions de mesures d'adaptation : ce que la science et les expériences précédentes nous enseignent

Étude/travail réalisé par : Bertrand Muller, assisté par Koloïna Rahajaharilaza

Cette étude avait comme objectifs de faire le point sur les évolutions climatiques des Hautes Terres de Madagascar et leurs impacts sur les systèmes de production, et de déterminer quelles sont les pratiques de l'agriculture climato-intelligente (ACI) les plus intéressantes et facile à vulgariser. Le travail confronte les perceptions des évolutions climatiques de différents acteurs du développement et du monde paysan, et de leurs impacts, à une analyse des données climatiques du Vakinankaratra sur la période 1960-2019. Il se poursuit par l'analyse des commentaires de ces acteurs, et de documents, concernant de nombreuses pratiques.

On constate une hausse importante des températures (+2,4°C depuis 1960), avec une diminution des nuits froides, une quasi-disparition du gel, et une augmentation des journées chaudes, sans températures vraiment élevées (> 35°C). Cela confirme les dires des acteurs et explique les mauvaises floraisons des pommiers. La pluviométrie montre une diminution de 30% (-450 mm) depuis 1960, plus forte qu'ailleurs à Madagascar, mais reste élevée (1100-1300 mm). Cela explique la baisse des ressources hydriques hivernales qui affecte les irrigations de contre-saison (pommes de terre, maraichage) et retarde la préparation des rizières. Les analyses indiquent une dégradation des conditions hydriques au début de la saison des pluies, en accord avec les difficultés rapportées d'installation des cultures pluviales (maïs, pomme de terre, riz, etc.). Contrairement aux ressentis il n'y a pas de modification concernant les grosses pluies ou les pauses.

Les acteurs se plaignent d'une augmentation des problèmes phytosanitaires, dont la chenille légionnaire (*Spodoptera frugiperda*) sur maïs, le flétrissement bactérien (*Ralstonia solanearum*) et le mildiou (*Phytophthora infestans*) sur la

pomme de terre, et les « fangalabola » (*Deborea malagassa*) sur les pommiers, problèmes qui ne pourront qu'être accentués par l'intensification et les évolutions climatiques. Ils rapportent aussi une baisse de la fertilité des sols, en lien avec l'exploitation de plus en plus intensive et continue (monoculture de maïs) et les faibles apports de matière organique.

L'utilisation de variétés adaptées devraient permettre de répondre à de nombreux problèmes (augmentation des températures, petits aléas hydriques, certaines maladies), et des efforts de reboisement et d'aménagement des bassins versants (haies vives, embocagements, canaux d'infiltration) atténueront la diminution des ressources hivernales.

La baisse de la fertilité des sols impose de se tourner vers des pratiques agroécologiques avec apport dans les sols de plus de matière organique, qui seules permettront des productions durables et une meilleure résistance aux aléas hydriques et aux bioagresseurs. Parmi les pratiques à recommander on peut citer les rotations et associations céréales-légumineuse, déjà connues mais que l'on peut améliorer, l'intégration agriculture-élevage (production fourragère par *Pennisetum purpureum* et *Brachiaria*, fumier amélioré), les composts, les plantes répulsives (*desmodium*, *mucuna*, *crotalaire*), systèmes push-pull (*desmodium-pennisetum*) et biopesticides naturels (« adigasy ») à base de nombreuses plantes, les haies vives et embocagements multi-spécifiques, les canaux d'infiltration et les reboisements.

Mots clés : Madagascar, Hautes Terres, Vakinankaratra, changement climatique, agriculture, impacts, perception paysanne, adaptation, agroécologie, agriculture climato-intelligente (ACI)

SOMMAIRE

.....

I.	Cadre et objectifs	6
I.1.	Rappel du cadre	7
I.2.	Objectifs de l'étude	7
II.	Evolutions climatiques sur les Hautes Terres	9
II.1.	Méthodologies utilisées	10
II.2.	Analyse des dires d'acteurs	11
II.3.	Analyse des données météorologiques	13
II.3.1.	Évolutions des températures	13
II.3.2.	Evolutions des pluviométries	16
II.4.	Conclusions	23
III.	Impacts des évolutions climatiques sur les cultures	26
III.1.	Méthodologies utilisées	27
III.2.	Conséquences en général	27
III.3.	Impacts sur la CV maïs	28
III.4.	Impacts sur la CV pomme de terre	30
III.5.	Impacts sur la CV haricot vert	32
III.6.	Impacts sur la CV pomme fruit	32
III.7.	Impacts sur la CV soja (et autres cultures fourragères)	33
III.8.	Impacts sur la CV oignon	33
III.9.	Impacts sur d'autres cultures	34
III.10.	Conclusions	35
IV.	Mesures d'adaptation à préconiser	36
IV.1.	Méthodologies utilisées	37
IV.2.	Les pratiques les plus facilement adoptées	38
IV.2.1.	Rotations et associations de cultures	38
IV.2.2.	Productions fourragères	38
IV.2.3.	Fumiers normaux	39
IV.2.4.	Composts normaux	39
IV.2.5.	Biopesticides et plantes répulsives	39
IV.2.6.	Biofertilisants liquides	40
IV.2.7.	Utilisation des variétés adaptées	40
IV.2.8.	Aménagements des bassins versants	40
IV.3.	Les pratiques plus difficiles à faire adopter	41
IV.3.1.	Lombricompost	41
IV.3.2.	Rizipisciculture	41
IV.3.3.	Agriculture de conservation - SCV	41
IV.3.4.	Fumier et étable améliorés, compost 7 jours et basket compost	42
IV.3.5.	Autres pratiques	42
IV.4.	Conclusion : les pratiques à recommander	43
V.	Conclusions générales et recommandations	46
V.1.	Principaux constats et résultats	47
V.2.	Perspectives et recommandations	49
ANNEXES		51



I - Cadre et objectifs



I.1 Rappel du cadre

Le projet CASEF et sa dimension agroenvironnementale

Le projet CASEF (Croissance Agricole et Sécurisation Foncière) sur financement de la Banque Mondiale vise à « améliorer la sécurisation foncière et l'accès aux marchés des ménages agricoles ciblés en milieu rural, au sein de chaînes de valeur (CV) spécifiques, et déployer une intervention immédiate et efficace face à une crise ou urgence éligible ». Il appuie les CV avec l'objectif d'une amélioration inclusive et durable de leurs performances, en développant une approche chaîne de valeur. La composante Hautes Terres du projet travaille à améliorer différentes chaînes de valeur des régions Vakinankaratra, Analamanga et Itasy, qui sont le lait et ses produits dérivés, les productions de maïs et soja pour l'alimentation animale, la pomme de terre, le haricot vert, la pomme (fruit), l'oignon et la grenadille.

Les préoccupations agroenvironnementales font partie des priorités du projet, avec un objectif de promouvoir et former les producteurs et autres acteurs aux mesures et pratiques minimisant les risques socio-environnementaux négatifs, en tenant compte des potentiels et limites de l'environnement et des conditions climatiques changeantes pour s'y adapter, ainsi que de renforcer les capacités environnementales des productrices, producteurs, organisations et autres acteurs et actrices des CV appuyées. Ces préoccupations comprennent en particulier (i) l'usage rationnel et sécuritaire d'intrants agrochimiques, interpellant (entre autres) une gestion intégrée des pestes et prédateurs ; (ii) le développement de systèmes agroécologiques pour maintenir ou améliorer la fertilité, structure, stabilité des sols, tout comme leur potentiel productif et de stockage du carbone ; (iii) la conservation des eaux et des sols ; (iv) ainsi que l'adaptation et la lutte face aux changements climatiques.

Ainsi le projet vise concrètement, entre autres, « un transfert de connaissance et technologies intelligentes face au climat » (activité 200) qui comprend deux volets : « la formation pour le développement de capacités en fonction de la demande » (210) et « l'amélioration de l'accès aux technologies améliorées intelligentes face au climat » (220). Ces éléments seront développés et transférés via la stratégie de transfert d'innovations technologiques aux opérateurs économiques et via la stratégie de sauvegarde environnementale et sociale. Pour améliorer l'efficacité de ce transfert de connaissances, le projet développera un dispositif de capitalisation des expériences et acquis.

Les évolutions climatiques à Madagascar et sur les Hautes Terres

De par sa position géographique insulaire au bord de l'Océan Indien, qui la soumet régulièrement à des cyclones,

et vues sa situation socio-économique fragile et ses richesses environnementales uniques (forêts, biodiversité), Madagascar est régulièrement cité comme étant un des pays les plus vulnérables au monde aux impacts négatifs des changements climatiques en cours (cf. les statistiques de l'étude « DesInventar » citée souvent; <https://www.desinventar.net/DesInventar/>).

En fait, au-delà des cyclones qui affectent essentiellement sa côte est, et de la sécheresse chronique qui prévaut dans sa partie sud depuis quelques décennies, c'est l'ensemble de l'île qui est soumis à des évolutions climatiques (Tadross et al., 2008 ; RIMES et DGM, 2019) : on constate en premier lieu, comme partout, une augmentation des températures depuis les années 70s (en moyenne de +0,04°C / an). Concernant les précipitations annuelles elles sont en baisse sur la plupart des régions de Madagascar, particulièrement dans les parties Est et Sud-Est de l'île. Mais il faut garder à l'esprit que cette tendance à la baisse est faible comparée à la très forte variation annuelle des précipitations (RIMES et DGM, 2019).

De plus les projections climatiques disponibles (RIMES et DGM, 2019) prévoient une continuité des évolutions actuelles. Ainsi les précipitations devraient diminuer d'ici les années 2050s (-2% à -13% d'ici 2050 selon les modèles), en particulier les précipitations hivernales, et les températures continueront à augmenter (+1,3°C à +1,6°C d'ici 2050), tant de jour comme de nuit. Enfin les prévisions ne prévoient pas une augmentation particulière de la fréquence des cyclones, mais par contre que les cyclones tropicaux intenses (et donc plus dévastateurs) devraient augmenter.

I.2 Objectifs de l'étude

Le climat étant un élément naturel déterminant et incontournable des systèmes de production agricole, **ses évolutions en cours ont certainement déjà eu divers effets sur ces systèmes, et ils continueront à les impacter à l'avenir. Il nous est donc apparu important de faire le point le plus précisément possible sur ces réalités dans les zones du projet CASEF**, telles qu'elles peuvent être appréhendées objectivement sur le plan scientifique (analyse de données), et également telles qu'elles sont déjà ressenties, « subies », par les agriculteurs et les autres acteurs des chaînes de valeur (dires d'acteur), afin de bien les caractériser d'une part, et d'autre part afin de pouvoir mieux identifier les mesures d'adaptation à vulgariser pour y faire face.

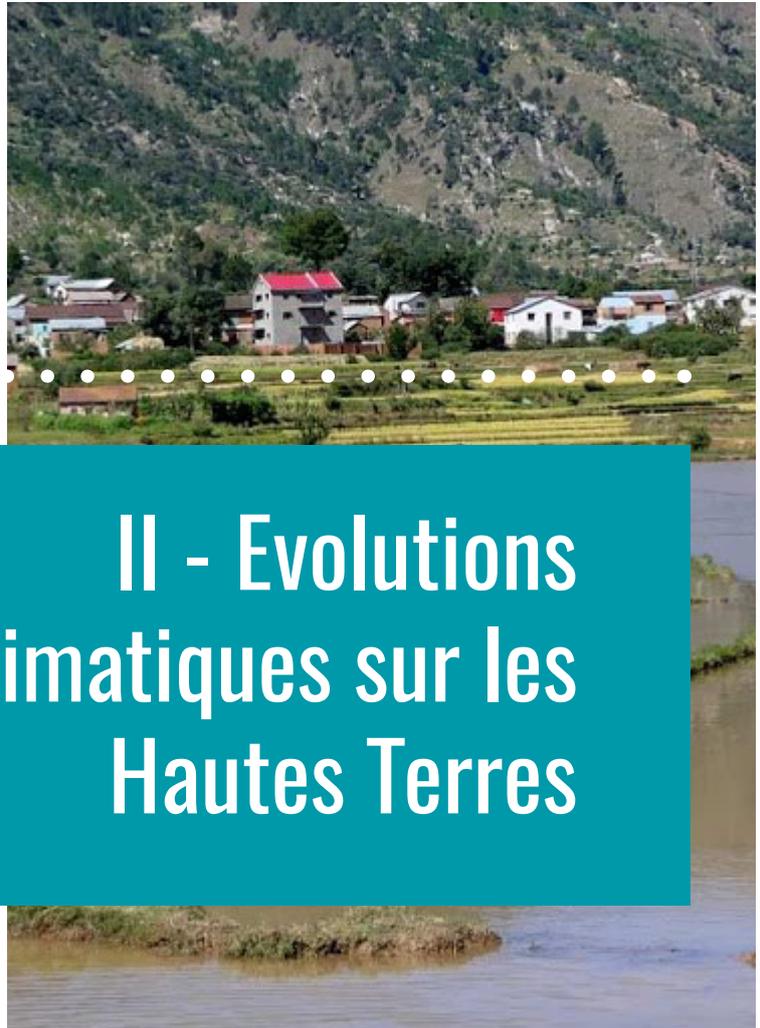
De nombreux études et projets ont été mis en œuvre à Madagascar sur les Hautes Terres concernant la question du changement climatique et les mesures d'adaptation à mettre en œuvre. Il conviendra donc de tenir compte de leurs expériences et acquis concernant la mise en œuvre de ces mesures et leurs impacts.

Cette étude a donc été menée avec les objectifs suivants :

(1) documenter les évolutions climatiques actuelles et à venir sur les hautes terres centrales de Madagascar (littérature, données météo, dires d'acteurs);

(2) documenter les impacts déjà constatés et/ou attendus sur les cultures cibles du projet CASEF (littérature, dires d'acteurs);

(3) identifier des mesures d'adaptation à proposer aux paysans pour faire face à ces évolutions afin de maintenir durablement les productions agricoles dans l'intérêt des paysans et autres acteurs économiques. On se basera sur les expériences en cours et passées (littérature, dires d'acteurs).



II - Evolutions climatiques sur les Hautes Terres



II.1 Méthodologies utilisées

Comme indiqué précédemment l'objectif ici est de caractériser au mieux les évolutions climatiques en cours sur la Hautes Terres. Pour cela nous sommes intéressés :

- d'une part aux données météorologiques dont nous pouvions disposer, en les analysant selon des méthodes scientifiques classiques, afin de regarder ce qui avait pu changer ou pas par rapport « au passé »;
- d'autre part à ce que ressentent, perçoivent, les agriculteurs et les autres acteurs des chaînes de valeur concernées, concernant les évolutions récentes et actuelles du climat.

Recueil des dires des acteurs concernant les évolutions climatiques

Pour obtenir des informations plus consistantes et crédibles, les questions sur les perceptions/ressentis des évolutions des conditions climatiques étaient en fait élargies aux changements environnementaux (dont les contraintes biotiques), et surtout elles étaient accompagnées d'interrogations portant sur les effets – à décrire le plus concrètement possible – que pouvaient avoir ces évolutions sur leurs activités agricoles et autres, donc en particulier sur les développements et performances de leurs cultures. Enfin, toujours dans un souci de cohérence et consistance, on a en même temps questionné les acteurs sur les éventuelles solutions qu'ils avaient pu déjà mettre en œuvre pour s'adapter aux évolutions constatées, et leur efficacité, et/ou qu'ils souhaiteraient mettre en œuvre.

Questionner les paysans et acteurs des CV sur ces différents points (ressentis, impacts, adaptations) permet en effet de mieux appréhender la réalité : (a) en permettant en particulier de détecter des éléments climatiques que l'analyse scientifique n'a pas su montrer, car elle ne les a pas nécessairement recherchés, ou parce qu'ils sont liés à des microclimats ; (b) en permettant également de diagnostiquer des éléments qui sont imputés à tort au climat, ce qui permet par la suite de clarifier les discours et recommandations ; et enfin (c) en permettant de détecter des solutions auxquelles on n'aurait peut-être pas songées.

Nous avons donc conduit un certain nombre d'entretiens (11) et de mini focus-groups (4), sur ces questions, avec des personnes ressources de différentes organisations (ONGs, OPs, Sociétés). Bien que s'appuyant sur une grille de questions préalablement préparées, il s'agissait d'entretiens de type ouvert, laissant la liberté aux interlocuteurs de s'exprimer sur ce qui leur semblait le plus important à rapporter. La liste des organisations (et leurs personnes ressources) rencontrées est donnée en annexe 1. Les compte rendus de tous les entretiens sont en annexe 2. Les acteurs rencontrés sont considérés comme incontournables de par leurs interventions et activités sur

les Hautes terres. Ils ont été retenus d'un commun accord avec CASEF.

Nous nous référerons aussi aux résultats d'une enquête menée par le CIRAD et le FOFIFA sur les Hautes Terres fin 2018, via un questionnaire fermé, portant également sur les évolutions climatiques ressenties (Bélières et al., non encore publié).

Analyse des données météorologiques

Concernant les données météorologiques nous ne disposons au départ de l'étude que des données journalières complètes (pluies, températures, humidités, vent, rayonnement) recueillies par le CIRAD et ses partenaires dans 2 sites représentatifs des régions du Vakinankaratra : d'une part sur les Hautes Terres, à Andranomanelatra, 20 km au nord d'Antsirabe, pour la période 2003-2019 (17 années) ; et d'autre part dans le Moyen Ouest à Ivory, près d'Ankazomiriotra, 50 km à l'ouest d'Antsirabe, pour la période 2006-2019 (14 années). Ces données sont de très bonne qualité car recueillies grâce à des stations météorologiques automatiques (marque CIMEL) régulièrement entretenues, et bien contrôlées, mais les nombres d'années disponibles sont relativement faible, ce qui limite donc les analyses.

Nous avons ensuite (fin janvier) pu mettre la main sur des données journalières de pluies et températures d'Antsirabe acquises par le passé par le FOFIFA auprès de la météorologie nationale de Madagascar, pour les périodes 1961-1975 (15 années) et 1995-2010 (16 années). Ces données sont « officielles ». Elles ont été relevées par les services météorologiques au niveau de l'aéroport à la sortie nord de la ville. Cependant leur analyse a révélé un certain nombre de données manquantes qui pénalisent l'exploitation que l'on peut en faire.

Nous n'avons pas pu disposer d'autres jeux de données.

Il est important de mentionner ici que nous nous sommes rapprochés de la Direction Générale de la Météorologie (DGM) afin de voir comment obtenir, y compris éventuellement en les achetant, plus de données, en particulier des données relatives aux régions Analamanga et Itasy. La DGM nous a indiqué qu'elle ne souhaitait plus partager les données, même contre paiement, en dehors du cadre d'une collaboration de recherche bien clairement définie. Elle nous a également indiqué qu'elle ne possédait pas de données pour l'Itasy.

Pour information les échanges avec la DGM se sont poursuivis et nous avons convenu d'un co-encadrement de différents stages de Master 2 de

l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA, Université d'Antananarivo) pour travailler ensemble, dans les mois à venir, et avec les mêmes objectifs que ceux de l'étude pour CASEF, sur les données officielles des régions Analamanga (aéroport d'Ivato), Vakinankaratra (aéroport d'Antsirabe) et Haute Masiatra (Fianarantsoa). Quand les résultats sortiront nous ne manquerons pas de les faire connaître à CASEF.

Nous commencerons par présenter les informations recueillies auprès des acteurs concernant les évolutions climatiques.

II.2 Analyse des dires d'acteurs

Les informations recueillies auprès des uns et des autres sont rapportées dans leur intégralité dans les comptes rendus (cf. annexe 2). Bien que tous les acteurs n'évoquent pas toujours tous les mêmes points, il n'en demeure pas moins que les informations recueillies sont globalement très cohérentes. Ces informations sont rassemblées au tableau 1 ci-après. Elles témoignent clairement du fait que les acteurs de terrain perçoivent de nombreux changements, et par ailleurs leurs dires sont bien consolidés par les impacts qu'ils décrivent sur leurs cultures et/ou activités agricoles (cf. chapitre III).

Tableau 1 : Informations recueillies auprès des acteurs concernant les évolutions climatiques

- Saison des pluies (pluies utiles) démarre plus tard ; surtout ces dernières années
- Pas de changement sur la fin de la saison des pluies (pluies utiles)
- La date de début de la saison des pluies varie plus qu'avant ; surtout ces dernières années
- Pas de changement a priori sur la quantité de pluie totale
- Il y a plus souvent de grosses ou très grosses pluies qu'avant ; surtout ces dernières années
- Mais a priori pas plus de périodes de plusieurs jours avec beaucoup de pluies
- Les inondations sont plus fréquentes dans certains endroits
- Les périodes sans pluie de plus d'une semaine sont plus fréquentes ces dernières années
- On observe en début de campagne une sécheresse après les 1ères pluies ; surtout ces dernières années
- Le nombre de cyclones ne change pas
- Mais il semble que les cyclones soient plus violents
- Il y a moins de pluies durant la saison d'hivers; surtout ces dernières années
- Il y a plus d'eau dans les rivières durant la saison des pluies; surtout ces dernières années

- Il y a moins d'eau dans les rivières à la fin de la saison froide d'hivers; surtout ces dernières années
- Il y a moins d'eau dans les puits et les sources à la fin de la saison d'hivers
- Les semis des cultures de tanety ont en moyenne été retardés de 15 jours à 1 mois ; surtout ces dernières années
- Il est plus difficile de faire des cultures de contre-saison irriguées en hivers car moins de disponibilité en eau
- Il y a des agriculteurs qui autrefois pouvaient faire 2 cycles de riz en rizière mais qui ne peuvent plus en faire qu'un seul
- Les températures durant la saison des pluies sont plus chaudes qu'avant, que ce soit le jour ou la nuit ; surtout ces dernières années
- Le froid vient plus tard en fin de saison des pluies ; surtout ces dernières années
- Plus que la baisse des températures, c'est l'arrêt des pluies qui gêne le plus les cultures en fin de saison
- Les températures varient plus d'un jour à l'autre que auparavant
- Il fait maintenant moins froid en hiver ces dernières années
- En hivers les températures du jour et de la nuit ont augmenté
- En début de saison des pluies les bonnes températures viennent plus tard ; surtout ces dernières années
- Il y a moins de brouillard qu'avant durant la saison d'hivers ; surtout ces dernières années
- Difficile de dire si le vent a changé en saison des pluies ou d'hivers ..
- Il y a moins souvent du gel durant la saison froide ; cela depuis 15 ans environ
- Difficile de dire si c'est aussi le cas ou pas en saison des pluies
- Il y a plus souvent de la grêle durant la saison des pluies ; cela depuis 15 ans environ
- Difficile de dire si c'est aussi le cas ou pas en saison froide ..

De l'avis général les températures ont augmenté, en été (saison des pluies) comme en hivers, et de jour comme de nuit. Il ressort également qu'il y a **moins de gel en hivers**, et moins de brouillard. Notons que si la plupart des gens s'accordent sur une augmentation des températures en hivers, et sur le fait que globalement la durée de la saison froide a diminué, certains indiquent qu'ils ont l'impression que les froids d'hivers sont cependant plus extrêmes qu'avant.



Du côté des précipitations les gens soulignent avant tout **un retard du démarrage de la saison des pluies**, et aussi certains pensent que la date de ce démarrage varie plus qu'avant d'une année à l'autre. Quelques-uns indiquent que l'arrivée de la première pluie n'a pas changé (octobre) mais qu'il s'avère qu'elle est très petite et qu'ensuite la « vraie pluie de démarrage » censée arriver fin octobre ou en novembre est retardée par rapport à avant, se produisant plutôt fin novembre ou en décembre : ainsi pour eux en début de la campagne on observe plus souvent une sécheresse après les lères pluies. Ces perturbations, et retards, du démarrage de la saison des pluies ont semblé-t-il être ressenties fortement ces 5 dernières années. Il est possible que cette impression soit liée au grand retard de démarrage des pluies qui a affecté les régions d'Analamanga, Itasy et en partie Vakinankaratra lors de la saison 2016-2017, et également à la mise en place tardive de la saison des pluies 2019-2020 dans le Vakinankaratra (au moment où nous interrogeons certains). Cependant, à l'encontre de cette impression de « démarrage retardé et/ou rendu plus difficile », on peut observer que la pratique du semis à sec du riz pluvial très précocement, dès la mi-septembre par exemple dans la zone Antsapanimahazo non loin d'Andranomanelatra, se développe ... signe que les paysans ont plutôt confiance dans la pluviométrie... Cela interpelle et il semble qu'il faudrait étudier de bien plus près cette question auprès des agriculteurs de cette région. La date de fin de pluies n'est pas perçue comme ayant changée, mais certains pensent que la quantité de pluie commence à diminuer un peu plus tôt.

Du fait de son démarrage retardé, la saison des pluies est perçue comme étant plus courte qu'avant.

Certains disent également que **les périodes sèches (pauses pluviométriques de plus d'une semaine) ont augmenté**, et toujours dans le registre d'une plus grande irrégularité de distribution, les gens pensent aussi qu'il y a **plus souvent de grosses et très grosses pluies** qu'avant, et aussi plus de périodes de plusieurs jours avec beaucoup de pluies. Selon les gens, la concentration de la pluie en un temps donné (grosses pluies) augmente la quantité d'eau perdu dans les ruissellements et érosion. De nombreux témoignages rapportent une **diminution globale des réserves en eau souterraines (nappes phréatiques, sources, puits), une diminution des eaux de surface (rivières et fleuves) en saison sèche**, et à l'inverse une augmentation des débits des rivières après les pluies. Selon les endroits le nombre d'inondations semble avoir augmenté.

Concernant la saison d'hivers (« sèche et froide »), le constat qui est fait est qu'il y a moins de pluies, moins de brouillards, moins de rosées. Autrefois de juin en septembre il faisait très froid sur les Hautes Terres, des petites rosées se déposaient sur les pommiers au petit matin et la température était inférieure à 0°C. Une personne de Soanindrariny nous a précisé même que depuis 2008 les gels se sont faits plus rares en l'hivers, et qu'à partir de

2012, les petites pluies se sont également faites de plus en plus rares.

Plusieurs acteurs intervenant essentiellement dans le Vakinankaratra sont également marqués par **une augmentation des grêles en saison des pluies** : auparavant la période de grêle était limitée en fin de saison pluviale, avant les récoltes de riz (mars-avril). Or, maintenant il y aurait plus souvent de la grêle durant la saison des pluies qu'avant. Ils pensent aussi que les grêles sont plus fortes, avec des grêlons plus gros. Nous avons pu constater nous-mêmes différentes grêles (1 à Ivory en mars 2017 ; 2 à Andranomanelatra en avril 2018 et 2019). Il est possible que des grêles récentes, celles que nous mentionnons et d'autres, aient impressionné les acteurs, leur donnant une impression de recrudescence. Il faudrait avoir des données sur ce type de phénomène (données qui n'existent pas a priori à Madagascar) et/ou faire une enquête plus approfondie, pour pouvoir se prononcer sur ce point.

Les gens considèrent que le nombre de cyclones ne change pas d'une année à une autre mais qu'ils deviennent plus violents.

Ces informations présentent des similitudes fortes et des divergences également fortes avec celles recueillies lors de l'enquête menée par les équipes FOFIFA-CIRAD fin 2018 sur les Hautes Terres du Vakinankaratra (Bélières et al., non encore publié).

Au niveau des similitudes il faut citer les faits « que la saison des pluies commence plus tard » et « qu'il y a plus de sécheresse », sous-entendu de périodes sans pluie, qui sont cités par 71% des enquêtés, « une augmentation des inondations » (cité par 83% des enquêtés) et « qu'il fait plus chaud en saison des pluies » (53%). On peut y ajouter aussi que 15% des personnes enquêtées ont évoqué spontanément « les grêles » comme une manifestation de l'évolution du climat.

Concernant les divergences il y a « une augmentation des quantités de pluie » (72%), « une fin de saison des pluies plus précoce » (64%), et « il fait plus froid en hivers » (69%).

L'analyse détaillée des réponses obtenues lors de cette étude permet de comprendre qu'il y a toujours une certaine divergence dans les perceptions des gens : ainsi par exemple si 71% des personnes mentionnent le retard du démarrage de la saison, il s'en trouve tout de même 23% qui pensent l'inverse. De même si 72% pensent qu'il pleut plus, 24% expriment un avis contraire.

II.3 Analyse des données météorologiques

L'objectif des analyses a été d'étudier les évolutions des caractéristiques météorologiques, en faisant particulièrement attention aux points mentionnés par les acteurs. Tous les résultats détaillés sont en annexe 3.

II.3.1 Évolutions des températures

Évolutions générales des températures

Les valeurs moyennes mensuelles et annuelles des températures journalières maximales, minimales et moyennes des données d'Andranomanelatra (période 2003-2019; CIRAD-FOFIFA), d'Ivory (période 2006-2019; CIRAD-FOFIFA) et d'Antsirabe (périodes 1961-1975 et 1995-2010; DGM) sont présentées en annexe 3-1. Les tableaux 2a, 2b et 2c ci-dessous en présentent des synthèses.

Les températures moyennes ont régulièrement augmenté sur la période 1961-2019, en moyenne de +0,04°C par an.

L'évolution est même légèrement plus importante dans le Moyen Ouest (+0,06°C/an sur les 14 dernières années). Les variations sont globalement légèrement plus fortes pour les mois d'hivers (mai-septembre). Cette évolution de +0,04°C/an implique une augmentation de 2,4°C entre 1960 et aujourd'hui ... ce qui est considérable.

Ces évolutions positives sont autant dues aux variations des températures maximales, diurnes, que des températures minimales, nocturnes. Selon les sites et périodes considérées on a quelques différences : ainsi pour Ivory sur la période 2005-2019 ce sont surtout les températures nocturnes qui ont augmenté, de +0,08°C/an contre +0,05°C/an pour les diurnes, alors que pour Andranomanelatra sur la période 2003-2019 les températures nocturnes n'ont pas augmenté, et que pour Antsirabe sur la période 1961-2010 les températures diurnes et nocturnes ont augmenté de façon équivalente (+0,04°C/an).

Tableau 2-a : Evolutions des températures relevées à Antsirabe (source DGM)

Mean Temperatures - Antsirabe															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1967	19,4	19,6	18,7	17,7	14,7	12,3	12,5	12,7	14,7	16,9	18,2	19,1	16,4	18,5	13,4
1968-1975	19,2	19,2	18,5	17,4	14,8	12,5	12,7	12,9	14,7	17,3	18,5	19,0	16,4	18,4	13,5
1995-2002	20,2	20,5	19,9	18,6	16,4	13,9	13,7	14,6	16,5	18,2	19,3	19,7	17,6	19,5	15,0
2003-2010	20,5	20,4	20,1	18,6	16,6	14,5	13,7	14,9	16,7	18,9	19,7	20,4	17,9	19,8	15,3
1961-1975	19,3	19,4	18,6	17,5	14,8	12,4	12,6	12,8	14,7	17,1	18,3	19,0	16,4	18,5	13,5
1995-2010	20,3	20,4	20,0	18,6	16,5	14,2	13,7	14,7	16,6	18,6	19,5	20,1	17,8	19,6	15,1
Variation	1,1	1,0	1,4	1,1	1,7	1,8	1,1	1,9	1,9	1,4	1,2	1,0	1,4	1,2	1,7
Slope	0,03	0,02	0,04	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05
Averages of Minimum Temperatures - Antsirabe															
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1967	13,4	13,5	13,0	10,9	7,4	4,3	5,1	4,4	5,9	8,4	11,2	13,1	9,2	11,9	5,4
1968-1975	13,9	14,1	13,0	11,3	7,7	5,3	5,5	5,4	5,8	9,0	11,7	13,3	9,7	12,3	6,0
1995-2002	14,7	15,0	13,8	11,9	9,3	5,8	5,9	5,9	7,4	8,8	11,6	13,4	10,2	12,7	6,8
2003-2010	15,4	15,1	14,4	11,9	9,6	6,9	6,1	6,7	8,0	10,6	12,7	14,6	11,0	13,5	7,5
1961-1975	13,7	13,8	13,0	11,1	7,6	4,9	5,3	5,0	5,9	8,7	11,5	13,2	9,5	12,1	5,7
1995-2010	15,1	15,0	14,1	11,9	9,4	6,4	6,0	6,3	7,7	9,7	12,2	14,0	10,6	13,1	7,1
Variation	1,4	1,2	1,1	0,8	1,9	1,5	0,7	1,3	1,8	1,0	0,7	0,8	1,2	1,0	1,4
Slope	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
Averages of Maximum Temperatures - Antsirabe															
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1967	25,4	25,8	24,5	24,5	22,0	20,4	20,0	21,0	23,5	25,4	25,3	25,0	23,5	25,1	21,4
1968-1975	24,5	24,3	24,0	23,4	21,9	19,6	19,9	20,5	23,6	25,7	25,2	24,6	23,1	24,5	21,1
1995-2002	25,6	25,9	26,1	25,4	23,5	22,0	21,4	23,3	25,6	27,5	27,0	26,0	24,9	26,2	23,2
2003-2010	25,6	25,7	25,9	25,3	23,5	22,0	21,3	23,2	25,4	27,2	26,7	26,3	24,8	26,1	23,1
1961-1975	24,9	25,0	24,2	23,9	22,0	20,0	19,9	20,7	23,5	25,5	25,2	24,8	23,3	24,8	21,2
1995-2010	25,6	25,8	26,0	25,4	23,5	22,0	21,4	23,3	25,5	27,4	26,8	26,1	24,9	26,2	23,1
Variation	0,7	0,8	1,7	1,5	1,5	2,0	1,5	2,5	1,9	1,8	1,6	1,3	1,6	1,4	1,9
Slope	0,02	0,01	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05

Tableau 2-b : Evolutions des températures relevées à Andranomanelatra (source CIRAD-FOFIFA)

Mean Temperatures - Andranomanelatra															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2019	19,7	19,7	19,4	18,1	16,0	13,8	13,0	14,3	16,1	18,4	19,3	19,8	17,3	19,2	14,6
2003-2008	19,6	19,5	19,1	17,7	15,8	13,3	12,9	13,9	15,9	18,0	18,9	19,7	17,0	18,9	14,4
2014-2019	19,9	19,9	19,7	18,4	15,9	14,2	13,3	14,6	16,3	18,8	19,6	20,1	17,6	19,5	14,9
Variation	0,3	0,4	0,6	0,7	0,0	0,9	0,4	0,7	0,4	0,8	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5
Slope	0,02	0,04	0,04	0,06	0,00	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,04
Averages of Minimum Temperatures - Andranomanelatra															
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2019	14,5	14,3	13,6	11,6	9,3	7,0	6,0	6,4	7,7	10,4	12,4	13,8	10,6	13,0	7,3
2003-2008	14,6	14,3	13,4	11,2	9,4	6,5	6,3	6,1	8,1	9,9	12,1	13,9	10,5	12,8	7,3
2014-2019	14,6	14,5	13,9	11,8	9,2	7,6	6,2	6,4	7,6	10,5	12,6	13,9	10,7	13,1	7,4
Variation	0,0	0,2	0,5	0,6	-0,3	1,2	0,0	0,4	-0,6	0,6	0,5	0,1	0,3	0,4	0,1
Slope	-0,01	0,03	0,02	0,07	-0,02	0,09	-0,01	0,01	-0,04	0,05	0,06	0,00	0,02	0,03	0,01
Averages of Maximum Temperatures - Andranomanelatra															
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2019	24,9	25,1	25,2	24,6	22,6	20,7	20,0	22,1	24,5	26,5	26,2	25,9	24,0	25,5	22,0
2003-2008	24,5	24,7	24,8	24,3	22,2	20,1	19,4	21,7	23,6	26,0	25,7	25,5	23,5	25,1	21,4
2014-2019	25,1	25,3	25,5	24,9	22,6	20,9	20,3	22,8	25,0	27,1	26,5	26,3	24,4	25,8	22,3
Variation	0,6	0,6	0,6	0,7	0,3	0,7	0,9	1,1	1,4	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
Slope	0,05	0,05	0,05	0,06	0,02	0,05	0,08	0,11	0,14	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,08

Tableau 2-c : Evolutions des températures relevées à Ivory (source CIRAD-FOFIFA)

Mean Temperatures - Ivory															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	24,4	24,3	24,5	23,9	21,9	20,2	19,6	20,7	22,7	24,5	25,2	25,1	23,1	24,6	21,0
2005-2010	24,3	24,3	24,5	23,7	21,7	20,0	19,5	20,4	22,5	24,5	25,0	24,7	22,9	24,5	20,8
2015-2019	24,7	24,6	24,5	24,1	22,3	20,6	20,0	21,2	23,0	24,5	25,2	25,4	23,3	24,7	21,4
Variation	0,4	0,3	0,0	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,0	0,3	0,7	0,5	0,3	0,6
Slope	0,04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,08	0,05	0,09	0,06	0,02	0,03	0,08	0,06	0,03	0,07
Averages of Minimum Temperatures - Ivory															
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	18,9	18,8	18,4	17,2	14,9	13,0	12,3	12,8	14,5	16,5	18,1	18,7	16,1	18,1	13,5
2005-2010	18,8	18,6	18,2	16,9	14,7	12,8	12,1	12,6	14,3	16,5	17,9	18,5	15,8	17,8	13,2
2015-2019	19,0	19,1	18,6	17,4	15,3	13,6	12,6	12,9	14,7	16,5	18,0	18,9	16,4	18,2	13,8
Variation	0,3	0,5	0,4	0,5	0,7	0,8	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,5	0,6	0,4	0,6
Slope	0,02	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,06	0,07	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05	0,08
Averages of Maximum Temperatures - Ivory															
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	29,9	29,9	30,6	30,5	28,9	27,5	26,9	28,7	31,0	32,4	32,2	31,5	30,0	31,1	28,6
2005-2010	29,8	29,9	30,9	30,5	28,8	27,3	26,8	28,3	30,8	32,5	32,0	31,0	29,9	31,1	28,4
2015-2019	30,3	30,1	30,4	30,8	29,2	27,7	27,4	29,5	31,3	32,6	32,5	32,0	30,3	31,2	29,0
Variation	0,5	0,2	-0,5	0,2	0,4	0,4	0,6	1,2	0,4	0,1	0,5	0,9	0,4	0,1	0,6
Slope	0,06	0,05	-0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,11	0,05	0,01	0,05	0,11	0,05	0,01	0,06

Evolution de certaines températures « seuils »

Nous nous sommes également intéressés aux valeurs de températures les plus froides et les plus chaudes et/ou aux valeurs qui peuvent avoir un impact connu sur les cultures. Nous avons ainsi regardé les fréquences d'occurrence de certains niveaux de température. Plusieurs niveaux ont été étudiés : jours avec température moyenne inférieure à 18°C (car c'est en dessous de cette température que le riz peut subir une stérilité); jours avec température moyenne inférieure à 14°C; jours avec température maximale supérieure à 25°C; jours avec température maximale supérieure à 28°C; jours avec température maximale supérieure à 30°C; jours avec température minimale inférieure à 5°C; jours avec température minimale inférieure à 2°C; jours avec température minimale inférieure à 0°C. Tous les résultats détaillés sont donnés en annexe 3-2. Nous ne présenterons ici que quelques éléments (Tableaux 3a, 3b et 3c).

On constate sur les Hautes Terres une très nette diminution des jours dont la température moyenne est inférieure à 18°C (près de 40 jours en moins sur les 2 dernières décennies), en particulier en mars et avril quand cela peut nuire au riz : ainsi par exemple à Antsirabe sur ces 2 mois on est passé de 26 jours ayant une température moyenne inférieure à 18°C dans les années 60 à une dizaine désormais. A Ivory il n'existe pratiquement plus de journée présentant cette caractéristique. En parallèle les journées chaudes ont augmenté partout, en particulier lors des mois d'octobre et novembre, premiers mois de la saison des pluies.

Enfin on note également une importante diminution des nuits très froides (température inférieure à 5°C) au cours des mois d'hivers, et une quasi-disparition des températures négatives.

Tableau 3-a : Occurrences de certaines températures seuil à Antsirabe (source DGM)

Mean Temperatures - Ivory															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	24,4	24,3	24,5	23,9	21,9	20,2	19,6	20,7	22,7	24,5	25,2	25,1	23,1	24,6	21,0
2005-2010	24,3	24,3	24,5	23,7	21,7	20,0	19,5	20,4	22,5	24,5	25,0	24,7	22,9	24,5	20,8
2015-2019	24,7	24,6	24,5	24,1	22,3	20,6	20,0	21,2	23,0	24,5	25,2	25,4	23,3	24,7	21,4
Variation	0,4	0,3	0,0	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,0	0,3	0,7	0,5	0,3	0,6
Slope	0,04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,08	0,05	0,09	0,06	0,02	0,03	0,08	0,06	0,03	0,07
Averages of Minimum Temperatures - Ivory															
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	18,9	18,8	18,4	17,2	14,9	13,0	12,3	12,8	14,5	16,5	18,1	18,7	16,1	18,1	13,5
2005-2010	18,8	18,6	18,2	16,9	14,7	12,8	12,1	12,6	14,3	16,5	17,9	18,5	15,8	17,8	13,2
2015-2019	19,0	19,1	18,6	17,4	15,3	13,6	12,6	12,9	14,7	16,5	18,0	18,9	16,4	18,2	13,8
Variation	0,3	0,5	0,4	0,5	0,7	0,8	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,5	0,6	0,4	0,6
Slope	0,02	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,06	0,07	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05	0,08
Averages of Maximum Temperatures - Ivory															
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	29,9	29,9	30,6	30,5	28,9	27,5	26,9	28,7	31,0	32,4	32,2	31,5	30,0	31,1	28,6
2005-2010	29,8	29,9	30,9	30,5	28,8	27,3	26,8	28,3	30,8	32,5	32,0	31,0	29,9	31,1	28,4
2015-2019	30,3	30,1	30,4	30,8	29,2	27,7	27,4	29,5	31,3	32,6	32,5	32,0	30,3	31,2	29,0
Variation	0,5	0,2	-0,5	0,2	0,4	0,4	0,6	1,2	0,4	0,1	0,5	0,9	0,4	0,1	0,6
Slope	0,06	0,05	-0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,11	0,05	0,01	0,05	0,11	0,05	0,01	0,06

Tableau 3-b : Occurrences de certaines températures seuil à Andranomanelatra (source CIRAD-FOFIFA)

Days with mean temperatures < 18°C - Andranomanelatra															
Tmean<18	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	2	3	6	16	28	30	31	31	27	14	7	2	197	50	146
2014-2019	1	2	3	10	26	29	29	31	21	8	2	1	158	28	130
Variation	-2	-1	-3	-6	-2	-1	-2	0	-6	-6	-5	-1	-39	-23	-16
Days with max temperatures > 28°C - Andranomanelatra															
Tmax>28	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	0	1	1	0	0	0	0	0	1	6	4	2	15	14	1
2014-2019	1	1	3	0	0	0	0	0	3	10	8	5	30	28	3
Variation	1	1	2	0	0	0	0	0	2	3	4	3	16	14	2
Days with min temperatures < 5°C - Andranomanelatra															
Tmin<5	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	0	0	0	1	2	10	9	10	3	1	0	0	35	1	34
2014-2019	0	0	0	0	2	5	11	8	3	1	0	0	28	1	27
Variation	0	0	0	0	0	-5	1	-1	0	0	0	0	-7	0	-7



Tableau 3-c : Occurrences de certaines températures seuil à Ivory (source CIRAD-FOFIFA)

Days with mean temperatures < 18°C - Ivory															
Tmean<18	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	7	0	7
2015-2019	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2
Variation	0	0	0	0	0	-2	-2	0	0	0	0	0	-5	0	-5
Days with maximum temperatures > 30°C - Ivory															
Tmax>30	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	17	17	23	19	6	1	1	3	20	29	27	26	174	145	30
2015-2019	21	14	18	19	11	1	2	11	23	28	27	27	195	154	41
Variation	4	-3	-5	1	5	0	1	9	3	-1	0	1	21	9	11
Days with minimum temperatures < 15°C - Ivory															
Tmin<15	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	0	0	0	2	17	23	29	28	19	3	0	0	118	6	113
2015-2019	0	0	0	1	11	24	26	29	16	4	1	0	102	5	97
Variation	0	0	0	-2	-5	1	-3	1	-3	1	0	0	-16	0	-16

II.3.2 Evolutions des pluviométries

Evolution générale des pluviométries

Les cumuls mensuels et annuels ainsi que les nombres de jours de pluie (définis ici comme les jours avec une pluie supérieure ou égale à 1 mm) d'Andranomanelatra (période 2003-2019; CIRAD-FOFIFA), d'Ivory (période 2006-2019; CIRAD-FOFIFA) et d'Antsirabe (périodes 1961-1975 et 1995-2010; DGM) sont présentées en annexe 3-3. Les tableaux 4-a, 4-b et 4-c ci-après en présentent des synthèses.

Les données enregistrées au niveau d'Antsirabe sur la période 1961-2010 indiquent une baisse régulière mais faible de la pluviométrie globale, de l'ordre de -6,5 mm

par année, qui est globalement répartie sur l'ensemble de l'année à l'exception de janvier qui a vu sa pluviométrie augmenter (+1,25 mm/an). Novembre et décembre sont les 2 mois qui montrent la plus forte baisse en tendance, de l'ordre de -2,5 mm/an. Les mois de fin de saison des pluies, mars et avril, montrent une diminution régulière très faible (-0,14 mm/an et -0,77 mm/an respectivement). Les évolutions des nombres de jours de pluie suivent les mêmes tendances, avec des variations extrêmement faibles de l'ordre de -0,5 jours de pluie chaque année.

Tableau 4-a : Cumuls pluviométriques et nombres de jours de pluie à Antsirabe (source DGM)

Rainfall amounts - Antsirabe															
Rain (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1967	259	218	215	64	34	24	29	21	18	88	230	302	1443	1321	123
1968-1975	234	213	191	106	35	13	11	12	14	76	176	259	1310	1225	85
1995-2002	291	223	169	61	22	3	8	4	15	61	97	193	1109	1059	51
2003-2010	300	175	225	49	28	5	16	5	7	73	130	201	1175	1113	62
1961-1975	247	215	202	86	34	18	19	16	16	81	201	277	1372	1270	102
1995-2010	296	199	197	55	25	4	12	5	11	67	112	197	1142	1086	56
Variation	49	-16	-5	-31	-9	-14	-7	-11	-5	-14	-89	-81	-230	-184	-46
Rel.Var.(%)	20%	-7%	-3%	-36%	-27%	-76%	-39%	-70%	-30%	-17%	-44%	-29%	-17%	-14%	-45%
Slope	1,25	-0,57	-0,14	-0,77	-0,29	-0,40	-0,20	-0,32	-0,17	-0,30	-2,45	-2,37	-6,54	-5,17	-1,36
Days with rainfall (>=1mm) - Antsirabe															
Nb Rain Days	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1967	16	12	17	8	3	3	4	2	2	7	15	17	106	92	14
1968-1975	15	17	14	10	5	3	2	2	2	8	15	21	112	99	13
1995-2002	14	14	11	6	3	1	2	1	2	6	9	16	85	76	9
2003-2010	20	14	13	7	4	2	2	1	2	8	11	13	95	85	10
1961-1975	16	15	15	9	4	3	3	2	2	7	15	19	109	96	13
1995-2010	17	14	12	6	4	1	2	1	2	7	10	14	90	80	10
Variation	1	-1	-3	-3	0	-2	-1	-1	0	0	-5	-5	-19	-15	-4
Rel.Var.(%)	9%	-6%	-19%	-29%	-6%	-58%	-33%	-47%	0%	-5%	-34%	-25%	-17%	-16%	-28%
Slope	0,06	0,00	-0,08	-0,06	-0,01	-0,04	-0,03	-0,02	0,00	0,00	-0,13	-0,14	-0,45	-0,35	-0,10

Tableau 4-b : Cumuls pluviométriques et nombres de jours de pluie à Andranomanelatra (source CIRAD-FOFIFA)

Rainfall amounts - Andranomanelatra															
Rain (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2019	313	231	150	57	25	7	9	8	8	88	163	259	1316	1260	57
2003-2008	355	176	159	52	28	4	12	7	9	100	162	350	1413	1353	59
2014-2019	299	293	117	49	19	9	4	5	10	66	172	234	1277	1229	47
Variation	-56	117	-42	-4	-8	5	-8	-2	1	-34	10	-116	-136	-124	-12
Rel.Var.(%)	-16%	67%	-26%	-7%	-30%	118%	-63%	-30%	12%	-34%	6%	-33%	-10%	-9%	-20%
Slope	-5,91	10,16	-5,14	0,08	-0,71	0,35	-0,92	-0,70	0,16	-1,91	2,77	-13,79	-15,55	-13,73	-1,82
Days with rainfall (>=1mm) - Andranomanelatra															
Nb Rain Days	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2019	19	16	13	7	4	2	2	1	2	8	14	17	104	94	10
2003-2008	21	15	12	8	5	2	2	1	2	7	14	19	107	95	12
2014-2019	19	18	12	6	2	3	1	1	1	7	15	16	99	91	8
Variation	-2	3	0	-2	-3	1	-1	-1	-1	-1	1	-4	-8	-4	-4
Rel.Var.(%)	-10%	22%	1%	-27%	-55%	67%	-38%	-50%	-38%	-11%	7%	-19%	-8%	-5%	-33%
Slope	-0,25	0,34	-0,03	-0,08	-0,24	0,08	-0,11	-0,07	-0,10	0,01	0,18	-0,46	-0,74	-0,29	-0,45

Au niveau d'Andranomanelatra on constate également une baisse de la pluviométrie, qui en moyenne semble importante puisque de 15,55 mm/an, mais il faut avoir à l'esprit que cette forte valeur est très liée d'une part à la pluviométrie très particulière et particulièrement déficitaire de décembre 2019 (65 mm alors que la moyenne des 5 années précédentes était de 268 mm), qui induit une baisse de près de 14 mm/an pour le mois de décembre, et d'autre part à la pluviométrie également exceptionnelle de 2003 (1728 mm!) due à un cyclone en janvier qui a entraîné une pluviométrie très forte (659 mm).. Si on enlève ces valeurs il n'y a plus de variation (-2,76 mm/an)... On peut noter par contre que sur cette période et en ce lieu les pluviométries de novembre et février ont augmenté (respectivement de +2,77 mm/an et +10,16 mm/an). Pour la fin de saison, mars témoigne d'une baisse assez importante (-5,14 mm/an) alors que la pluviométrie d'avril ne semble pas avoir évolué.

Tableau 4-c : Cumuls pluviométriques et nombres de jours de pluie à Ivory (source CIRAD-FOFIFA)

Rainfall amounts - Ivory															
Rain (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	337	267	180	67	14	4	7	6	4	54	161	223	1299	1264	35
2005-2010	258	269	147	54	6	5	11	10	1	48	171	241	1172	1137	35
2015-2019	406	282	212	59	18	5	1	2	4	41	178	208	1416	1385	31
Variation	148	12	65	4	13	0	-11	-8	4	-7	7	-33	244	248	-4
Rel.Var.(%)	57%	5%	44%	8%	223%	-4%	-95%	-78%	529%	-15%	4%	-14%	21%	22%	-12%
Slope	11,97	-0,79	3,58	-0,10	0,81	-0,07	-1,11	-0,56	0,58	-0,43	2,33	-5,88	17,13	17,93	-0,80
Days with rainfall (>=1mm) - Ivory															
Nb Rain Days	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2019	22	19	14	7	3	1	1	1	1	6	12	17	101	95	6
2005-2010	19	18	13	7	2	2	1	1	0	6	11	18	94	88	6
2015-2019	22	19	14	7	4	1	0	0	1	4	12	16	102	96	6
Variation	4	1	1	0	2	-1	-1	0	1	-1	1	-2	8	8	0
Rel.Var.(%)	19%	7%	6%	6%	100%	-33%	-85%	-52%	150%	-21%	7%	-10%	8%	9%	3%
Slope	0,25	0,06	0,11	0,00	0,14	-0,05	-0,13	-0,05	0,08	-0,08	0,15	-0,33	0,70	0,74	-0,04

La pluviométrie d'Ivory montre quant à elle une augmentation assez importante depuis 2005, de l'ordre de +17 mm par an, essentiellement liée à la pluviométrie de janvier (+12 mm/an). La pluviométrie de fin de saison est plutôt en augmentation sur la période avec +3,58 mm/an en mars.

Les totaux pluviométriques témoignent globalement d'une diminution progressive des pluviométries, mais qui est faible et qui semble difficilement « appréciable » par les gens compte tenu de leur répartition sur plusieurs mois, des valeurs mensuelles importantes (en saison des pluies), et de leur variabilité interannuelle. On ne peut noter de tendance très marquée et « générale » sur aucun mois de l'année.

Compte tenu des informations recueillies auprès des acteurs concernant leur perception des évolutions en cours de la pluviométrie (notamment « plus de grosses pluies », « plus de périodes sèches », « retard du démarrage de la saison »), nous nous sommes intéressés de près à la distribution des événements pluviométriques en regardant (a) leur distribution selon leur valeur (importance), (b) leur « regroupement » (cumul sur plusieurs jours, nombre de jours pluvieux successifs), et également (c) la distribution des « jours secs » (jours sans pluie) successifs, c'est-à-dire des « pauses pluviométriques ».

Evolutions des distributions des événements pluviométriques selon leur valeur

Nous avons tout d’abord étudié la distribution des valeurs (importances) des événements pluvieux : nous avons considéré les classes « pluie journalière de moins de 10 mm », « pluie journalière de 10 à 20 mm », « pluie journalière de 20 à 30 mm » et « pluie journalière de plus de 30 mm ». Nous avons également regardé les pluies de plus de 50 mm. Les résultats sont donnés au tableau 5.

Tableau 5 : Distributions annuelles des événements pluvieux selon leur valeur

Andranomanelatra	Rainy days	1<=R<10		10<=R<20		20<=R<30		R>=30		R>=50		R<20		R>=20		
2003-2019	104	60	58%	22	21%	10	10%	12	12%	3	3%	82	79%	22	21%	
2003-2007	108	63	58%	21	19%	10	9%	14	13%	3	3%	84	78%	24	22%	
2015-2019	96	50	52%	21	22%	11	11%	14	15%	2	2%	71	74%	25	26%	
variation / %	-12	-11%	-13	-21%	0	0%	1	10%	0	0%	-1	-33%	-13	-15%	1	4%
Antsirabe	Rainy days	1<=R<10		10<=R<20		20<=R<30		R>=30		R>=50		R<20		R>=20		
1961-2010	99	58	59%	22	22%	9	9%	10	10%	2	2%	80	81%	19	19%	
1961-1975	109	62	57%	26	24%	10	9%	11	10%	3	2%	88	81%	21	19%	
1995-2010	90	55	62%	17	19%	8	9%	10	11%	2	3%	73	81%	17	19%	
variation / %	-19	-17%	-7	-11%	-8	-32%	-3	-25%	-1	-11%	0	-11%	-15	-17%	-4	-17%
Ivory	Rainy days	1<=R<10		10<=R<20		20<=R<30		R>=30		R>=50		R<20		R>=20		
2006-2019	102	57	56%	23	22%	11	11%	12	12%	3	3%	79	78%	23	22%	
2006-2010	97	55	56%	22	23%	10	11%	10	10%	2	2%	77	79%	20	21%	
2015-2019	102	55	54%	22	22%	11	11%	14	14%	5	5%	77	75%	25	25%	
variation / %	5	5%	0	0%	0	-2%	1	6%	5	47%	2	92%	0	-1%	5	26%

Les données d’Antsirabe sur la période 1961-2010 indiquent qu’il n’y a aucun changement dans la distribution des événements pluvieux en relation à leur valeur : la baisse de 17% du nombre de jours de pluie se retrouve pareillement en ce qui concerne les pluies de moins de 20 mm que celle de plus de 20 mm. Par ailleurs on note une légère diminution des pluies de plus de 30 mm et de celles de plus de 50 mm. Il est important de souligner que les petites pluies sont largement majoritaires puisque les pluies de moins de 10 mm et celles de moins de 20 mm représentent respectivement 60% et 80% des événements pluvieux.

Pour Andranomanelatra on peut faire globalement les mêmes constats, et on ne peut parler d’une augmentation des « grosses pluies ».

Pour Ivory il semblerait par contre que les pluies de plus de 20 mm aient augmenté, mais les faibles nombres d’années et faibles nombres d’événements de ce type incitent à la prudence.

Au vu de ces résultats on ne peut considérer que les « grosses pluies » soient plus fréquentes.

Evolutions des « regroupements » de jours pluvieux

Nous nous sommes intéressés à différents critères : cumuls pluviométriques sur 7 jours et sur 14 jours, et périodes de jours pluvieux successifs. Les résultats détaillés sont présentés en annexe 3-4. Des synthèses succinctes en sont données aux tableaux 6-a, 6-b et 6-c.

Les valeurs de cumuls pluviométriques sur 7 jours (et idem pour ceux sur 14 jours) montrent des évolutions qui divergent selon les mois et les sites, sans indication d’une tendance particulière. Il en est de même en ce qui concerne la fréquence d’occurrence des périodes d’au moins 3 jours pluvieux successifs. Celle-ci serait même plutôt en baisse sur le long terme à Antsirabe. Rien ne nous permet donc de dire qu’il y aurait un « regroupement » des jours pluvieux ni plus de pluie tombant au cours de jours successifs.

Tableau 6-a : Cumuls pluviométriques sur 7 jours et occurrences de périodes d'au moins 3 jours pluvieux consécutifs à Antsirabe (source DGM)

Mean of rainfall amounts on 7 days - Antsirabe															
Rain 7d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1975	54	53	47	19	8	4	4	3	3	19	45	63	27	43	4
1995-2010	71	50	43	13	6	1	2	1	3	13	25	49	24	39	3
Variation	17	-3	-3	-6	-2	-3	-2	-2	-1	-6	-20	-13	-4	-5	-2
Rel.Var.(%)	32%	-5%	-7%	-34%	-26%	-75%	-48%	-59%	-22%	-32%	-44%	-22%	-13%	-11%	-39%
Slope	0,40	-0,08	-0,10	-0,16	-0,06	-0,08	-0,05	-0,06	-0,02	-0,14	-0,54	-0,41	-0,11	-0,15	-0,05
Number of periods of more than 3 consecutive rainy days - Antsirabe															
CRD >=3	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1975	2,5	2,0	2,1	1,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,9	1,7	3,1	14,5	13,5	1,0
1995-2010	2,0	2,0	1,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,9	1,5	1,9	10,8	10,1	0,7
Variation	-0,5	0,0	-0,5	-0,7	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,2	-1,2	-3,7	-3,4	-0,3
Rel.Var.(%)	-20%	0%	-23%	-58%	0%	-71%	-50%	-62%	200%	-1%	-10%	-40%	-26%	-25%	-29%
Slope	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,08	-0,07	-0,01

Tableau 6-b : Cumuls pluviométriques sur 7 jours et occurrences de périodes d'au moins 3 jours pluvieux consécutifs à Andranomanelatra (source CIRAD-FOFIFA)

Mean of rainfall amounts on 7 days - Andranomanelatra															
Rain 7d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	80	44	36	12	6	1	3	1	3	21	39	78	27	44	3
2014-2019	67	72	27	11	4	2	1	1	2	15	39	54	25	41	2
Variation	-13	28	-9	-2	-2	1	-1	-1	-1	-6	0	-23	-2	-4	-1
Rel.Var.(%)	-17%	64%	-24%	-13%	-35%	126%	-52%	-41%	-20%	-29%	1%	-30%	-9%	-8%	-24%
Slope	-1,30	2,32	-1,07	-0,04	-0,18	0,10	-0,19	-0,15	-0,06	-0,33	0,52	-2,81	-0,27	-0,39	-0,10
Number of periods of more than 3 consecutive rainy days - Andranomanelatra															
CRD >=3	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	2,0	1,8	1,5	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,7	2,8	1,5	11,7	11,2	0,5
2014-2019	2,3	3,0	2,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,7	1,8	2,2	12,5	12,2	0,3
Variation	0,3	1,2	0,5	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-1,0	0,7	0,8	1,0	-0,2
Rel.Var.(%)	17%	64%	33%	-80%	0%	0%	#####	#####	-100%	0%	-35%	44%	7%	9%	-33%
Slope	0,02	0,12	0,05	-0,06	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,05	0,04	0,08	0,12	-0,04

Tableau 6-c : Cumuls pluviométriques sur 7 jours et occurrences de périodes d'au moins 3 jours pluvieux consécutifs à Ivory (source CIRAD-FOFIFA)

Mean of rainfall amounts on 7 days - Ivory															
Rain 7d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	56	68	32	12	1	1	3	2	0	12	38	55	23	39	2
2015-2019	91	71	46	14	4	1	0	0	1	10	40	47	29	46	1
Variation	35	3	14	2	2	0	-2	-2	1	-2	2	-8	6	7	0
Rel.Var.(%)	61%	4%	43%	16%	151%	18%	-86%	-79%	185%	-17%	6%	-15%	25%	18%	-17%
Slope	2,76	-0,20	0,72	0,05	0,13	0,01	-0,23	-0,12	0,13	-0,13	0,56	-1,41	0,42	0,39	-0,04
Number of periods of more than 3 consecutive rainy days - Ivory															
CRD >=3	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	2,0	2,6	1,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	2,8	10,3	10,0	0,2
2015-2019	3,4	2,6	1,8	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	2,4	12,8	12,6	0,3
Variation	1,4	0,0	0,8	0,0	0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	-0,4	2,6	2,6	0,1
Rel.Var.(%)	70%	0%	80%	0%	#####	-100%	#####	#####	#####	0%	75%	-14%	25%	26%	25%
Slope	0,13	0,03	0,08	-0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	-0,09	0,20	0,22	0,00

Evolution des distributions des pauses pluviométriques

Nous avons étudié de près les pauses pluviométriques, c'est-à-dire les successions de jours sans pluie. Nous présentons en annexe 3-5 les occurrences d'apparition de pauses de 4 à 7 jours et de 8 à 14 jours. Les résultats sont synthétisés aux tableaux 7-a, 7-b et 7-c.



Tableau 7-a : Occurrences des pauses pluviométriques de 4 à 7 jours et de 8 à 14 jours à Andranomanelatra (source CIRAD-FOFIFA)

Number of periods of 4 to 7 consecutive dry days - Andranomanelatra															
CDD 4-7	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	0,7	0,7	1,0	1,0	0,3	0,7	0,2	0,0	0,5	0,5	1,7	0,3	7,5	5,8	1,7
2014-2019	0,7	0,5	0,7	0,3	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0	0,7	0,8	0,8	5,2	4,5	0,7
Variation	0,0	-0,2	-0,3	-0,7	-0,3	-0,5	0,4	0,0	-0,5	0,2	-0,8	0,5	-2,3	-1,3	-1,0
Rel.Var.(%)	0%	-25%	-33%	-67%	-100%	-75%	260%	#####	-100%	33%	-50%	150%	-31%	-23%	-60%
Slope	0,01	-0,01	-0,01	-0,05	-0,03	-0,03	0,03	0,00	-0,06	0,02	-0,08	0,05	-0,16	-0,07	-0,09

Number of periods of 8 to 14 consecutive dry days - Andranomanelatra															
CDD 8-14	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2003-2008	0,2	0,3	0,5	0,5	0,7	0,0	0,3	0,2	0,3	0,3	0,0	0,5	3,8	2,3	1,5
2014-2019	0,2	0,0	0,7	1,0	0,3	0,8	0,2	0,2	0,0	0,5	0,3	0,3	4,5	3,0	1,5
Variation	0,0	-0,3	0,2	0,5	-0,3	0,8	-0,1	0,0	-0,3	0,2	0,3	-0,2	0,7	0,7	0,0
Rel.Var.(%)	0%	-100%	33%	100%	-50%	#####	-40%	20%	-100%	50%	#####	-33%	17%	29%	0%
Slope	0,00	-0,03	0,01	0,03	-0,02	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,02	0,00	0,05	0,06	-0,01

Tableau 7-b : Occurrences des pauses pluviométriques de 4 à 7 jours et de 8 à 14 jours à Antsirabe (source DGM)

Number of periods of 4 to 7 consecutive dry days - Antsirabe															
CDD 4-7	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1975	1,4	0,7	1,3	1,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	1,0	0,9	0,6	9,5	7,5	1,8
1995-2010	1,2	0,8	1,3	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	1,2	0,8	7,3	6,5	0,9
Variation	-0,3	0,2	0,0	-0,6	0,1	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	-0,3	0,2	0,2	-2,2	-1,0	-0,9
Rel.Var.(%)	-19%	27%	2%	-49%	20%	-84%	-67%	-81%	0%	-25%	25%	40%	-23%	-13%	-52%
Slope	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,01	-0,06	-0,03	-0,03

Number of periods of 8 to 14 consecutive dry days - Antsirabe															
CDD 8-14	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
1961-1975	0,3	0,2	0,3	0,6	0,5	0,1	0,3	0,2	0,1	0,7	0,3	0,3	3,8	2,6	1,1
1995-2010	0,0	0,4	0,5	0,3	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8	0,2	3,3	2,3	0,9
Variation	-0,3	0,2	0,2	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,5	0,6	-0,1	-0,5	-0,3	-0,3
Rel.Var.(%)	-100%	92%	50%	-52%	-14%	-100%	-50%	15%	200%	-65%	213%	-30%	-14%	-12%	-24%
Slope	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,02	-0,01	-0,01

Tableau 7-c : Occurrences des pauses pluviométriques de 4 à 7 jours et de 8 à 14 jours à Ivory (source CIRAD-FOFIFA)

Number of periods of 4 to 7 consecutive dry days - Ivory															
CDD 4-7	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	0,3	0,6	1,0	0,8	0,4	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2	1,8	0,2	4,8	4,3	1,0
2015-2019	0,2	0,2	1,0	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,8	1,2	6,4	6,0	0,5
Variation	-0,1	-0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	-0,3	-0,2	0,0	1,2	-1,0	1,0	1,7	1,8	-0,5
Rel.Var.(%)	-20%	-67%	0%	50%	0%	#####	-100%	-100%	#####	600%	-56%	500%	35%	41%	-50%
Slope	0,01	-0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	-0,04	-0,02	0,00	0,11	-0,13	0,13	0,21	0,22	-0,08

Number of periods of 8 to 14 consecutive dry days - Ivory															
CDD 8-14	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
2005-2010	0,0	0,0	0,4	0,8	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,2	0,2	3,0	2,5	0,8
2015-2019	0,0	0,0	0,2	0,6	0,8	0,2	0,0	0,0	0,3	0,4	0,4	0,0	2,8	1,6	1,0
Variation	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	-0,8	0,2	-0,2	-0,2	-0,9	0,2
Rel.Var.(%)	#####	#####	-50%	-25%	33%	0%	#####	#####	#####	-67%	100%	-100%	-7%	-36%	25%
Slope	0,00	0,00	-0,02	-0,03	0,03	-0,01	0,01	0,00	0,02	-0,09	0,01	-0,02	-0,02	-0,11	0,02

Les résultats n'indiquent vraiment aucune augmentation des pauses pluviométriques de 4 à 7 jours, ni de celles de 8 à 14 jours (ni, non montré ici, des pauses plus longues). On ne peut pas parler non plus d'une tendance à leur diminution.

Evolutions des conditions au démarrage de la saison des pluies

Après avoir étudié la distribution des événements pluvieux et des pauses pluviométriques, sans mettre en évidence aucun changement, nous nous sommes penché sur les conditions lors des premiers mois de la saison des pluies. Pour cela nous avons pris en compte plusieurs éléments et défini différents critères.

Nous nous sommes intéressés d'une part à la date de démarrage de la saison des pluies, d'autre part aux conditions hydriques générales.

Date de démarrage de la saison des pluies :

Tout d'abord nous avons considéré le critère utilisé par la DGM pour définir la date de démarrage de la saison des pluies au sens « saison agricole » : ce critère est « l'obtention d'au moins 20 mm de pluies dans deux jours avec pas plus de 10 jours secs successifs » (cf. DGM, 2019 ; d'après Omotosho, 1992). Ensuite, après avoir échangé avec différentes personnes d'expérience qui préconisaient plutôt un seuil de 40 mm, et après avoir fait le constat que ce critère « 20 mm – pas 10 jours secs » ne « signalait » rien de particulier pour le début de la saison en cours 2019-2020 sur la zone d'Andranomanelatra alors même que les paysans se plaignaient de mauvaises conditions, nous avons considéré un ensemble bien plus large de critères pour définir une date de démarrage de la saison agricole. L'objectif était de voir si certains critères permettaient de détecter les conditions particulières de la saison en cours sur Andranomanelatra et s'ils pouvaient nous indiquer, ou pas, une évolution en tendance, en particulier un recul, de la date de démarrage de la saison agricole. Les critères étudiés ont été :

- Critères de type 1 : cumul X mm à partir du 1^{er} octobre
 Obtention d'un cumul de pluie à partir du 1^{er} octobre de 20 mm, de 40 mm, de 100 mm.

C'est un simple indicateur météorologique.

- Critères de type 2 : cumul X mm sur Y jours successifs, à partir du 1^{er} octobre

Obtention d'un cumul de pluie de 20 mm sur 2 jours successifs; de 40 mm sur 2 jours successifs; de 40 mm sur 5 jours successifs; de 60 mm sur 8 jours successifs;

Ce critère de type 2 indique une possibilité de semer, et/ou de commencer la germination si le semis a déjà été fait auparavant.

- Critères de type 3 : combinaison d'un critère de type 2 avec une condition sur les 10, 20 ou 30 jours suivants

La condition sur les 10, 20 ou 30 jours suivants évalue la possibilité pour la culture de se développer correctement, en particulier au regard des conditions hydriques dans le sol. Comme conditions sur les jours suivants nous avons d'une part repris le critère « pas 10 jours secs » utilisé par la DGM, et d'autre part un critère de « bonnes conditions hydriques » du sol qui se réfère à l'état de la réserve hydrique du sol en surface, celui-ci étant estimé à partir d'un mini bilan hydrique tenant compte des pluies et des évapotranspirations potentielles durant les 10 ou 20 ou 30 jours suivants. Tous les détails méthodologiques sont décrits en annexe 3-6, ainsi que tous les résultats obtenus. Les principaux résultats sont synthétisés au tableau 8.

Tableau 8 : Dates de démarrage de la saison culturale selon différents critères

	40mm	100mm	20mm/2j pas 10JSec	20mm/2j RUOK 20J	20mm/2j RUOK 30J	40mm/2j pas 10JSec	40mm/2j RUOK 20J	40mm/2j RUOK 30J
Andranomanelatra								
2003-2019	18/10	7/11	15/10	31/10	30/10	9/11	15/11	20/11
2003-2008	16/10	5/11	16/10	30/10	30/10	24/10	10/11	10/11
2014-2019	22/10	9/11	18/10	31/10	1/11	15/11	15/11	29/11
Variation	6	4	1	2	3	22	5	20
Rel.Var.(%)	2%	1%	0%	1%	1%	7%	2%	6%
Slope	0,44	0,21	0,02	-0,38	-0,13	1,68	-0,08	1,66
Antsirabe								
1961-1967	17/10	3/11	16/10	1/11	3/11	6/11	11/11	17/11
1968-1975	29/10	6/11	28/10	31/10	28/10	16/11	16/11	16/11
1995-2002	3/11	24/11	10/11	24/11	27/11	24/11	5/12	13/12
2003-2010	27/10	14/11	28/10	11/11	7/11	23/11	23/11	23/11
1961-1975	24/10	5/11	23/10	31/10	31/10	11/11	14/11	16/11
1995-2010	31/10	18/11	3/11	17/11	16/11	24/11	29/11	2/12
Variation	7	14	11	17	16	12	15	16
Rel.Var.(%)	2%	4%	4%	5%	5%	4%	5%	5%
Slope	0,19	0,33	0,27	0,41	0,37	0,29	0,31	0,31
Ivory								
2005-2019	23/10	15/11	25/10	4/11	4/11	19/11	24/11	19/11
2005-2010	21/10	15/11	20/10	25/10	31/10	28/11	28/11	28/11
2015-2019	24/10	17/11	30/10	10/11	10/11	24/11	24/11	24/11
Variation	3	3	10	16	10	-4	-4	-4
Rel.Var.(%)	1%	1%	3%	5%	3%	-1%	-1%	-1%
Slope	-0,02	0,29	0,79	1,74	1,14	0,20	0,58	0,20



Les résultats sont divergents selon les critères et les sites et périodes d'observation, même si on peut noter que les dates de démarrage de la saison ont en général tendance à reculer un peu, c'est-à-dire à être un peu plus tardives.

La date définie selon le critère de la DGM « 20 mm sur 2 jours successifs non suivi par 10 jours secs » (défini comme « 20mm/2j, Pas 10JSec » au tableau 8) a reculé en moyenne de 0,27 jour par année entre 1961 et 2010 à Antsirabe, soit en gros de 3 jours chaque 10 ans, en tendance. Mais selon ce même indice l'évolution n'est que de 0,02 jour par année à Andranomanelatra depuis 2003, alors qu'elle est par contre de 0,8 jour par an à Ivory.

Si l'on considère le critère « 40 mm de pluie sur 2 jours successifs, non suivi par 10 jours secs » (critère « 40mm/2j Pas 10JSec » au tableau 8), on a également un recul de 3 jours chaque 10 ans entre 1961 et 2010 à Antsirabe. Ce critère indique également un recul à Ivory depuis 2005 (0,2 jour/an) et un recul très important à Andranomanelatra depuis 2003 (1,68 jour/an).

Par contre si l'on considère le critère « 40 mm de pluie sur 2 jours successifs, suivi par 20 jours de conditions d'humidité de surface favorables » (critère « 40mm/2j RU OK 20J » au tableau 8), qui personnellement nous semblerait plus « logique » sur le plan agronomique, on observe toujours un recul de 3 jours chaque 10 ans à Antsirabe (0,31 jour/an), et de près de 6 jours à Ivory (0,58 jour/an) mais pas d'évolution à Andranomanelatra (-0,08 jour/an).

On constate que les variations observées pour Antsirabe entre 1961 et 2010 selon les différents indicateurs sont cohérentes entre elles, à la différence de celles constatées sur les autres sites qui sont plus hétérogènes. Cela est sans doute en partie dû aux différences entre les longueurs des séries de données. Mais il se pourrait aussi que l'évolution climatique ait été plus régulières et « importante » entre 1960 et 2000-2010 que au cours des années 2000s et 2010s, ou encore que la zone d'Andranomanelatra ait un micro-climat particulier.

Nous ne pouvons donc conclure de façon tranchée sur cette question. Selon les données d'Antsirabe dont nous disposons on ne peut nier une tendance à un recul du démarrage de la saison des pluies, de l'ordre de 3 jours chaque 10 années sur la période 1961-2010. On retrouve également une tendance au recul à Ivory depuis 2005, de l'ordre de 5 à 10 jours chaque 10 années. Par contre il est difficile de conclure à la même chose à Andranomanelatra depuis 2003.

En fait pour pouvoir conclure clairement sur ce point, comme d'ailleurs sur les autres, il faudrait a minima avoir un jeu de données actualisé à 2019 pour Antsirabe. Cela permettrait déjà de comparer les tendances des données d'Antsirabe et d'Andranomanelatra sur la même période 2003-2019. Et l'idéal serait d'avoir plus de sites où des données sont recueillies.

Quoi qu'il en soit, si l'on considère qu'en tendance la date du démarrage de la saison a reculé de 3 jours chaque 10 ans, la question qui se pose est de savoir si vraiment les gens sont capables de percevoir ce changement sur 10 ou 20 ans, ou même sur 30 ans, compte tenu des variations interannuelles fortes ?

Conditions hydriques au démarrage de la saison des pluies :

A partir d'un mini bilan hydrique tenant compte des pluies et des évapotranspirations potentielles (cf. détails méthodologiques en annexe 3-6) nous avons estimé pour chaque jour l'état de la réserve hydrique du sol sur les profondeurs 0-20 cm, 0-30 cm et 0-40 cm. Les moyennes de ces indicateurs ont ensuite été établies par décennie et mensuellement. Les résultats sont présentés en annexe 3-6 et sont synthétisés au tableau 9.

Pour mieux interpréter les valeurs présentées il faut avoir à l'esprit que la plupart des cultures commencent à éprouver des difficultés à s'alimenter quand la valeur de la réserve passe en dessous de 50% de son maximum, et que ces difficultés seront très élevées en dessous de 30%.

On peut constater sur le long terme à Antsirabe une certaine dégradation des conditions hydriques de surface qui passent par exemple en novembre de 49% en moyenne sur la période 1961-1975 à 21% en moyenne sur la période 1995-2010 sur les premiers 20 cm, de 68% à 49% sur 0-30 cm, et de 78% à 63% sur 0-40 cm. Pour le mois de décembre les valeurs suivent les mêmes tendances mais avec des variations moins fortes. Le mois d'octobre présente des valeurs qui varient aussi mais qui quoi qu'il en soit ne sont pas favorables au développement des cultures.

A Andranomanelatra on peut observer également une dégradation des conditions hydriques de surface, mais qui est très faible mis à part pour octobre, mois pour lequel les conditions ne sont pas favorables. Pour Ivory l'évolution est également très faible.

Nos indicateurs montrent donc une certaine dégradation des conditions mais qui nous semble vraiment faible sur les 2 dernières décennies.

Tableau 9 : Etats moyens de la réserve en eau du sol à Andranomanelatra, Antsirabe et Ivory

Average status of available soil water - Andranomanelatra									
	ASW % (20cm)			ASW % (30cm)			ASW % (40cm)		
	O	N	D	O	N	D	O	N	D
2003-2008	20%	48%	70%	42%	67%	82%	59%	77%	87%
2014-2019	12%	44%	60%	36%	64%	76%	55%	75%	83%
Variation	-8%	-4%	-9%	-6%	-3%	-6%	-4%	-2%	-4%
Rel.Var.(%)	-40%	-9%	-13%	-14%	-5%	-7%	-7%	-3%	-5%
Slope	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01

Average status of available soil water - Antsirabe									
	ASW % (20cm)			ASW % (30cm)			ASW % (40cm)		
	O	N	D	O	N	D	O	N	D
1961-1967	13%	49%	77%	40%	69%	86%	58%	78%	90%
1968-1975	9%	48%	69%	32%	67%	82%	53%	77%	88%
1995-2002	3%	12%	45%	23%	39%	66%	46%	57%	76%
2003-2010	8%	28%	56%	31%	54%	72%	52%	68%	81%
1961-1975	11%	49%	73%	36%	68%	84%	55%	78%	89%
1995-2010	5%	21%	51%	27%	47%	69%	49%	63%	78%
Variation	-6%	-28%	-22%	-8%	-21%	-15%	-6%	-15%	-10%
Rel.Var.(%)	-50%	-57%	-30%	-23%	-31%	-18%	-10%	-19%	-12%
Slope	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Average status of available soil water - Ivory									
	ASW % (20cm)			ASW % (30cm)			ASW % (40cm)		
	O	N	D	O	N	D	O	N	D
2006-2010	14%	46%	73%	46%	66%	83%	60%	75%	88%
2015-2019	11%	45%	58%	44%	65%	74%	59%	75%	81%
Variation	-3%	-1%	-15%	-2%	-1%	-9%	-1%	-1%	-7%
Rel.Var.(%)	-23%	-3%	-21%	-4%	-1%	-11%	-2%	-1%	-8%
Slope	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01

II.4 Conclusions

Concernant les températures

Les températures moyennes ont régulièrement augmenté sur la période 1961-2019, en moyenne de +0,04°C par an, et même un peu plus semble-t-il dans le Moyen Ouest. Pour les Hautes Terres cela représente 2,4°C d'augmentation depuis le début des années 60s, ce qui est considérable. Les évolutions sont globalement légèrement plus fortes pour les mois d'hivers (mai-septembre). Ces évolutions positives sont autant dues aux variations des températures maximales, diurnes, que des températures minimales, nocturnes.

On constate sur les Hautes Terres une très nette diminution des jours dont la température moyenne est inférieure à 18°C, en particulier en mars et avril quand cela peut nuire au riz : ainsi par exemple à Antsirabe sur ces 2 mois on est passé de 26 jours ayant une température moyenne inférieure

à 18°C dans les années 60 à une dizaine désormais. Dans le Moyen Ouest (Ivory) il n'existe pratiquement plus de journée présentant cette caractéristique.

La période de froid s'est raccourcie car le froid vient plus tard en fin de saison des pluies.

Pour les Hautes Terres on note également une importante diminution des nuits froides (< 5°C) au cours des mois d'hivers, et une quasi-disparition des températures négatives.

En parallèle les journées chaudes ont augmenté partout, en particulier lors des mois d'octobre et novembre, premiers mois de la saison des pluies.

Les données de températures confirment donc les dires des acteurs concernant la disparition du froid et des gels en hivers.

Au vu des prévisions climatiques ces tendances ne feront que se renforcer.

Concernant les pluviométries

A Antsirabe les totaux pluviométriques témoignent globalement d'une diminution progressive des pluviométries sur les 5 dernières décennies (-6,5 mm/an sur la période 1961-2010). A Andranomanelatra la baisse annuelle apparaît bien plus forte (-15,55 mm/an sur la période 2003-2019) mais elle est liée à deux épisodes exceptionnels (65 mm en décembre 2019 et 659 mm en janvier 2003), et si on enlève ces valeurs il n'y a plus de variation (-2,76 mm/an). A Ivory la pluviométrie a quant à elle augmenté. Les nombres de jours de pluie montrent des variations très faibles de l'ordre de -0,5 jours/an. Les mois de fin de saison des pluies, mars et avril, montrent une diminution régulière faible à Antsirabe (-0,14 mm/an et -0,77 mm/an respectivement), plus hétérogène à Andranomanelatra (-5,14 mm/an en mars, pas d'évolution pour avril), et plutôt une augmentation à Ivory (+3,58 mm/an en mars). Il nous semble assez difficile que des personnes puissent apprécier ces évolutions des totaux pluviométriques qui restent très faibles en tendance : -6,5 mm/an à Antsirabe sur la période 1961-2010, cela représente -130 mm sur 50 ans sur un cumul initial de 1300 mm, soit -10% en 50 ans... De plus cela se répartit sur plusieurs mois, et la tendance est « masquée » par des variabilités interannuelles et intra-annuelles importantes. D'ailleurs la plupart des acteurs ne mentionne pas de baisse de la pluviométrie.

Concernant plus particulièrement la période hivernale au sujet de laquelle les gens mentionnent « qu'il y a moins de pluie, moins de brouillards, moins de rosées », on peut constater qu'il y a une baisse en tendance de l'ordre de 1,4 mm/an à Antsirabe sur la période 1961-2010, avec une pluviométrie qui sur les 5 mois d'hivers (mai-septembre) est passée de 102 mm à 56 mm. C'est une baisse très faible. Cependant vu que les pluies sont faibles également, il est possible que les gens l'aient perçue, même si cependant en parallèle on peut noter que le nombre d'événements pluvieux a très peu évolué. En fait il est probable que les gens sont en réalité plus influencés par des évolutions perçues des rosées et brouillards, que par les évolutions des pluies elles-mêmes durant cette période. Malheureusement nous n'avons pas de données mesurées concernant les brouillards et rosées. Cependant, vu que globalement les précipitations ont diminué, on peut par extrapolation considérer que la charge humide de l'atmosphère a diminué également durant l'hivers, ce qui pourrait expliquer la diminution des brouillards et rosées.

Concernant la distribution des événements pluvieux en relation à leur valeur les données indiquent qu'il n'y a aucun changement et donc que les « grosses pluies » ne sont pas plus fréquentes qu'avant. On peut noter que les petites pluies sont largement majoritaires puisque les pluies de moins de 10 mm et celles de moins de 20 mm

représentent respectivement 60% et 80% des événements pluvieux. Par ailleurs rien ne permet de dire qu'il y aurait un « regroupement » des jours pluvieux ni non plus « plus de pluie tombant au cours de jours successifs ».

On ne peut pas non plus considérer qu'il se soit produit une augmentation des pauses pluviométriques (ni de celles de 4 à 7 jours, ni de celles de 8 à 14 jours, ni des plus longues), ni non plus leur diminution. Ainsi contrairement à différents commentaires (« plus souvent de grosses pluies », « plus de périodes pluvieuses », « plus de petites sécheresses ») les données n'indiquent aucune modification des distributions des événements pluvieux ou des épisodes secs.

Concernant le début de saison des pluies qui a fait l'objet de très nombreux commentaires soulignant « un retard » et des « difficultés à installer les cultures aussi tôt qu'avant », nos conclusions suite à l'analyse des données sont « mitigées » et nous laissent dubitatifs.

En effet nous ne pouvons conclure de façon tranchée concernant la date de début de saison vu que les résultats sont divergents selon les critères et les sites et périodes d'observation. Selon les données d'Antsirabe on ne peut nier une tendance à un recul du démarrage de la saison des pluies, mais qui est faible puisque de l'ordre de 3 jours chaque 10 années sur la période 1961-2010. On retrouve également une tendance au recul à Ivory depuis 2005, de l'ordre de 5 à 10 jours chaque 10 années. Par contre il est difficile de conclure à la même chose à Andranomanelatra depuis 2003. Les résultats obtenus pour Antsirabe (1961-2010) selon les différents indicateurs sont cohérents entre eux, à la différence de ceux relatifs aux autres sites. Cela est sans doute en partie dû aux différences entre les longueurs des séries de données. Mais il se pourrait aussi que l'évolution climatique ait été plus régulières et « importante » entre 1960 et 2000-2010 que au cours des années 2000s et 2010s, ou encore que la zone d'Andranomanelatra ait un micro-climat particulier.

Parallèlement les indicateurs de l'état hydrique de la réserve du sol témoignent d'une certaine dégradation des conditions hydriques depuis les années 60s, mais l'évolution est vraiment faible sur les deux dernières décennies.

En fait pour pouvoir conclure clairement sur ce point, comme d'ailleurs sur les autres, il faudrait avoir un jeu de données actualisé à 2019 pour Antsirabe. Cela permettrait déjà de comparer les tendances des données d'Antsirabe et d'Andranomanelatra sur la même période 2003-2019. Nous espérons obtenir ces données via la DGM dans les prochains mois. Nous devrions pouvoir étudier aussi les données d'Analamanga (aéroport d'Ivato). L'idéal serait d'obtenir des données sur d'autres sites encore ... mais il n'y en a pas.

Si l'on considère qu'en tendance la date du démarrage de la saison a reculé de 3 jours chaque 10 ans, la question qui se pose est de savoir si vraiment les gens sont capables de

percevoir ce changement sur 10 ou 20 ans, et même sur 30 ans compte tenu des variations interannuelles fortes ? De même nous pouvons nous interroger sur la capacité des gens à réellement capter la très lente et faible dégradation des conditions hydriques de surface, en particulier sur les 2 dernières décennies.

Comme les perturbations, et retards, du démarrage de la saison des pluies ont semble-t-il été ressenties fortement ces 5 dernières années, on peut penser que cette impression est plutôt liée au grand retard de démarrage des pluies qui a affecté les régions d'Analamanga, Itasy et en partie Vakinankaratra lors de la saison 2016-2017, et peut-être également à la mise en place tardive de la saison des pluies 2019-2020 dans le Vakinankaratra (au moment où nous interrogeons certains). Par ailleurs certains constats, comme la pratique de semis précoce de riz pluvial, dès la mi-septembre en certains endroits, plaident plutôt pour une certaine « confiance » des paysans dans le démarrage de la saison des pluies ...

En conclusion on peut retenir que l'évolution globale de la pluviométrie est vraiment très faible sur les dernières décennies sur le Vakinankaratra, sans tendance particulière sur aucun mois. Par ailleurs il n'y a pas eu de changement en ce qui concerne la distribution des événements pluvieux et des pauses pluviométriques, ce

contrairement aux ressentis de certains.

Par contre nous ne sommes pas arrivés à conclure clairement au sujet du « retard de démarrage de la saison des pluies et/ou de ses irrégularités » qui sont mentionnés par beaucoup d'acteurs mais qui ne ressortent pas clairement dans les analyses des données dont nous disposons. Cela reste un point qui nous laisse dubitatifs et insatisfaits.

Il faudrait étudier de bien plus près cette question auprès des agriculteurs de cette région. On met ici en évidence la nécessité d'aller-retours (au pluriel) entre l'analyse des données – qu'il faut aussi avoir – et le recueil d'informations auprès des paysans, jusqu'à acquisition d'une compréhension des choses.

Quand nous aurons pu analyser de nouvelles données en collaboration avec la DGM nous ne manquerons pas de faire connaître les résultats à CASEF.

Concernant d'autres phénomènes météorologiques

Concernant les grêles, c'est-à-dire leur augmentation en saison des pluies, leur force, la taille des grêlons, rapportés par les gens, nous n'avons aucune donnée pour nous prononcer.



III - Impacts des évolutions climatiques sur les cultures

III.1 Méthodologies utilisées

Comme indiqué au point II.1 nous avons recueilli lors des entretiens non seulement les impressions ressenties des acteurs concernant les évolutions du climat mais également leurs commentaires concernant les conséquences constatées, selon eux, de ces évolutions, en leur demandant d'être concrets. En fait nous les avons même questionnés plus largement sur les « changements environnementaux » constatés et leurs impacts.

Nous commencerons par des considérations générales concernant les effets des facteurs « température » et « pluie » sur les cultures avant d'aborder les éléments plus spécifiques à chaque chaîne de valeur (CV) du CASEF Hautes Terres.

III.2 Conséquences en général

Concernant l'augmentation des températures

Nous distinguerons les aspects abiotiques, c'est-à-dire les effets directs des températures sur les développements et productions des cultures, des aspects biotiques qui concernent les effets des températures sur les ennemis et maladies qui affectent les cultures.

Aspects abiotiques :

L'augmentation des températures a comme effet principal d'accélérer le développement des cultures, c'est-à-dire de raccourcir leur cycle. Pour une même variété de maïs ou de riz par exemple, le cycle a donc eu tendance à se raccourcir au fur et à mesure des années. A titre d'exemples une augmentation de 1 degré de température moyenne peut raccourcir un cycle de 4 mois de 10 jours environ, et un cycle de 3 mois de 6 jours. Ces valeurs doublent (20 et 12 jours) si l'on considère une augmentation de 2°C. Dans l'absolu ce raccourcissement du cycle peut être considéré comme négatif car quand le cycle se raccourcit, la plante accumule moins de biomasse (moins de production photosynthétique), et les productions diminuent nécessairement un peu. Par ailleurs l'augmentation des températures nocturnes augmente l'activité respiratoire de la plante la nuit (respiration de maintenance), donc sa consommation en énergie, qu'elle puise dans ses stocks de matière, ce qui a un impact négatif sur ses productions.

Mais il ne semble pas possible que les gens aient pu se rendre compte des impacts négatifs mentionnés ci-dessus, ce d'une part parce que l'évolution des températures a été extrêmement progressive, et d'autre part et surtout parce que les cultures pâtissent régulièrement de tas de contraintes (manque de fertilité, adventices, insectes et maladies, aléas hydriques, etc.) qui affectent fortement leurs productions. D'ailleurs les paysans ne mentionnent pas cela mais d'autres aléas et contraintes.

De plus dans de nombreuses situations où des aléas

pluviométriques peuvent perturber la mise en place des parcelles et/ou le développement des cultures, en particulier avec des sécheresses en fin de cycle, un cycle plus court peut s'avérer avantageux en donnant plus de souplesse et en minimisant les risques.

Par ailleurs les températures maximales n'ont pas encore atteint des niveaux pouvant altérer les développements et fonctionnements des plantes.

Reste à évoquer un dernier point négatif potentiel lié à l'augmentation des températures: l'augmentation des évapotranspirations qu'elle entraîne. D'après nos données d'Andranomanelatra (complètes rappelons-le), les évapotranspirations potentielles (présentées en fin d'annexe 3-6) n'ont augmenté que de 2% en tout sur la période 2003-2019, ce qui est tout à fait négligeable. Les plus fortes valeurs d'évapotranspiration n'ont pas évolué non plus.

Enfin il est utile de souligner que pour le riz, culture si importante à Madagascar, l'élévation des températures, en particulier nocturnes, est positive car elle diminue fortement les risques de stérilité due au froid en fin de cycle (à partir de l'épiaison). Cela contribue à sécuriser les productions même en cas de semis tardif dû par exemple à des aléas pluviométriques ou d'autres contraintes en début de campagne. Le raccourcissement du cycle joue également positivement sur ce point.

Il apparaît donc que l'augmentation des températures en elle-même (stricto sensu) n'est pas préjudiciable aux cultures pluviales d'été. Elle leur est même plutôt favorable.

Tout ce que nous venons de dire est globalement valable également pour les cultures d'hivers, qui sont irriguées.

Cependant pour ces cultures d'hivers irriguées, et pour les cultures maraîchères d'été également parfois irriguées (irrigations de complément) de nombreux producteurs ont le sentiment que l'augmentation des températures entraîne plus d'évaporation, indiquant par exemple « *que des vents forts et les plus fortes températures entraînent l'assèchement des parcelles d'où la nécessité d'arrosages fréquents des parcelles maraîchères* ». Mais, pourtant comme nous l'avons vu, selon nos données d'Andranomanelatra les évapotranspirations n'ont pas augmenté. Comment expliquer donc leurs dires? D'une part il est fort possible que nos données ne reflètent pas toutes les situations. D'autre part les problèmes rapportés ici par les producteurs sont certainement d'avantage liés à des périodes de manque de pluie, périodes au cours desquelles les températures remontent en général. Enfin il faut aussi avoir à l'esprit que les cultures maraîchères sont très sensibles aux conditions d'humidité de surface, plus que ne le sont les grandes cultures. Il faudrait avoir beaucoup plus de données, sur bien plus de sites, et complètes (avec le vent, le rayonnement, l'humidité) pour analyser ces choses.

Enfin, pour les arbres fruitiers l'augmentation des températures, et la disparition du froid, ont des conséquences négatives en affectant les dormances. Nous y reviendrons quand nous évoquerons les conséquences sur la pomme fruit.

Aspects biotiques :

En fait le grand souci est que l'augmentation des températures a pour conséquence de modifier, et en général en les accentuant, toutes les contraintes biotiques que subissent les cultures, tout simplement car l'augmentation des températures accélèrent les cycles reproducteurs. Par ailleurs l'augmentation des températures rend possible l'extension vers les zones d'altitude de contraintes qui jusqu'à présent n'existaient que dans des zones plus basses.

Certes, hormis ce phénomène de migration vers les zones hautes, il est difficile de savoir sans étude précise quel est le poids réel de l'effet du climat au regard des effets d'autres facteurs liés à « l'intensification » comme l'augmentation de traitements phytosanitaires mal maîtrisés, ou d'autres mauvaises pratiques (absence des bonnes rotations par exemple), ou encore l'augmentation des surfaces cultivées dans le paysage. Il peut par ailleurs se produire des mutations chez les espèces ennemies. De plus il peut y avoir des phénomènes accidentels comme l'introduction de nouvelles espèces, cas de la chenille légionnaire d'automne (CLA) (*Spodoptera frugiperda*) par exemple.

Mais cependant on peut considérer que l'augmentation des températures va globalement augmenter tous les problèmes biotiques.

Nous verrons que c'est particulièrement le cas pour les filières du projet, avec notamment les maladies fongiques (mildiou) et bactériennes qui se développent sur la pomme de terre, et la multiplication des insectes.

Concernant les pluies

Les aléas pluviométriques peuvent avoir des conséquences directes sur les cultures, principalement sur leur alimentation hydrique, et des conséquences indirectes, via leurs impacts sur les ressources en eau utilisées pour l'irrigation.

Concernant les conséquences directes nous avons vu que notre analyse approfondie des données pluviométriques disponibles nous a conduit à conclure que pour le Vakinankaratra il n'y avait pas d'évolution notable des volumes pluviométriques, ni des distributions des événements pluvieux et des périodes sèches. Nous n'avons pas non plus pu mettre en évidence des changements notables en tendance en ce qui concerne le démarrage de la saison des pluies, ce qui nous a laissé perplexe compte tenu des commentaires nombreux portant sur « le

retard de démarrage de la saison des pluies et/ou de ses irrégularités ».

Concernant les conséquences indirectes de nombreux témoignages rapportent une **diminution globale des réserves en eau souterraines (nappes phréatiques, sources, puits) et des eaux de surface (cours d'eau) en saison sèche**, et à l'inverse une augmentation des débits des rivières après les pluies, avec aussi, selon les endroits, une augmentation des d'inondations.

Ces diminutions des eaux souterraines et de surface en saison sèche créent des problèmes pour l'alimentation des canaux d'irrigation presque partout, ce qui entraîne par exemple le retard de la préparation des rizières et pépinières. De même les contraintes sur les puits dont l'eau est utilisée pour l'arrosage de cultures maraichères se sont accentuées. A l'inverse, comme il y a globalement plus d'eau dans les rivières durant la pleine saison des pluies, et plus souvent des débordements et inondations, les besoins en curage et en entretien augmentent, et des conflits s'installent entre les agriculteurs de bas fond. De plus toutes ces difficultés ont pu s'aggraver à cause des dégâts causés en 2018 par le cyclone aux canaux en de nombreux endroits.

Certains attribuent cela à la « plus grande concentration de la pluie en un temps donné » qui augmente la quantité d'eau perdue dans les ruissellements et érosion. Comme indiqué précédemment nous n'observons pas spécialement de modification des pluies dans nos données.

Par contre, même si la pluie ne semble pas avoir évolué globalement, ni sa distribution, il est fort probable que les quantités d'eau de ruissellement (et les érosions) ont globalement augmenté au fil des années en lien avec la diminution des couvertures végétales des sommets et versants des collines (forêts, bois), au détriment des volumes infiltrés. C'est ce qui pourrait expliquer les modifications des eaux souterraines et de surface.

III.3 Impacts sur la CV maïs

Contraintes climatiques : les aléas pluviométriques en début de campagne

Des insuffisances et irrégularités de pluies en début de campagne de plus en plus fréquentes sont signalées, en Itasy, Analamanga et Vakinankaratra, qui conduisent à des semis du maïs et d'autres cultures retardés, parfois jusqu'en décembre. Certains indiquent qu'une pluviométrie de 30 mm est nécessaire pour une bonne levée du maïs.

Par rapport à ces difficultés rapportées en relation aux aléas pluviométriques, et dans la perspective qu'elles pourraient augmenter, la solution à préconiser est de proposer des variétés plus résistantes au stress hydrique, et aussi à cycle plus court.

A ce sujet certains (Coopérative Santatra, Analavory Itasy) explique que la variété hybride IRAT 200 (vulgarisée depuis 10 ans par le programme PNM) résiste bien à l'insuffisance de pluie, produisant plus que les variétés locales. Cependant d'autres (Coopérative Mizara, Analavory Itasy) reprochent à cette variété son goût trop amère, la réservant aux seuls animaux, et regrettent les saveurs agréables et sucrées de variétés locales (Katsapotsy et Ralemba).

Dans le Vakinankaratra les variétés locales (Meva et Tombotsoa) semblent donner satisfaction au-dessus de 1500 m (CEFFEL) pour la qualité des grains et leur cycle, et le fait que leurs semences sont facilement disponibles à tous.

Le CEFFEL insiste pour que l'on ne propose pas que des hybrides aux gens, trop coûteux à cultiver, mais plutôt des variétés, plus accessibles, moins coûteuses.

Baisse de la fertilité

Le maïs est une culture exigeante en termes de fertilité.

Or par exemple dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra la baisse de fertilité des sols est manifeste, avec un développement général du striga (« arema ») (*Striga asiatica*). Autour de Mandoto il fait des ravages. Sa première apparition a été constaté à Analavory il y a environ 10 ans. La seule solution est de l'enlever avec ces racines, et surtout l'arracher avant ou au début floraison pour éviter que des graines tombent au sol où elles peuvent rester près de 20 ans.

Et, très inquiétant dans le Vakinankaratra, le striga semble se rapprocher des hautes terres : ainsi des plants de striga ont été identifiés dernièrement (2 ans) à Alakamisy Anativato à côté de Betafo. La cause estimée est le transport par des oiseaux (« Maritenina ») à partir de leurs déjections. Mais quoi qu'il en soit son développement est un indicateur de baisse de fertilité.

Dans l'Itasy on nous a rapporté des baisses de rendement importantes ces dernières années : de 3t/ha à 1t/ha en 5 ans.

Ces problèmes de fertilité, attestés par la recrudescence du striga et les baisses de rendement, plaident pour le développement de pratiques et systèmes agroécologiques dans lesquels de la matière organique est « re-injectée » dans les sols. Cela ne veut pas dire de ne pas mettre d'engrais, mais que sans matière organique il n'y aura pas d'issue. Nous verrons différents systèmes de culture recommandés

Contraintes phytosanitaires : la chenille légionnaire

La chenille légionnaire d'automne (CLA) (*Spodoptera frugiperda*) est le principal problème de la culture, et des maïsiculteurs. Apparue il y a environ 5 ans à Madagascar elle est désormais présente partout sur les hautes terres et

fait des ravages. Elle est très présente en Itasy en particulier depuis 2-3 ans. Sur les Hautes Terres du Vakinankaratra elle est là depuis janvier 2017, et heureusement seulement sur le maïs pour le moment.

Selon certains témoignages les pertes peuvent aller jusqu'à 70%. De plus les récoltes se conservent mal en cas de stockage car les épis et grains sont abîmés. De même les productions de semences sont très affectées.

Des programmes de lutte et de recherche sont en cours (soutenus par la FAO notamment) mais pour le moment la lutte est difficile.

Les différentes méthodes recensées sont :

La lutte mécanique :

Elle consiste à prélever les chenilles à l'intérieur des verticilles, pour les détruire ensuite. C'est efficace mais très laborieux, surtout si le champ est grand. Elle est cependant pratiquée par les paysans, parmi et associée à d'autres méthodes.

La lutte chimique :

Elle est pratiquée mais considérée par les spécialistes comme peu efficace puisque les chenilles ne sont visibles qu'après éclosion, une fois qu'elles rentrent dans les verticilles. De ce fait il est difficile de les traiter avec des produits chimiques, sauf avec des insecticides systémiques mais qui ne sont pas très conseillés pour ce genre de culture. De plus il semble qu'il y ait de plus en plus de résistances et cela devient très coûteux : différents témoignages ont rapporté que les premières années il fallait faire 2 ou 3 traitements, mais que désormais il faut en faire 4, avec des matières actives différentes. Les produits utilisés sont par exemple « Indoxacarb », « Légion », « Phénophos » et « Noleptine ».

La lutte biologique : biopesticides « adigasy » et systèmes « push-pull »

On peut mentionner l'utilisation de différents biopesticides (appelés « adigasy ») fabriqués par les paysans avec des ressources locales : à base de piment pilokely et suie, à base de tabac, d'absinthe (*Artemisia absinthium*), de tanaïsie (*Tanacetum vulgare*), de consoude (*Symphytum officinale* L.), de tephrosia (*T. purpurea*), et également un mélange de faux neem (*Azadirachta indica*, « voandelaka ») et tournesol, qui semble efficace.

Mais quand les champs sont grands il est difficile d'utiliser des biopesticides car il faut les préparer en quantité importante. Par ailleurs il faut les utiliser plutôt en préventif et/ou en début d'attaque plutôt qu'en curatif.

Autre méthode de lutte biologique, des techniques « push-pull » (« repousser-attirer ») sont à l'étude à Madagascar (par la Faculté des Sciences avec le soutien de la FAO ; par Agripro) car elles ont fait leur preuve en Afrique de l'Est : avec du desmodium (*Silverleaf Desmodium* ou « Mandalo dia raikitra ») ou *Desmodium uncinatum*) entre les rangs de maïs, qui agit comme répulsif et du *Pennisetum purpureum*

(« herbe éléphant » ou « farinomby ») en bordure qui agit comme attractif des papillons. Les lers résultats ne sont pas très probants (comm. pers. Faculté des sciences) car il semble que les desmodium existant à Madagascar ne sont pas aussi efficaces que ceux utilisés en Afrique de l'Est. Il conviendrait de faire venir les bons desmodium.

Le mucuna en association et/ou haie vive est aussi à l'étude car connu pour ses effets répulsifs sur différents insectes

Enfin des travaux ont commencé avec un champignon entomopathogène du genre *Beauveria*, champignon cosmopolite qui croît dans les sols et provoque des maladies chez divers insectes y compris les chenilles, en se comportant comme un parasite. Test encore en plein étude et pas encore commercialisé.

III.4 Impacts sur la CV pomme de terre

Contraintes climatiques : aléas pluviométriques

Il y a plusieurs saisons de production de la pomme de terre, qui varient un peu selon les endroits et l'altitude : en gros 2 saisons « pluviales » et une en irrigué :

- La saison pluviale : semis de fin octobre, novembre et décembre, voire jusqu'en janvier ;
- La saison intermédiaire (verimboly) sur les tanety : de janvier-février à mars-avril ;
- La contre saison en rizière après le riz de bas fond, ou sur tanety irrigable : semé d'avril à juillet, voire en août-septembre en zone gélive.

Les cycles sont peu variables, en moyenne 100 à 105 jours soit 3 mois et demi.

La pomme de terre est sensible aux changements du climat. Elle ne supporte pas les températures élevées, ni la sécheresse. Elle a besoin d'une certaine humidité du sol pour germer et se développer correctement, en particulier pour sa tubérisation. Mais elle ne demande pas des quantités énormes de pluie. Le rendement dépend vraiment des conditions environnementales. L'insuffisance d'eau et l'augmentation de la température du sol altèrent aussi sa qualité : les pommes de terre n'ont plus des peaux fermes et se cassent au bout d'un moment. Ces produits sont alors moins appréciés par les opérateurs et leurs prix diminuent sur les marchés.

La majorité des témoignages mentionnent les retards et irrégularités des pluies lors du démarrage de la saison pluviale, surtout ces 5 dernières années, qui entraînent un décalage du calendrier cultural, de quelques semaines. Le retard pris se répercute sur la suite. Dans certains endroits la mise en place de la pomme de terre (et d'autres cultures maraîchères) s'avère très difficile et il peut y avoir perte d'un cycle de production. Cependant d'autres n'insistent pas là-dessus, indiquant qu'il n'y a pas trop de perturbation (FIFAMANOR).

La saison 2019-20 en cours a été très compliquée en particulier dans le Vakinankaratra avec un manque de pluie en octobre et novembre et certains ont perdu leurs semences qui sont très coûteuses. Or certains paysans travaillent avec des opérateurs économiques (Gastronomie pizza et Jumbo score) qui exigent l'utilisation de ces semences.

L'utilisation du fumier qui permet de retenir l'humidité des sols est conseillée pour mieux s'adapter à ces aléas hydriques.

Il nous a aussi été mentionné que malgré l'augmentation de la température il y a des points de gel, en particulier en septembre et qui durent un à deux jours alors qu'avant ce n'était qu'en juillet-août (FIFAMANOR), et que ces gels peuvent détruire les cultures de pomme de terre.

Contraintes phytosanitaires : mildiou et bactérioses

Le mildiou (« lagalin'ovy »), maladie fongique due à *Phytophthora infestans*, et le flétrissement bactérien (« fandazo », « bactériose », « pourriture brune »), dû à la bactérie *Ralstonia solanearum*, sont les principales maladies qui attaquent les pommes de terre. Cette bactérie est présente dans le sol. Elle pénètre dans la plante soit par des blessures naturelles au niveau des racines soit par des blessures artificielles induites par l'homme ou bien par les nématodes (*Meloidogyne* spp.). Elles vont ensuite coloniser le système vasculaire, se multipliant activement et se propageant rapidement dans toute la plante.

Les deux sont favorisés par l'humidité et la chaleur, le flétrissement bactérien se produisant tout particulièrement en cas d'excès de pluie (et/ou mauvais drainage) alors que mildiou apparait plutôt dans les pauses pluviométriques et semble être favorisé par les pluviométries irrégulières. Ces deux maladies sont favorisées par l'augmentation des températures, et la plupart des gens mentionnent qu'elles sont en augmentation. Elles peuvent entraîner des pertes très importantes de production.

Auparavant les cultures de pomme de terre dans les rizières en saison froide n'étaient pas trop infectées par les maladies, mais actuellement on a des attaques de bactériose. Peut-être qu'il s'agit de nouvelles races qui résistent mieux au froid ou peut-être est-ce dû au réchauffement.

A noter enfin qu'il y a une nouvelle chenille qui attaque fortement la tomate (*Tuta absoluta*) et il semblerait qu'elle puisse aussi attaquer la pomme de terre. C'est un dossier à suivre.

Méthodes de lutte contre la bactériose :

Il n'existe pas de produit contre la bactériose. La seule solution est l'éradication (arrachage) des plantes infestées.

Sinon il est fortement recommandé de pratiquer des rotations culturales où la pomme de terre ne revient pas avant 3 ans minimum, voire 5 ou même plus si possible. Mais cela ne peut se faire que si les gens ont suffisamment de parcelle. De plus il faut veiller à alterner sur la même parcelle des cultures de différentes familles si possible.

Il y a des variétés résistantes, et des études en cours, mais il y a un débat sur la pertinence de les diffuser car d'après certaines études (CIP, FIFAMANOR) cela entraînerait à terme une extension de la maladie.

Méthodes de lutte contre le mildiou :

Le mildiou peut se traiter en préventif et curatif. Le premier réflexe des agriculteurs est d'utiliser des fongicides commerciaux mais ils commencent à se rendre compte qu'il est possible aussi d'utiliser des biopesticides « adigasy » en préventif : par exemple à base de purin de zébu avec du consoude, d'ortie, de tanaïsie ou encore d'absinthe (FITAVEMA). Le CEFFEL mentionne des adigasy à base de Taretra+ Voandelaka+ raketa+ bouse de vache+ paille, mélangés et fermentés pendant 21 jours. Il faut préparer cette recette bien avant l'apparition des maladies.

Choix variétaux recommandés :

Avant les paysans cultivaient la variété « Bandy akama », la plus répandue, et « Spunta ».

Mais de plus en plus ils cultivent les variétés améliorées de FIFAMANOR que sont la « Meva » et la « Maneva » qui donnent des meilleures productions. Les semences sont produites par le FIFAMANOR et multipliés par le CEFFEL.

Les variétés les plus cultivées (Maneva, Diamondra, Meva, Bandy akama) sont présentes dans 8 régions de Madagascar (Vakinankaratra, Amoron'iMania, Haute Matsiatra, Ihorombe, Itasy, Analamanga, Alaotra, Bongolava). Maneva, Meva et Diamondra sont des variétés de bonne qualité et très demandées dans le marché. Bandy akama pour l'autoconsommation et le marché.

Tableau 10 : Caractéristiques des principales variétés de pomme de terre

	Avantages	Inconvénients
Meva	Productivité, qualité culinaire et capacité de stockage	Moyennement résistante au mildiou
Maneva	Variété préférée des transformateurs, plus productive et plus conservable	Peu résistante au mildiou
Diamondra	Résistante au mildiou	Qualité culinaire moyenne Moins conservable (dormance courte) alors que le cycle est long 120j
Valisoa	Résistante au mildiou	Pas de marché

On constate malheureusement que les variétés les plus résistantes au mildiou ne sont pas les plus appréciées sur les marchés.... et inversement.

III.5 Impacts sur la CV haricot vert

Contraintes climatiques

Pour SOCOTA qui travaille avec de nombreux petits producteurs dans différents sites du Vakinankaratra les changements concernent surtout les débuts et fin de saison des pluies, et moins le milieu de saison : le début est plus irrégulier, en fin de saison la pluie commence à diminuer un peu plus tôt qu'avant, et les deux périodes sont plus chaudes, surtout le début de saison. Ils incitent les producteurs à arroser leurs cultures, en début de cycle et à floraison.

D'autres acteurs mentionnent des manques d'eau en cours de cycle, qui entraînent une dégradation de la qualité avec un jaunissement des haricots.

Contraintes phytosanitaires

Les commentaires recueillis divergent un peu selon les zones et acteurs.

Selon SOCOTA qui travaille avec des producteurs dans de nombreux sites du Vakinankaratra il n'y a pas d'évolutions importantes constatées sur les bioagresseurs. Cependant ils mettent en avant les acariens comme principal problème et pensent que leur présence importante est liée aux températures. Ils sont en train de tester différentes méthodes de lutte biologique : du savon local qui est efficace contre les pucerons et d'autres insectes ; des champignons entomopathogènes contre les chenilles foreuses ; et la fleur de pinette distillée comme biopesticides, mais c'est très onéreux.

D'autres acteurs insistent sur les attaques de pucerons (AVSF, Analamanga), et d'autres plutôt sur des flétrissements dus à des champignons au niveau du collet (Agrisud, Analamanga). Contre ces flétrissements il faudrait appliquer des traitements préventifs mais les gens ne le font pas et réagissent souvent trop tard.

III.6 Impacts sur la CV pomme fruit

Contraintes climatiques

Dans le Vakinankaratra, zone de Soanindrariny (Coopérative FITAVEMA) : en hiver, de juin en septembre il faisait très froid autrefois (avant 2008), des petites rosées se déposaient sur les pommiers au petit matin et les températures semblaient être inférieures à 0°C. A partir de 2012, même les petites pluies se sont faites de plus en plus rares. Actuellement, les températures ont augmenté, il y a moins de gel : en conséquence la levée de dormance des bourgeons est ralentie. Ensuite, lors des floraisons

les pommiers ont besoin de pluies alors que celles-ci sont retardées : ne supportant pas ces conditions, les fleurs tombent en octobre et en début novembre. A cause de ces changements et difficultés de floraison, les productions ont chuté. De plus si la température augmente alors qu'il n'y a pas assez de pluie, les pommes sont abîmées.

Cette année 2019-2020, pour la première fois les pommiers de golden n'ont pas fleuri alors qu'elles doivent fleurir en mois d'octobre. Ainsi, il n'y aura pas de production de golden, ce parce qu'il n'y a pas eu de givre en hiver.

Par rapport à ces problèmes la principale solution est l'adaptation variétale.

Les variétés cultivées autrefois (la Ménagère ou « pomme de Soanindrariny », la pomme sucrée, la golden et la pomme de Noël, pomme Besaritaka, Gransmid, double red et pomme reinette) ont vu leurs productions fortement diminuer à cause de l'augmentation des températures. Par ailleurs les goldens, surtout la simple golden, ne tolèrent pas les excès de pluies. On constate aussi une diminution de taux de sucre dans la golden rouge en cas de pluie trop abondante.

Des nouvelles variétés de pomme fruit ont été introduites à partir de 2003, avec entre autres la coopération du CTHA (Centre Technique Horticole d'Antananarivo) : Ana, la golden française, la Dorset et la pomme norvégienne. Ces nouvelles variétés tolèrent la chaleur et le rétrécissement de l'hiver (faible besoin en froid).

La pomme norvégienne est la plus tolérante aux changements de climat et les variétés Dorset (faible besoin en froid; tardive avec une récolte jusqu'en juillet), Ana (faible besoin en froid ; précoce) et Granny Smith (faible besoin en froid ; précoce) sont les plus tolérantes à la chaleur. La pomme norvégienne est la plus productive (500-1t/ pied) et la variété Ana est peu productive (10-20Kg/ pied). Une nouvelle variété a fait son apparition : la golden banane, qui semble donner satisfaction (Suzy fruit).

Aménagements des vergers :

Par rapport aux problèmes d'eau, Suzy Fruit creuse des petits canaux aux alentours de chaque pied pour favoriser l'infiltration et pour récupérer de la terre qui est utilisée pour butter les pieds des arbres.

Ils recommandent aussi de planter d'autres arbres

entre et autour des pommiers, pour les protéger des vents et garder l'humidité, mais pas trop haut pour ne pas trop limiter l'ensoleillement. Mais il faut éviter les eucalyptus et les arbres qui consomment trop de calcium. Jusqu'à maintenant ils n'ont pas encore trouvé des arbres adéquats du coup ils ont décidé de planter des pins en bordure de champs tout en limitant aussi l'érosion du sol.

Contraintes phytosanitaires : les « fangalabola »

Les insectes « fangalabola » (*Deborea malagassa*) sont actuellement les premiers ennemis du pommier dans le Vakinankaratra. En 2008 ils ont commencé à attaquer les pommiers de Tsarahonenana jusqu'à Soanindrariny.

Ce sont les mimosa qui sont normalement les hôtes naturels de ces insectes, mais puisqu'il y en a de moins en moins, ils s'installent sur les arbres fruitiers en particulier les pommiers. A Soanindrariny ces insectes peuvent détruire intégralement des vergers, détruisant même les petites branches. Ces insectes causent une perte de 15% dans les plantations de Suzy fruit à Sahanivotry.

Les agriculteurs adoptent des luttes mécaniques. Les insectes prélevés sont ensuite brûlés.

Les fourmis et chenilles sont aussi présents dans les champs de pommiers mais ils ne sont pas très nuisibles. On peut les combattre en appliquant de la chaux au pied des arbres.

La principale maladie est l'antracnose. C'est une maladie fongique. Sur les rameaux, il se forme des pustules arrondies autour desquelles l'écorce est soulevée et se détache en écaille. Sur les feuilles des taches suivies de barbe blanc les entourent et les parties atteintes se nécrosent.

Pour lutter contre on peut appliquer des produits, mais cela revient cher.

Suzy fruit utilise une méthode avec adigasy : ils prennent des plantes (non spécifiée) dans les champs de pomme, une plante très odorante et la broie avec de la dolomie. Ils appliquent la solution sur le tronc malade comme pansement après avoir enlevé les champignons.

Un autre insecte est supposé faire des dégâts sur les pommiers des hautes terres : le carpocapse des pommiers, *Cydia pomonella*. C'est un lépidoptère, dont les larves se développent à l'intérieur des fruits. L'adulte est un papillon de 18 mm environ d'envergure. Les fruits tombent prématurément et sont véreux. L'épiderme du fruit présente un petit orifice entouré de sciure brune, point de pénétration de la larve qui gagne le cœur du fruit en creusant une galerie. Les chercheurs de l'Université sont en train de valider si les maladies des pommes à Madagascar sont vraiment dues au carpocapse.

Pour lutter contre la carpocapse on recommande de

favoriser les prédateurs comme les oiseaux insectivores.

Recommandations générales :

Lors de la plantation des arbres fruitiers, alterner les différentes espèces et variétés de façon à éviter la propagation directe lorsqu'un arbre est attaqué.

Suzy fruit recommande aussi d'apporter du calcium aux arbres pour éviter que les arbres tombent malades : en veillant par exemple à enrichir en calcium les composts.

Ils recommandent aussi de favoriser la pollinisation par les abeilles, en amenant des ruches.

III.7 Impacts sur la CV soja (et autres cultures fourragères)

Contraintes climatiques

Pas d'information particulière relevée à part le manque d'eau pour irriguer dans certains endroits (FIFAMANOR).

Contraintes phytosanitaires

Selon le CEFFEL les variétés améliorées d'origine CD206 et Mutsuy sont plus sensibles aux maladies fongiques que la variété traditionnelle qu'ils utilisent.

III.8 Impacts sur la CV oignon

Contraintes climatiques

Il existe trois types de cultures d'oignon :

A partir des bulbilles, c'est-à-dire de petits oignons produits l'année précédente dans des pépinières semées à forte densité et récolté au mois d'octobre puis stocké pour être replanté au début de l'année suivante. Ils sont plantés en janvier/février et récoltés fin mars/avril (Verimboly) : après 2 mois de culture sur les tanety, ils donneront des gros oignons commercialisables.

A partir d'un plant repiqué, en deux étapes : semis de graines en pépinière avec une densité importante en avril/mai, puis au bout d'un mois et demi les plants sont repiqués dans les rizières. Les oignons sont récoltés après 4 mois, en octobre.

A partir du semis des graines : ici les graines sont semées directement dans les parcelles de bas fond ou de tanety d'avril à octobre. On récupère en même temps des graines comme semences de l'année précédente et des oignons commercialisables.

Les productions d'oignons souffrent comme toutes les autres cultures maraichères des irrégularités de pluie. La diminution du niveau d'eau dans les rivières et les sources entraîne le durcissement du sol obligeant les agriculteurs à les travailler avant d'installer les cultures de contre saison. Le retard des pluies décale les calendriers à l'exemple de

la production de bulbilles, retardant le cycle de production.

Diminution de la fertilité constatée à Betafo depuis quelques années : les agriculteurs sont obligés d'apporter des fertilisants organiques. Cette diminution de fertilité du sol entraîne une diminution de la production et de la qualité des oignons produits.

Contraintes phytosanitaires

Le mildiou (*Peronospora destructor*) est la principale maladie de l'oignon.

On le traite avec des fongicides adaptés.

Les principaux ravageurs sont les thrips (*Thrips tabaci*, « kimavo »). Ils sont réglés dès l'application du pesticide « Malathion », vendu chez les revendeurs.

L'apparition de l'un de ses bio-agresseurs dépend d'une année à une autre. Des fois ils viennent de la pression du milieu puisque tout le monde fait les mêmes cultures en même temps ce qui augmente la chance d'éparpillement des vecteurs.

La variété Julio est très appréciée par le marché car elle est rustique, résistante, adaptée en saison pluvieuse et de couleur rouge. Les autres variétés appréciées sont : la Rouge de Betafo (rustique et très productive, couleur rouge) et la Rouge de Tana (rustique et très productive aussi, couleur rouge). Cultivés dans 8 régions de Madagascar (Vakinankaratra, Amoron'iMania, Haute Matsiatra, Ihorombe, Itasy, Anlamanga, Alaotra, Bongolava). Ces variétés sont toutes de bonne qualité et se vendent bien.

III.9 Impacts sur d'autres cultures

Il nous semble important d'évoquer rapidement les principaux problèmes liés aux changements environnementaux concernant les autres cultures puisque ces productions participent des systèmes de production des agriculteurs et contribuent à leurs revenus.

Riziculture

Comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, le principal problème rapporté concernant la riziculture irriguée est le manque d'eau dans les sources et cours d'eau en fin de saison froide qui empêche ou retarde la préparation des pépinières puis des rizières. Ainsi dans le Vakinankaratra des agriculteurs qui avant pouvaient faire deux cycles de riz en rizière ne peuvent plus qu'en faire un seul.

A cela s'ajoutent le retard et les irrégularités de la pluviométrie en début de campagne affectent la préparation et la mise en culture de riz des bas fonds.

Ainsi il arrive souvent que des pépinières sont déjà prêtes à être repiquées alors que le niveau d'eau accumulé n'est

pas suffisant pour préparer les rizières ou bas fonds, ou que, en cas de repiquage avancé par rapport à l'arrivée des pluies, les jeunes plantes sont asséchées, ce qui oblige à re-repiquer.

Le retard et les irrégularités affectent aussi la riziculture pluviale en entraînant des retards de semis.

Sur le plan phytosanitaire ce qui ressort est que les attaques des vers blancs et autres insectes terricoles semblent augmenter tout le temps. Désormais beaucoup de paysans utilisent de « l'insector » pour traiter les semences alors qu'auparavant des re-semis suffisaient.

Autres cultures maraichères

En général les agriculteurs font deux cycles de cultures maraichères :

- la culture de contre saison installée en avril-mai après le riz pluvial et récoltée en septembre;

- la grande culture de saison pluvial de décembre en mars.

En contre-saison l'insuffisance d'eau, par les pluies ou les canaux, se fait ressentir, étant par ailleurs amplifiée par le mauvais état des canaux d'irrigation.

Les insuffisances et irrégularités en eau et l'augmentation des températures augmentent la vulnérabilité des cultures aux bio-agresseurs et maladies, et altèrent la qualité des produits.

De l'avis général on assiste à une recrudescence des nuisances phytosanitaires ces 10 dernières années, attribué au changement climatique et à la multiplication des parcelles et des traitements phytosanitaires.

Les insectes et maladies habituels ont augmenté, et de nouveaux problèmes sont apparus.

Les cultures de tomate, solanacée comme la pomme de terre, souffrent particulièrement :

- apparition d'une petite chenille mineuse (*Tuta absoluta*) qui fait des ravages dans les cultures de tomate et comment aussi à attaquer la pomme de terre.

Lutte chimique et par adigasy : utilisation de purin et association de culture avec les liliacées, d'une efficacité acceptable.

- toujours la chenille de la tomate (*Helicoverpa armigera*) qui affecte les fleurs (occasionnant leur chute précoce) et les fruits (malformation, galeries), facilitant leur pourrissement.

- augmentation du *Ralstonia* des tomates et pomme de terre (*Ralstonia solanearum*), même en saison froide.

- augmentation du mildiou également.

Les variétés les plus cultivées sont : Raitra (résistant au mildiou), Kada et Roma (résistants au mildiou et faciles à transporter). Elles sont cultivées dans 8 régions de

Madagascar (Vakinankaratra, Haute Matsiatra, Ihorombe, Itasy, Analamanga, Alaotra et Bongolava

Plutella Xylostella ou la teigne fait encore des ravages, depuis toujours sur les Crucifères.

Les brèdes et autres légumes feuille sont attaqués par des chenilles

Des punaises (noirâtres avec des tâches orange) attaquent les choux, surtout les choux de Chine (Agrisud, Itasy).

III.10 Conclusions

Les acteurs des chaînes de valeur étudiées ont donc fait remonter essentiellement les éléments suivants en relation au climat :

- le retard et les irrégularités pluviométriques en début de saison des pluies, qui entraînent au mieux des retards de mise en place des cultures (maïs, pomme de terre, haricot vert, oignon, autres cultures maraichères et riz), au pire de mauvais développements (pomme de terre, haricot vert, oignon, autres cultures maraichères) et également de mauvaises floraisons des pommiers ;

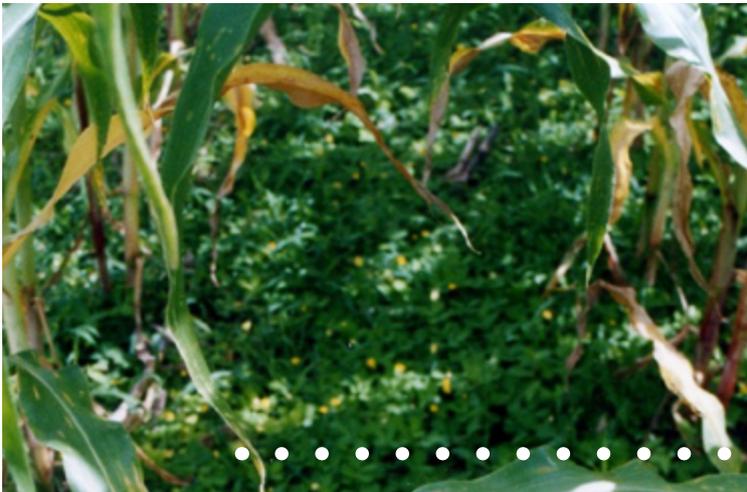
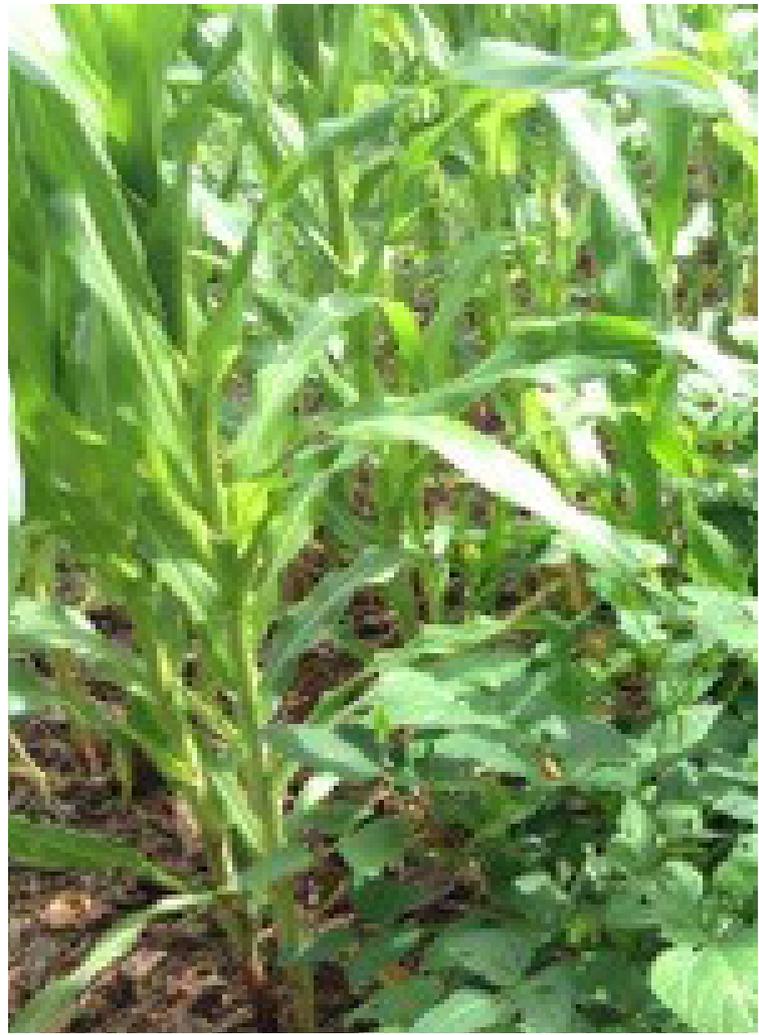
- le manque de froid (de givre) et de petites pluies et brouillards en hivers, qui affecte les dormances des pommiers, retardant leur floraison ;

- le manque de pluies et les difficultés à irriguer les cultures de contre-saison (pomme de terre, oignon, autres cultures maraichères, fourrages), qui, associées à l'augmentation des températures, pénalisent les productions et les fragilisent par rapport aux problèmes biotiques ;

Par ailleurs tous évoquent une augmentation générale des problèmes phytosanitaires, avec en particulier : l'invasion de la chenille légionnaire d'automne (Spodoptera frugiperda) sur maïs, les développements du mildiou (Phytophthora infestans) et plus encore du flétrissement bactérien (Ralstonia solanearum) sur la pomme de terre et les tomates, l'augmentation de Deborea malagassa sur les pommiers des Hautes Terres, l'apparition et multiplication de la chenille Tuta absoluta sur les tomates et pomme de terre, et tout un cortège d'autres insectes qui semblent se multiplier.

Certes il est difficile de savoir sans étude précise quel est le poids réel de l'effet du climat sur ces phénomènes en comparaison des effets d'autres facteurs comme l'augmentation des surfaces cultivées dans les paysages et la multiplication de traitements phytosanitaires pas toujours bien maîtrisés. Mais cependant on peut considérer que l'augmentation des températures va globalement augmenter tous les problèmes biotiques.

Enfin le 3^{ème} constat qui remonte, non lié au changement climatique, est la baisse de fertilité des sols dans de nombreux endroits (Moyen Ouest du Vakinankaratra et Itasy en particulier), en lien avec une exploitation de plus en plus intensive et continue (monoculture de maïs) et l'absence d'apports de matière organique.



IV - Mesures d'adaptation à préconiser



IV.1 Méthodologies utilisées

Précision sur l'objectif poursuivi

Cette troisième composante de l'étude se présente comme **un recensement des « mesures d'adaptation » qu'il convient de préconiser en priorité**, ce en considérant, sur la base des expériences en cours et passées des acteurs de la recherche et du développement agricole, que celles-ci sont celles qui, tout en ayant un effet positif reconnu, **sont « les plus facilement adoptées et/ou les plus faciles à faire adopter », c'est-à-dire qui impliquent le moins d'efforts et/ou d'investissement de la part des structures encadrantes et des agriculteurs**. A noter d'ailleurs le fait qu'une pratique ait un effet positif contribue, avec d'autres éléments, au fait qu'elle soit adoptée.

Nous nous sommes intéressé à un grand nombre de pratique : non pas seulement à celles qui contribuent à « l'adaptation au changement climatique » au sens strict, c'est-à-dire à « atténuer les impacts sur les cultures des évolutions et aléas climatiques », mais plus globalement à toutes celles qui contribuent (a) à atténuer les impacts des différents changements environnementaux en cours, climatiques donc, mais également les évolutions de la fertilité (dégradation) et des contraintes biotiques (augmentation des maladies et ennemis des cultures), donc à rendre plus résiliente les productions et exploitations agricoles, et (b) à atténuer (« atténuation », « mitigation ») le changement climatique, via le stockage de carbone dans le sol et/ou la diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES).

On s'est donc intéressé à l'ensemble des pratiques d'agriculture climato-intelligente (ACI) qui peuvent contribuer à améliorer et/ou rendre plus durable les productions agricoles et l'environnement naturel des gens. Ces pratiques sont celles de l'agroécologie et de l'agroforesterie (voire de la foresterie), et des aménagements de bassin-versants.

Pour distinguer les meilleures pratiques à recommander parmi le nombre important de pratiques possibles, nous avons considéré 2 critères auxquels elles devaient répondre : d'une part leur pertinence/intérêt en termes d'adaptation (au sens large comme expliqué précédemment), c'est-à-dire leurs effets positifs, et d'autre part leur facilité à être mises en œuvre et à être acceptées par les paysans.

Démarche

Nous nous sommes d'abord attachés à consulter la littérature sur les pratiques en vigueur et/ou tout au moins promues à Madagascar, et éventuellement ailleurs : elle est pléthorique, et très redondante sur le plan technique, tant il y a de rapports de projets, de rapports de capitalisation et de manuels et fiches méthodologiques (et des vidéos sur internet), dont certains au demeurant sont particulièrement

bien faits. Une liste bibliographique de documents et sites internet, assez importante mais qui ne prétend pas à l'exhaustivité, est donnée en annexe 4. Cependant dans les documents consultés il n'est pas toujours possible de connaître réellement les impacts positifs (en terme d'adaptation) des pratiques, et bien souvent on a du mal à y appréhender les taux réels de leur adoption.

Nous avons donc décidé assez rapidement de **nous focaliser plutôt sur les retours d'expériences et conseils des acteurs**, en allant échanger avec eux sur les pratiques qu'ils avaient pu mettre en œuvre, et en les questionnant par rapport aux critères « pertinence/intérêt » en termes d'adaptation et « facilité à être adoptées » par les paysans. Comme cela a déjà été dit les entretiens (cf. annexe 2) commençaient toujours par une première partie d'échanges concernant les évolutions climatiques et environnementales (dont les contraintes biotiques) ressenties et leurs impacts.

D'après les différents témoignages recueillis, on peut considérer que les principales considérations qui conditionnent l'adoption (ou pas) d'une pratique d'adaptation par les agriculteurs sont (sans hiérarchisation) :

- Ses effets « immédiats » (contrôle biotique, production)
- La réduction des dépenses qu'elle peut impliquer
- La quantité de main d'œuvre qu'elle implique
- Son accessibilité économique (investissement nécessaire, coût)
- Son degré de difficulté technique, la maîtrise qu'elle implique

Nous listerons d'abord les différentes pratiques qui semblent être les plus faciles à faire adopter. Ce sont elles qu'il faut recommander en priorité.

Puis nous présenterons les pratiques qui semblent également pertinentes en termes d'adaptation, car ayant des effets positifs reconnus, mais qui s'avèrent plus difficiles à faire adopter par les paysans pour diverses raisons que nous expliquerons. Ces pratiques impliquent plus d'efforts d'accompagnement et d'investissements.

Important : ce travail ne prétend pas décrire en détail les différentes pratiques. Pour cela le lecteur pourra se référer aux documents et sites mentionnés en bibliographie (annexe 4). Il pourra alors obtenir tous les détails méthodologiques et opérationnels nécessaires, dont des fiches méthodologiques particulièrement bien faites. Par exemple nous voudrions citer ici le guide élaboré par Agrisud « L'agroécologie en pratique. 20 ans d'apprentissage » (2010) qui décrit très clairement un très grand nombre de pratiques et comment les promouvoir selon les contextes. **De fait nous ne pourrions pas faire mieux qu'eux, ou d'autres, ici**. Nous prétendons

simplement faire une synthèse de ce qui se fait en terme de pratique d'adaptation, en considérant « les niveaux de difficulté pour les faire adopter ».

IV.2 Les pratiques les plus facilement adoptées

IV.2.1 Rotations et associations de cultures

Ces pratiques, en particulier les rotations, sont parmi les plus faciles à faire adopter car ce sont déjà des pratiques connues.

En « grande culture » elles intègrent des légumineuses et sont nécessaires à la gestion de la fertilité du sol. Comme on le sait, les légumineuses peuvent absorber l'azote de l'air et synthétiser des protéines dont une partie se retrouve dans le sol (résidus de la culture).

En maraichage elles sont essentielles pour diminuer la pression biotique.

En grandes cultures

Les rotations à adopter sont les rotations « céréales – légumineuses » avec le maïs ou le riz pluvial comme céréale et l'arachide ou le soja ou le haricot comme légumineuse. Ces rotations peuvent s'inscrire dans des successions pluriannuelles, et/ou se complexifier avec des associations. En effet on peut associer une légumineuse au maïs (non au riz pluvial qui se développe mal en association) : le maïs est la culture principale et la légumineuse (arachide ou soja) est la culture secondaire et « favorisante ». Vu la dégradation de la fertilité des sols il est important qu'il y ait régulièrement la présence de légumineuse.

On peut associer au maïs des légumineuses comestibles (haricot, arachide, pois de terre, soja, niébé) ou non dont l'objectif sera de couvrir et protéger le sol contre l'érosion (niébé rampant, dolique, mucuna). On peut aussi associer du Stylosanthes mais sa gestion est complexe (exighe rouleau) et on ne le conseille pas. Le système maïs+stylosanthes est du type « agriculture de conservation » et nous les avons écartés car ils sont très difficiles à faire adopter.

Exemples de systèmes avec le maïs :

Maïs / soja et on peut remplacer ici le soja par toutes les autres légumineuses citées

Riz pluvial / maïs / soja

Maïs + haricot ou maïs + soja ou encore maïs + vigna radiata

Dans certaines situation la culture ou l'association peut être suivie la même année d'un cycle de maraichage.

De nouvelles associations se développent également pour lutter contre la chenille légionnaire :

Maïs+ mucuna : le mucuna en association et/ou haie vive du fait de ses effets répulsifs sur différents insectes

Le système « push-pull » à base de desmodium et pennisetum : le desmodium étant semé entre les rangs de

maïs, qui agit comme répulsif, et le pennisetum étant placé en bordure qui agit comme attractif des papillons.

En maraichage

Avec les cultures maraichères il est vraiment conseillé de changer de famille de plantes à chaque cycle pour diminuer les maladies (virales, bactériennes, fongiques) et ennemis (insectes, acariens) des cultures. On a vu en particulier que pour contrôler la bactériose de la pomme de terre il ne fallait pas revenir sur la même parcelle avec la pomme de terre avant 3, 5 ou même 7 années selon la gravité de sa présence.

Il faut donc alterner plusieurs familles : solanacée (tomate, pomme de terre), crucifère (chou, chou-fleur, cresson, navet, radis, brocolis), ombellifères (apiacées : carottes, céleri), amaryllidaceae (oignon, ail, échalote) et légumes feuilles divers (salades, brèdes ..), sans oublier d'insérer des céréales et des légumineuses régulièrement. Certains agriculteurs dont en particulier les producteurs de pomme de terre ne pratiquent pas suffisamment ces rotations car ils n'ont pas assez de terre.

Les rotations et/ou associations céréales-légumineuses doivent être encouragées et facilitées en facilitant l'accès aux semences de légumineuses adaptées.

De même il faut expliquer aux maraichers l'intérêt d'alterner les types/familles de culture et leur faciliter l'accès aux semences.

IV.2.2 Productions fourragères

Les productions fourragères sont importantes pour les éleveurs laitiers.

Les différents témoignages recueillis ont fait ressortir différents éléments.

L'intérêt plus grand des paysans pour le pennisetum par rapport au brachiaria et à d'autres fourrages car il croît plus rapidement et est plus dense, produisant plus au final. De plus avec le pennisetum la gestion des coupes est plus facile. Les variétés recommandées de pennisetum sont le relaza et le kizozi, produits par Fifamanor.

Comme les autres fourrages il peut se cultiver en plein champ ou en haies vives sur diguettes ou en bordure de parcelle, pour ceux qui n'ont pas assez d'espace à lui consacrer.

Cependant les producteurs gèrent assez mal les coupes de fourrage.

En ce qui concerne le brachiaria il faut conseiller les variétés ruzisensis et bizanta qui n'envahissent pas les parcelles.

La production de fourrage en contre saison froide dans les rizières marche aussi très bien, surtout pour les éleveurs qui ont plus de 4 bovins : radis fourrager (raphanus), avoine, ray grass. Cela est peu développé chez les petits éleveurs

(1-2 vaches laitières) qui préfèrent aller couper de l'herbe. La vesce et le trèfle n'ont pas bien marché.

A noter pour finir que la gestion des foin et l'ensilage ne sont pas du tout passés en milieu paysan car il faut beaucoup d'investissement et de maîtrise, des efforts qui ne sont pas nécessaires pour les petits paysans. Seuls les très gros éleveurs en font.

IV.2.3 Fumiers normaux

L'intérêt de l'utilisation du fumier est bien connu des agriculteurs. Ils ont conscience que cela est bénéfique à la fois sur le court terme et le long terme pour leurs parcelles.

Certains (en maraîchage en particulier) ont aussi conscience de l'effet sur la rétention en eau et aussi sur la santé des plantes et leur résistance aux bioagresseurs.

Cependant la première contrainte qui ressort d'une façon générale est le manque d'animaux, ou leur nombre très faible, suivie de la contrainte sur la biomasse (pour l'alimentation des animaux et/ou les litières) qui fait que les gens ne disposent pas de fumier en quantité suffisante.

Les contraintes sur la biomasse disponible, et sur le temps de travail, font que le fumier peut-être de très faible qualité : il ne s'agit que de poudrette car il n'y a pas eu une incorporation régulière de paille dans la litière.

Le manque de fumier fait que les agriculteurs se tournent vers les engrais minéraux chimiques.

Il convient de promouvoir l'intégration agriculture-élevage et dans ce cadre de rappeler l'intérêt d'incorporer des pailles à la litière pour obtenir un meilleur fumier.

De même il nous semble important de promouvoir le fumier amélioré, en soutenant si possible les agriculteurs pour l'investissement nécessaire (toile ou abris).

IV.2.4 Composts normaux

Les composts normaux sont assez facilement adoptés (71% d'adoption dans le cadre du projet Manitatra par exemple). Les gens ont bien conscience de leurs effets positifs sur la fertilité du sol et sa teneur en matière organique.

Ils sont perçus comme un bon engrais qui est moins cher que les engrais minéraux.

Les projets font la promotion de composts particulièrement riches en azote, à base de feuilles de *Cajanus*, *Crotalaria*, *Azolla*, *Tephrosia*. On peut y ajouter du *Tithonia* aussi qui est riche en phosphore.

Les premières contraintes qui ressortent quant à son adoption sont d'abord la disponibilité de biomasse nécessaire, et le temps de travail.

A noter que des composts double-action « fertilisation – répulsion d'insectes » sont à l'étude (projet Manitatra) : on incorpore au compost des plantes répulsives comme *voandelaka* (« faux neem » *Melia azedarach*), *sisal*, *téphrosia*, *desmodium* et *crotalaire*. A l'étude pour lutter contre les vers blancs en particulier.

IV.2.5 Biopesticides et plantes répulsives

Biopesticides ou « adigasy »

L'intérêt des biopesticides (« adigasy ») a été mentionné par de nombreux acteurs, pour divers usages. Il s'agit de produits phytosanitaires préparés localement à base de différentes plantes, en général répulsives (*piment*, *tabac*, *absinthe* (*Artemisia absinthium*), *tanaïsie* (*Tanacetum vulgare*), *consoude* (*Symphytum officinale* L.), *téphrosia* (*T. purpurea*), *faux neem* (*Azadirachta indica*, « *voandelaka* »)), avec addition d'autres matières (*boise*, *cendres*, *suie*, etc. selon les cas). De très nombreuses « recettes » nous ont été mentionnées selon les contextes et utilisation. Mais quand les champs sont grands il est difficile d'utiliser des biopesticides

Ces biopesticides sont essentiellement utilisés en maraîchage, dont sur la pomme de terre et parfois aussi sur le maïs pour lutter contre la chenille légionnaire en complément d'autres pratiques.

La réduction des dépenses est l'un des critères qui explique leur adoption, surtout chez les maraîchers

Certains indiquent aussi qu'ils les considèrent moins toxiques et dangereux que les pesticides du commerce, et que leur utilisation permet d'accéder à des filières type « bio ». Cependant ces filières sont encore très faiblement valorisées.

Les praticiens du développement agricole qui les promeuvent insistent auprès des agriculteurs pour que ceux-ci les utilisent en préventif et/ou au tout début des attaques car leurs effets en curatifs sont limités. Cela implique une certaine vigilance sur le terrain et également une bonne organisation et prévoyance car il faut les préparer à l'avance.

Mais malheureusement les agriculteurs ont tendance à les utiliser plutôt trop tard.

Par ailleurs ils sont également souvent utilisés en mélange avec des biofertilisants, pour réduire les passages, et bien que cela n'a pas été étudié, on peut penser que leur efficacité s'en trouve alors diminuée.

Les contraintes à leur utilisation sont la disponibilité des plantes nécessaires et le temps de travail de préparation.

A noter que l'utilisation du tabac comme biopesticide n'est plus autorisée (depuis 2016) car il tue aussi beaucoup les insectes utiles comme les abeilles.

Plantes répulsives

On a déjà mentionné l'utilisation du mucuna et du desmodium comme plante répulsive en association ou haies vives, ainsi que le système « push-pull » desmodium-pennisetum.

Il nous semble pertinent de recommander le bon usage des adigasy, ce non seulement en maraichage, mais également en maïs et autres culture en insistant bien sur la nécessité de les appliquer très tôt et de combiner leur usage avec la lutte mécanique.

De même il semble pertinent de mentionner l'intérêt du mucuna et du desmodium et du système desmodium-pennisetum.

Enfin les composts double-action « fertilisation – répulsion d'insectes » nous semblent également potentiellement très intéressants, pour lutter contre les vers blancs en riz pluvial en particulier.

IV.2.6 Biofertilisants liquides

Les biofertilisants liquides, ou engrais liquides (ou encore composts liquides) sont bien adoptés en maraichage dans l'Itasy. Leurs effets fertilisants semblent être bien appréciés dans ce cadre et ils permettent une réduction des dépenses par rapport à l'achat d'engrais dans le commerce.

Cependant ce qui contraint leur diffusion (en particulier pour les grandes cultures) est la difficulté de pouvoir les préparer en assez grande quantité, car cela implique d'avoir des grands bidons (ou réservoirs), plus bien entendu les ressources en biomasse.

Comme nous l'avons précédemment vu, les agriculteurs les mélangent souvent avec des biopesticides, pour diminuer les interventions, alors que l'on ne sait pas si les effets du mélange seront aussi bons que ceux attendus du biofertilisant et du biopesticide.

L'intérêt des biofertilisants liquides nous semble se restreindre aux petites parcelles de maraichage.

IV.2.7 Utilisation des variétés adaptées

Le choix d'une variété n'est pas en soi une pratique agroécologique, mais il est important de rappeler ici que le choix de la « bonne variété », c'est-à-dire de la « variété bien adaptée » est une condition de base pour la réussite de la production.

Par « variétés adaptées » nous n'entendons pas nécessairement des « variétés améliorées » au sens productiviste moderne du terme, mais des variétés qui

sont à la fois bien adaptées aux contraintes du milieu pour assurer une certaine résilience des productions, et bien en adéquation avec les attentes (marché, usages locaux) et les capacités (accès aux intrants) des agriculteurs.

Ainsi, l'intérêt d'avoir des « variétés rustiques » est ressorti plusieurs fois au cours de nos entretiens, et cela a tout son sens compte tenu des moyens réduits des paysans et des fertilités qui se dégradent.

Nous avons déjà pu recenser au chapitre III différentes variétés.

Il faut en particulier promouvoir les variétés de pommes de terre résistantes au mildiou et les variétés de pommier tolérantes aux températures plus élevées.

Ce qu'il faut souligner ici c'est l'importance de faciliter l'accès à ces variétés adaptées, et donc recommandées, aux paysans. Pour cela il faut soutenir les initiatives visant à produire leurs semences ou plants.

IV.2.8 Aménagements des bassins versants

Nous avons vu aux chapitres II et III l'importance d'intervenir sur le cycle de l'eau pour favoriser les infiltrations et recharger les nappes (remplissage des puits, alimentation des sources, amélioration des niveaux d'eau dans les cours d'eau en saison sèche, etc.), en limiter donc les flux de ruissellement et les phénomènes d'érosion qui entraînent des dégâts (ensablement, destruction, inondations) aux parcelles pluviales, rizières et infrastructures.

Haies vives et embocagements

Les haies vives ont plusieurs utilités potentielles selon leur nature où on les place : contribuer à « casser » les flux hydriques de surface, et donc favoriser les infiltrations et freiner les érosions ; être des sources de biomasses, fourragères ou pour engrais vert et compost ou pour paillage ; servir aussi comme bois de chauffe ; rôle de brise-vent ; délimiter les parcelles.

De façon générale les témoignages indiquent que ces pratiques, qui contribuent à la fois à protéger l'environnement (cycle de l'eau, érosion) et à fournir de nombreux services directs aux agriculteurs (fourrage, paillage, biomasses fertilisantes, bois), sont bien acceptées.

Cette acceptation est d'autant meilleure que les discussions avec les agriculteurs permettent de définir avec eux quels types de haie vive sont les plus appropriés. Certains vont opter pour des haies mono-spécifiques et d'autres non. Ainsi certains agro-éleveurs voulant produire beaucoup de fourrages préfèrent mettre seulement des graminées (brachiaria, pennisetum), et des maraîchers ne possédant pas assez de zébus, donc pas assez de fumier, délimitent leur parcelle avec des légumineuses pour produire du compost.

Il faut par ailleurs expliquer aux paysans comment gérer au mieux les haies via des tailles/coupes adaptées qui permettent d'assurer une bonne repousse.

L'aménagement des versants par des haies vives arbustives (téphrosia, crotalaires, cajanus, sesbania) demandent plus d'efforts d'accompagnement même si les gens comprennent les effets positifs sur l'érosion et les disponibilités en eau. Heureusement ces légumineuses arbustives peuvent être utilisées pour fabriquer des engrais verts et compost (crotalaire et tephrosia) et aussi comme compléments fourragers (pas le tephrosia) ou bois de chauffe. Vu que l'objectif ici est avant tout antiérosif Il faut les semer en ligne selon les courbes de niveau.

Cependant les cultures fourragères (pennisetum, bracharia) sont aussi adoptées par les éleveurs comme des dispositifs antiérosifs sur les talus.

Et dans des zones à forte érosion les gens adoptent aussi le vétiver.

Des espèces fruitières peuvent aussi être utilisées en haie vive : agrumes, papayer, litchi, caféier, selon les cas. La première motivation des paysans est la valorisation économique (vente ou utilisation sur l'exploitation).

Canaux d'infiltration

Des canaux d'infiltrations selon les courbes de niveau peuvent être associés aux haies, pour améliorer les dispositifs anti-érosifs.

De même on peut en faire juste en amont des parcelles pour protéger celles-ci.

Ces canaux contribuent à modifier dans le bon sens le cycle de l'eau.

Bien entendu ils demandent beaucoup de travail, à la construction, et en entretien, mais il semble qu'ils soient bien acceptés cependant.

IV.3 Les pratiques plus difficiles à faire adopter

IV.3.1 Lombricompost

Le lombricompost apparaît clairement dans tous les témoignages comme un très bon fertilisant. Les parcelles avec du lombricompost ont un bon rendement, en particulier si le sol est carencé en phosphore car il est riche en phosphore et autres nutriments. De plus le cycle de développement de la culture est plus rapide. Les pépinières de riz ou d'autres plantations fertilisées avec du lombricompost (ou compost) sont robustes et les plantes se développent ensuite mieux au champ. Plusieurs témoignages indiquent aussi que son utilisation diminue les bioagresseurs et améliore la résistance phytosanitaire des plantes.

Cependant sa diffusion est freinée par la nécessité d'acquérir des vers de terre (*Eusenia foetida*), puis par la technicité nécessaire à leur bonne gestion. Par exemple certains paysans qui avaient été aidés au départ n'ont pas réussi à garder les vers. Il est donc a priori réservé pour le moment aux producteurs les plus avancés (et leaders). Ainsi son taux d'adoption n'est que de 10% dans le cadre du projet Manitatra par exemple.

Il conviendrait cependant de promouvoir sa diffusion en formant bien et surtout en accompagnant les agriculteurs sur 2-3 campagnes, et également en veillant à ce qu'il y ait des producteurs de vers.

IV.3.2 Rizipisciculture

La rizipisciculture, qui consiste à élever des poissons au sein d'une rizière (riz irrigué), pour bénéficier de la double production, est une pratique dont les intérêts sont reconnus et qui fait l'objet d'efforts de diffusion. On ne peut remettre en cause ses bénéfices en termes de revenus apportés aux agriculteurs, plus l'apport en protéines animales.

Cependant sa diffusion se heurte à diverses contraintes :

- elle implique un aménagement de la rizière et des investissements (alevins, matériel ..), que tous les agriculteurs ne peuvent se permettre;
- elle implique une bonne maîtrise de l'eau, ce qui n'est malheureusement pas toujours possible dans les bas-fonds à usage collectif, et lors des grosses pluies (inondations);
- elle est affectée par des vols fréquents : ce facteur est souvent la première difficulté citée.

IV.3.3 Agriculture de conservation - SCV

Les techniques d'agriculture de conservation (AC ou SCV pour systèmes de culture sur couverture végétale) sont reconnues pour être extrêmement efficaces pour maintenir et même améliorer avec le temps la fertilité du sol. Elles protègent les sols contre le ruissellement et l'érosion, limitent les impacts des aléas pluviométriques et stabilisent les rendements.

Cependant ces pratiques sont très complexes à maîtriser car elles impliquent beaucoup de main d'œuvre, un savoir-faire, des semences particulières, et de l'équipement pour certains itinéraires (semoir, rouleau ..). Par ailleurs leur « bon fonctionnement » n'est atteint qu'au bout de plusieurs années et durant ce temps leur performances sont mauvaises et décourageantes, pour des tas de raisons. Il faut donc que l'agriculteur ait la capacité économique et / ou foncière de gérer cette période de transition, ce qui est très rarement le cas. Cela explique les grandes difficultés à les faire adopter malgré de nombreux efforts faits ces 20 dernières années.

IV.3.4 Fumier et étable améliorés, compost 7 jours et basket compost

Fumiers améliorés

Les fumiers améliorés sont peu adoptés car la contrainte posée est l'investissement nécessaire pour protéger le fumier.

Il nous semble important de promouvoir le fumier amélioré, en soutenant si possible les agriculteurs pour l'investissement nécessaire (toile ou abris).

Étables améliorées

De même les étables améliorées, en particulier avec dallage cimenté, semblent inaccessibles à la majorité des gens compte tenu des coûts impliqués, ce en dépit de leur grand intérêt pour la qualité du fumier et la santé animale.

Compost 7 jours

Comme son nom l'indique il peut se préparer en quelques jours, ce grâce à l'ajout de « jus de rumen » (que l'on trouve auprès des abattoirs, et certains en font désormais le commerce) qui va accélérer la décomposition (rôle d'activateur).

L'accès au « jus de rumen » est la principale contrainte. Si elle est levée il se diffuse assez bien. Socota par exemple fait circuler un composteur dans les villages qui y reste chaque fois 7-8 jours pour appuyer les gens à en produire.

L'autre contrainte mentionnée est qu'il nécessite des biomasses facilement dégradables.

Enfin certains considèrent que son effet fertilisant est plus restreint dans le temps que celui du compost normal.

A priori réservé aux producteurs les plus avancés et/ou leaders.

Son taux d'adoption n'est que de 19% dans le cadre du projet Manitatra par exemple.

Basket compost

Il semble être assez mal adopté par les gens car il est exigeant en main d'œuvre et aussi en biomasse.

Compost de fumier ou fumier recyclé

Très efficace mais demande beaucoup de travail pour retourner le fumier, attendre qu'il soit sec et le mélanger en tant qu'une matière dans la compostière. Doit être complété par des produits naturels tels que les cendres ou poudre de calcaire.

Labour profond (30-40 cm) avec ajout de compost (60 T/ha)

Très bonne pratique avec des effets à long terme (plusieurs années) sur la fertilité du sol mais nécessite beaucoup

d'investissements et de main d'œuvre.

IV.3.5 Autres pratiques

Paillages

Le paillage des parcelles est une bonne technique en maraichage car il limite l'évaporation et l'érosion également.

Marche très bien sur les petites parcelles de maraichage : mais souvent les biomasses sont assez insuffisantes.

L'entretien correct des arbres fruitiers : avec la taille et la fumure organique

La majorité des producteurs n'entretient pas correctement ses arbres : pas de taille, pas d'amendement, pas de traitement. Ils font plus de la cueillette que de l'arboriculture. La quantité et la qualité des productions s'en ressentent.

Il apparaît assez difficile de les convaincre d'apporter de l'attention à leurs arbres. Il y a différentes raisons à cela : priorité donnée aux autres spéculations pour les amendements organiques (riziculture, maraichage), ignorance des avantages de la taille (au contraire nombreux perçoivent cela comme une blessure infligée), et le fait que la qualité des produits n'est pas nécessairement bien valorisée sur les marchés, marchés qui rappelons-le sont totalement saturés à la période des récoltes.

Et même si certains producteurs font des efforts, en particulier avec des traitements naturels, les qualités et caractéristiques « agroécologiques » de leur production n'est pas vraiment valorisées.

Micro-irrigation, motopompes en commun

Cela demande beaucoup d'investissement non seulement pour la mise en place et l'installation mais aussi pour la réparation et l'entretien. Par exemple les tuyaux des kits goutte à goutte sont souvent bouchés.

Lac collinaires ou réserves individuelles

Intéressants sur le principe, surtout pour les zones de maraichage, car beaucoup d'eau est perdue pendant la période de pluie.

Mais ce sont des investissements importants.

Fascines

Ce sont des dispositifs (des types de barrières végétales) mis en place pour éviter que des griffes d'érosion ne s'agrandissent et deviennent des « lavaka ».

Reboisement des zones hautes

Le reboisement des parties hautes des collines et bassins versants est nécessaire pour modifier le cycle de l'eau en

favorisant l'infiltration au détriment des écoulements de surface rapides et peu utiles qui suivent les pluies.

Il y a aussi l'intérêt de la valorisation économique (vente ou utilisation).

Le reboisement est la plupart du temps bien adopté durant les phases du projet quand les arbres (les plants) sont fournis, ce qui montre que les agriculteurs en comprennent les bienfaits, mais dès que le projet n'est plus là les agriculteurs n'investissent plus dans le reboisement.

La mise en place de pépinières au niveau local ou la contractualisation avec des pépiniéristes locaux existants sont des facteurs importants de réussite,

Les principales espèces recommandées sont l'eucalyptus pour la construction (*Eucalyptus citriodora*), l'acacia (*Acacia mangium* à croissance rapide) et le pin.

IV.4 Conclusion : les pratiques à recommander

Les pratiques agroécologiques mentionnées par les acteurs (et documentées par la littérature, cf. annexe 4) que nous avons listées précédemment présentent toutes des avantages en terme de gestion de la fertilité ou des bioagresseurs à la parcelle, ou de gestion de l'eau et/ou de la fertilité à l'échelle du bassin versant. Elles sont particulièrement pertinentes pour aider les agriculteurs à lutter contre les changements environnementaux en cours.

Nous les avons citées en les distinguant selon la facilité à les faire adopter. Il y en a cependant que nous considérons intéressantes à promouvoir même si elles posent certaines difficultés pour leur adoption.

Les pratiques que nous recommandons sont listées ci-dessous.

Pour la culture du maïs (mais pas que)

- Rotations et/ou associations maïs / légumineuse (soja, haricot, arachide, niébé, poids de terre) ou riz pluvial / maïs / légumineuse : ces systèmes apparaissent indispensables si l'on veut que les productions puissent se maintenir dans les années proches ; sans cela très rapidement (2-3 ans) la fertilité des sols, et certaines de leurs caractéristiques physiques, vont se dégrader, et même il est plus que probable que les cultures seront plus affectées, parce que plus affaiblies, par diverses maladies et insectes.

- L'intégration agriculture-élevage, pour augmenter les disponibilités en fumier et bien entendu les revenus de l'exploitation : pour cela il faut entre-

autres améliorer la disponibilité fourragère (voir points suivants).

- La production de fourrage, en haies, bordures, ou plein champ, en particulier du pennisetum variétés relaza et kizozi, mais aussi des *brachiaria ruzisensis* et *bizanta*; et en contre-saison froide avec des radis fourragers, de l'avoine ou du ray grass.

- L'amélioration du fumier par intégration de paille dans les litières, et par sa protection contre les intempéries ; pour ce faire il faut à minima faciliter l'accès à des bâches de protection.

- L'emploi de plantes répulsives (*desmodium*, *mucuna*, *crotalaire*) et de systèmes push-pull (*desmodium-penisetum*) contre les insectes et en particulier la chenille légionnaire.

- L'utilisation du lombri-compost : et pour cela il faut non seulement bien former et accompagner les gens durant au moins 2 campagnes, mais veiller aussi à ce qu'ils aient accès aux vers de terre et que certains puissent en produire pour les autres. Le lombri-compost est l'un des meilleurs amendements qui soit.

- L'ajout de plantes répulsives dans le compost (faux neem *voandelaka*, sisal, *téphrosia*, *desmodium* et *crotalaire*) et appliquer celui-ci au semis.

- Promouvoir plutôt des variétés rustiques, au lieu d'hybrides exigeants en fumures et soins, ce compte tenu des réalités paysannes (conditions environnementales, moyens).

- Promouvoir des variétés à cycle plus court (90 jours) compte tenu des aléas climatiques, qui pourront être semées plus tard sans souci de manque d'eau en fin de cycle.

Pour les cultures maraichères (mais pas que)

- Le compostage normal, en particulier pour ceux qui ne disposent pas d'animaux, en indiquant quelles sont les plantes riches en azote (*Cajanus*, *Crotalaire*, *Azolla*, *Tephrosia*) ou phosphore (*Tithonia*) à y intégrer.

- La rotations de différentes familles de légumes en maraichage : solanacées, crucifères, ombellifères, etc., et insérer des céréales et des légumineuses régulièrement ; cela paraît vraiment indispensable si l'on veut contrôler la pression biotique ; des associations de familles de plante peuvent aussi être testées.

- Pour les mêmes raisons il faut éviter de revenir au même endroit avant plusieurs années (au moins 3 ans, voire jusqu'à 7 selon la gravité de la bactériose) lorsque l'on cultive de la pomme de terre ; la même chose

avec l'oignon ou la tomate si des soucis apparaissent. Il faudrait expérimenter des associations de plantes pour les agriculteurs qui ne peuvent pas respecter de telle période de carence faute de suffisamment de terre.

- Informer aussi sur la possibilité de faire du compost rapide, en 7 jours, via l'ajout de jus de rumen, lorsque cet ingrédient est disponible (ou faire en sorte qu'il le soit).

- Les biopesticides naturels (« adigasy »), sur les cultures maraichères mais aussi toutes les autres, en rappelant l'importance d'agir en préventif, et d'éviter de les mélanger avec des biofertilisants si on veut garantir leur efficacité ; et faciliter l'accès à des grands bidons aux agriculteurs pour qu'ils puissent aussi appliquer les adigasy sur des parcelles plus grandes (de maïs par exemple en prévention et lutte contre la chenille légionnaire).

- Les biofertilisants liquides pour le maraichage, surtout si les amendements initiaux n'ont pas été importants.

- Promouvoir des variétés de pommes de terre résistantes au mildiou : meva, maneva et diamondra.

- Promouvoir des variétés de pommier tolérantes aux températures plus élevées : ana, pomme norvégienne, dorset, granny smith.

Pour améliorer l'environnement et la protection des parcelles

- Les haies vives de toutes sortes à mettre autour des parcelles ou au sein des bassins versants, en identifiant bien les besoins prioritaires des paysans : besoins fourragers, besoins en biomasses fertilisantes ou pour paillage, etc. Y mettre des espèces fruitières quand cela est possible.

- Canaux d'infiltration selon les courbes de niveau, en amont des parcelles ou au sein du bassin versant le long de haies vives.

- Reboisement des zones hautes.

Le suivi de ces différentes pratiques permettra déjà assurément d'améliorer les productions et situations des paysans, et ce sur le moyen et long termes.

La promotion de ces pratiques doit être confiée aux acteurs du développement qui en ont une bonne expérience. A Madagascar, et pour les Hautes Terres,

il s'agit du GSDM, de Agrisud, du CEFFEL, de VFTV, de AVSF. Nous nous excusons ici si nous avons oublié d'autres acteurs.

Nous avons écarté ici tous les systèmes, nombreux, d'agriculture de conservation (AC), du fait des difficultés à les maîtriser. En effet, malgré toutes leurs indéniables qualités en terme de maintien de la fertilité, que tous les acteurs leur reconnaissent, les systèmes en AC apparaissent, aux yeux de la très grande majorité de ces mêmes acteurs, comme bien trop complexes et délicats à mettre en œuvre. Cela ne signifie pas que des efforts ne puissent pas être faits dans le cadre d'expériences pilotes pour continuer à expérimenter et à mettre au point ces systèmes ainsi qu'à réfléchir sur les conditions et démarches d'accompagnements nécessaires à leur adoption par un plus grand nombre de paysans.

Nous avons également écarté la rizipisciculture qui pour diverses raisons n'est pas à la portée de tous, et nous faisons les mêmes remarques à son sujet.

Pour finir il est important aussi de souligner ici que selon les différents témoignages recueillis, de plus en plus d'agriculteurs sont convaincus que l'agroécologie est utile en terme de gestion de la fertilité, et aussi qu'elle apporte des bienfaits en termes de qualité des produits.

Mais les taux d'adoption restent assez faibles, en particulier parce que les techniques d'agroécologie impliquent globalement plus de travail en terme de préparation et d'application, et exigent aussi l'accès à des ressources en biomasse, que certains n'ont pas, faute de terre en particulier. Elles sont aussi jugées « moins efficaces » sur le plan phytosanitaire que les produits chimiques. Enfin, si certes ils entraînent moins de coût d'achat d'intrant (engrais, pesticides), les efforts faits ne sont malheureusement pas valorisés car il n'y a pratiquement pas de marché local pour produits agroécologiques ou biologiques.

Ainsi sur 5 000 producteurs avec lesquels Agrisud a travaillé (Itasy, Analamanga), seulement 200 (soit 4%) adoptent l'ensemble des recommandations agroécologiques. La majorité adopte partiellement les pratiques (environ 20% des pratiques), et Agrisud considère qu'il n'existe pas d'agriculteurs qui n'adoptent pas du tout les pratiques. Ce sont des systèmes agricoles en transition. Parmi les 2000 paysans de VFTV (Vakinankaratra), 40% adoptent

les pratiques agroécologiques, essentiellement des producteurs de légumes, et 20% qui font la production de riz pluvial commencent à utiliser les lombricomposts. Les autres (environ 40%) utilisent encore les engrais chimique (NPK et urée) mais essayent de diminuer les doses en les comblant petit à petit avec des engrais organiques.

Le chemin sera donc encore très long et difficile, mais l'on peut penser que, comme partout ailleurs dans le monde, les réalités environnementales vont peu à peu contraindre les agriculteurs malgaches et les structures les encadrant, à adopter de plus en plus des pratiques agroécologiques. Alors autant prendre la bonne direction dès que possible.



V - Conclusions générales et recommandations



V.1 Principaux constats et résultats

Rappels méthodologiques

Notre étude a comporté 2 volets principaux. Le premier volet a été une série d'entretiens avec des acteurs des chaînes de valeur (CV) d'intérêt du projet CASEF Hautes Terres concernant (i) leurs impressions, leur vécu, au sujet d'éventuelles modifications du climat et plus généralement de modifications de leur environnement, (ii) les conséquences que cela pouvait avoir sur leurs productions et activités, et (iii) les pratiques agroécologiques qu'ils mettaient en œuvre pour y faire face. Le second volet a consisté à (i) analyser les données climatiques dont nous pouvions disposer et à (ii) confronter ces données et analyses aux dires des acteurs.

Les entretiens ont concerné des acteurs des trois régions d'étude, Vakinankaratra (12 acteurs y ayant des activités), Itasy (6 acteurs) et Analamanga (4 acteurs), qui ont évoqué des problèmes relatifs aux différentes CV : maïs (évoqué par 5 acteurs), pomme de terre (par 10), oignon (2), pomme fruit (6), haricot vert (5), soja (2). La plupart ont évoqué des perturbations des systèmes de culture et non pas uniquement d'une CV, même si c'était leur spécialité.

En ce qui concerne les données météorologiques, nous n'avons eu à notre disposition que des données du Vakinankaratra : principalement les données de pluie et température d'Antsirabe de 1961-1975 et 1995-2010, donc sur une très longue période, mais pas tout à fait actualisée et souffrant de nombreux manques ; et également les données de deux sites du Vakinankaratra recueillies par le Cirad et le FOFIFA : d'Andranomanelatra près d'Antsirabe, sur la période 2003-2019, et d'Ivory entre Mandoto et Ankazomiriotra dans le Moyen Ouest sur la période 2005-2019. Malheureusement nous n'avons pas pu avoir des données ni d'Analamanga, ni de l'Itasy (et il semble qu'il n'y en ait pas), ni d'autres sites du Vakinankaratra.

Principaux éléments rapportés par les acteurs des CV

Nous reprenons ici en synthèse les éléments soulignés aux points II.2 et III.10.

- Un retard et des irrégularités pluviométriques en début de saison des pluies :

Ces aléas rapportés par de nombreux acteurs, semblent s'être accentués, selon eux, depuis 5 ans. Ils entraînent au mieux des retards de mise en place de toutes les cultures pluviales (maïs, pomme de terre, haricot vert, oignon, autres cultures maraichères, riz de bas fond, riz pluvial), voire des mauvais développements et parfois des échecs de semis, ainsi que des mauvaises floraisons des pommiers.

- Une diminution des ressources en eau en saison sèche :

C'est un point rapporté par tous les acteurs. Les ressources en eaux de surface (cours d'eau) et souterraines (sources, puits) sont utilisées pour l'irrigation des productions maraichères de contre-saison, et également pour les pépinières et la préparation des rizières puis leur mise en culture. Leur diminution affecte donc les activités maraichères : plus de travail et difficultés pour irriguer, au risque sinon d'avoir des productions moins bonnes en quantité et qualité. A cela s'ajoute une diminution perçue des pluies d'hivers, ainsi que des brouillards, et une augmentation des températures. Toutes les productions de contre-saison (pomme de terre, oignon, autres cultures maraichères, fourrages) en pâtissent, et sont plus fragiles aux attaques des bioagresseurs. La diminution des ressources hydriques entraîne aussi un retard des activités rizicoles, parfois de plusieurs semaines, avec dans certains endroits l'impossibilité de faire 2 cycles de riz irrigué comme autrefois. Cette contrainte sur les activités rizicoles irriguées étant accentuée par le retard des pluies de début de campagne.

- Une élévation des températures, le manque de froid (de givre) et de petites pluies et brouillards en hivers :

L'élévation des températures est essentiellement mentionnée pour les mois d'hivers, en particulier par les producteurs maraichers, d'une part en relation à la nécessité d'irriguer (cf. point précédent), et également parce qu'elle contribuerait à augmenter les attaques biotiques, en particulier de mildiou et de bactériose sur pomme de terre.

Par ailleurs les producteurs de pommes (pomme fruit) insistent sur l'absence de froid (de gel, de givre) en hivers qui affecte les dormances des pommiers, entraînant des retards de floraison (floraisons qui par la suite sont aussi perturbées par un manque de pluie en début de saison des pluies). Ce problème impose des changements variétaux que certains ont fait à partir des années 2003, mais pas tous. Mais il est possible qu'il faille promouvoir de nouvelles variétés encore plus adaptées que celles promues ces deux dernières décennies.

- Des irrégularités dans la distribution des pluies, avec « plus de grosses pluies » et « des sécheresses » en cours de saison :

Différents acteurs les mentionnent, en particulier les producteurs maraichers (pomme de terre, oignons, autres), mais aussi de maïs. Cela affecte parfois les productions, en particulier de haricot, mais aucun ne semble dire qu'il s'agit de problème majeur.

- Plus de grêles durant la saison des pluies :

Plusieurs acteurs intervenant essentiellement dans le Vakinankaratra ont mentionné une augmentation de l'occurrence des phénomènes de grêles, en particulier en

saison des pluies, précisant aussi qu'elles étaient plus fortes, avec de plus gros grêlons. Ce phénomène a également été spontanément rapporté par 15% des paysans enquêtés lors de l'enquête menée par les équipes FOFIFA-CIRAD fin 2018 sur les Hautes Terres du Vakinankaratra (Bélières et al., non encore publié) comme une manifestation de l'évolution du climat.

- Une augmentation des problèmes biotiques :

Nous avons pu voir que la majorité des acteurs évoquent une augmentation générale des problèmes phytosanitaires, tant au niveau des attaques d'insectes qu'en ce qui concerne les maladies fongiques et bactériennes.

Même sans étude précise on peut tout de même accepter l'idée que l'augmentation des températures contribue à la multiplication de ce type de problèmes, en accélérant globalement les cycles de reproduction des espèces responsables et en favorisant leurs migrations vers les zones d'altitude.

Principaux résultats des analyses climatiques

Nous reprenons ici en synthèse les éléments soulignés au point II.4.

Une augmentation des températures et la disparition des nuits froides et des gels :

Les températures moyennes ont régulièrement augmenté sur la période 1961-2019, en moyenne de +0,04°C par an, et même un peu plus semble-t-il dans le Moyen Ouest. Pour les Hautes Terres cela représente 2,4°C d'augmentation depuis le début des années 60s, ce qui est considérable. Les évolutions sont globalement légèrement plus fortes pour les mois d'hivers (mai-septembre). Ces évolutions positives sont autant dues aux variations des températures maximales, diurnes, que des températures minimales, nocturnes.

La période froide s'est raccourcie car « le froid » vient plus tard en fin de saison des pluies, ce qui diminue fortement les risques de stérilité du riz, même s'il est semé tardivement, et durant la période hivernale on a une importante diminution des nuits froides (< 5°C) et une quasi-disparition des températures négatives.

En parallèle les journées chaudes ont augmenté partout, en particulier lors des mois d'octobre et novembre, premiers mois de la saison des pluies, mais sans pour autant que l'on observe sur les Hautes Terres des températures vraiment élevées (quasiment aucune température supérieure à 35°C).

Les dires des acteurs concernant la disparition du froid et en particulier des gels en hivers sont donc bien confirmés par les données, et l'on peut très bien comprendre les problèmes et appréhensions des producteurs de pommes.

Les acteurs ont également bien ressenti l'augmentation

des températures. Cela peut sembler un peu étonnant si l'on considère que cette augmentation a vraiment été très progressive et qu'il n'y a pas de journée avec des températures extrêmes. Il est possible que leur ressenti « d'augmentation de la température » soit aussi en interaction avec d'autres éléments, en particulier les difficultés d'accès à de l'eau pour irriguer en saison hivernale et début de saison des pluies, et aux aléas pluviométriques de début de saison des pluies.

Il serait intéressant de pouvoir revenir auprès des acteurs, fort de nos premières analyses, pour prendre le temps de bien échanger avec eux sur tous les éléments de leur perception.

Une diminution globale des pluviométries, mais de faible ampleur :

A Antsirabe les totaux pluviométriques témoignent globalement d'une diminution progressive des pluviométries depuis les années 60s (-6,5 mm/an sur la période 1961-2010). Il y a des différences entre les différents sites (liées au fait que les séries d'années observées sont nettement plus réduites, et que des événements cycloniques peuvent fortement perturber leur analyse), mais cela ne remet pas en cause ce constat. On n'observe pas par ailleurs de tendance particulièrement marquée au niveau mensuel, les mois de fin de saison des pluies, mars et avril, montrant une diminution régulière faible à Antsirabe (-0,14 mm/an et -0,77 mm/an respectivement).

La plupart des acteurs ne mentionne pas de baisse globale de la pluviométrie, et cela semble logique car il paraît difficile que des personnes puissent apprécier cette évolution est très faible en tendance (-10% en 50 ans), reste petite en comparaison des valeurs annuelles (entre 1400 et 1100 mm), se répartit sur plusieurs mois, et est affectée par des variabilités interannuelles et intra-annuelles importantes.

La baisse de la pluviométrie hivernale est elle aussi très faible en tendance (1,4 mm/an à Antsirabe sur la période 1961-2010 sur les 5 mois d'hivers). Mais vu les valeurs plus faibles de pluie (on est passé de 102 mm à 56 mm), cela représente une diminution de 50%. Cela pourrait expliquer que des gens aient pu la percevoir. Mais cependant le ressenti des gens est peut-être aussi influencé par les diminutions des rosées et des brouillards, diminutions au sujet desquelles nous n'avons pas de données mesurées mais qui ne paraissent pas illogiques vu les évolutions pluviométriques globales.

Ici aussi il serait intéressant de pouvoir revenir auprès des acteurs, pour pouvoir les questionner plus en détail.

Pas de modification des distributions pluviométriques :

Nos analyses n'ont montré aucun changement en ce qui concerne la distribution des événements pluvieux en relation à leur valeur : les « grosses pluies » ne sont pas plus fréquentes qu'avant, ni non plus les « périodes

pluvieuses ». Il n'y a pas non plus d'augmentation des pauses pluviométriques.

Ces résultats vont à l'encontre de différents commentaires. Concernant les ressentis de « plus de grosses pluies » et de « plus de périodes pluvieuses », il est possible qu'ils soient en partie dus à l'augmentation des phénomènes de ruissellement, et des montées plus rapides et plus importantes des cours d'eau après les événements pluvieux, phénomènes que l'on peut expliquer par la diminution globale des couvertures végétales.

Concernant les ressentis de « plus de périodes de sécheresse », nous n'avons pas d'explication possible à avancer. On peut juste éventuellement évoquer des interactions avec la hausse des températures, et aussi avec une diminution des volumes d'eau infiltrés (plus de ruissellement).

Ici encore un retour vers les acteurs serait utile.

Pas de changement a priori concernant le démarrage de la saison des pluies :

Le début de la saison des pluies a fait l'objet de très nombreux commentaires soulignant « un retard » et/ou des « difficultés à installer les cultures aussi tôt qu'avant ».

Sur ce point nous avons obtenu des résultats peu probants et divergents selon les critères, les sites et les périodes d'observation. Déjà il faut dire qu'il est difficile de définir un critère de démarrage de la saison culturale, et que celui utilisé par la Direction Générale de la Météorologie, seule référence que nous ayons trouvée pour Madagascar, ne nous a pas semblé très pertinent sur le plan agronomique. Nous l'avons utilisé cependant, avec un ensemble d'autres critères que nous avons créés. Nous pouvons regretter ici de ne pas avoir questionné en détail nos interlocuteurs sur ce sujet (« qu'est-ce qu'un bon démarrage de la saison ? »). D'après nos critères on peut considérer qu'il y a bien eu au niveau d'Antsirabe un recul du démarrage de la saison des pluies, mais qui est faible puisque de l'ordre de 3 jours chaque 10 années sur la période 1961-2010. On retrouve également une tendance au recul à Ivory depuis 2005, mais pas à Andranomanelatra depuis 2003. Parallèlement les indicateurs de l'état hydrique de la réserve du sol ont montré une certaine dégradation des conditions hydriques depuis les années 60s, mais qui apparaît vraiment faible sur les deux dernières décennies.

Si nos critères sont pertinents, alors la question qui se pose est de savoir si vraiment les gens sont capables de percevoir une évolution aussi faible compte tenu des variations interannuelles fortes ? Est-ce que leur ressenti ne pourrait pas avoir été fortement influencé par le grand retard de démarrage des pluies qui a affecté les régions d'Analamanga, Itasy et en partie Vakinankaratra lors de la saison 2016-2017 (mais pas la zone d'Andranomanelatra par contre), et peut-être également par la mise en place tardive de la saison des pluies 2019-2020 dans certaines

parties du Vakinankaratra ?

Nous sommes d'autant plus dubitatif sur cette question que dans la région d'Andranomanelatra des agriculteurs sèment le riz pluvial à sec dès la mi-septembre, ce qui atteste a priori d'une certaine « confiance » de leur part dans un démarrage pas trop tardif et favorable (régulier) de la saison des pluies.

On peut aussi émettre l'hypothèse que les difficultés et retards à préparer et mettre en culture les rizières et bas-fonds, souvent prioritaires pour les gens, retardent toutes les autres activités (cultures pluviales) et influencent les perceptions des agriculteurs.

Ou alors c'est que nous n'avons pas su détecter les bons signaux via nos critères.

La question du démarrage de la saison des pluies est donc un point qui nous laisse insatisfait. Il faudrait pouvoir étudier de bien plus près cette question auprès des agriculteurs de cette région.

On met ici en évidence la nécessité d'aller-retours (au pluriel) entre l'analyse des données – qu'il faut aussi avoir – et le recueil d'informations auprès des paysans, jusqu'à acquisition d'une compréhension des choses. Et concernant l'analyse des données, il faudrait en avoir plus, et actualisées à 2019. Nous espérons en obtenir de la DGM dans les prochains mois. Quand nous aurons pu les analyser nous ne manquerons pas de faire connaître les résultats à CASEF.

V.1 Perspectives et recommandations

Nos analyses faites sur les données du Vakinankaratra se sont révélées parfaitement en accord avec celles faites par d'autres au niveau de Madagascar (Tadross et al., 2008 ; RIMES et DGM, 2019) tant en ce qui concerne l'augmentation des températures (+0,04°C/an depuis les années 60s) que la baisse globale des précipitations (-10% depuis les années 60s).

Cependant leur intérêt annoncé, et justification, était de pouvoir « regarder dans les détails » afin de mieux comprendre et expliquer les difficultés évoquées par les agriculteurs et dues, selon eux, au changement climatique. C'est ce que nous nous sommes efforcés de faire, avec les moyens et temps disponible. Nous avons ainsi pu faire les liens entre les dires des acteurs et les données pour un certain nombre de choses, mais pas pour toutes, et certains points restent assez incompris. Deux choses ont particulièrement limité nos analyses et rendu difficiles nos conclusions :

- d'une part le fait que nous n'avons pas pu disposer de plus de données climatiques ;
- d'autre part le fait que nous n'avons pas eu la possibilité de questionner beaucoup plus longuement et en détail nos interlocuteurs au cours d'un second entretien, fort de

l'analyse des premières informations (dires et données), afin de creuser tous les points problématiques.

A ces limites on peut ajouter le fait que les objectifs étaient ambitieux car portant sur plusieurs régions et plusieurs spéculations, ce qui impliquait de bien connaître – et bien logiquement ce n'était pas toujours le cas – toutes les pratiques et systèmes de culture pour pouvoir bien comprendre leurs interactions avec le climat.

Quoi qu'il en soit, au vu des prévisions climatiques à long terme (+1,3°C à +1,6°C pour les températures et -2% à -13% pour les pluviométries d'ici 2050; Tadross et al., 2008 ; RIMES et DGM, 2019), toutes les contraintes décelées ne pourront que s'accroître.

Pour un grand nombre des problèmes détectés (augmentation des températures, disparition des gels, petits aléas hydriques, certaines maladies) il nous semble que des réponses satisfaisantes devraient pouvoir être apportées relativement facilement par la voie variétale, c'est-à-dire via l'utilisation de variétés adaptées, déjà existantes ou pas, ce d'autant plus que les évolutions du climat devraient continuer à être très graduelles. Il faudra veiller à proposer des variétés adaptées aussi aux moyens et attentes paysannes, donc plutôt « rustiques », et dont ils puissent aussi facilement multiplier les semences (ou y avoir accès).

Cependant trois points nous semblent vraiment très préoccupants pour les systèmes agricoles dans les années à venir : la diminution des ressources hydriques en saison sèche, la baisse de la fertilité et l'augmentation des ennemis des cultures.

Pour contrecarrer la diminution des ressources hydriques en saison sèche (et en tout début de saison des pluies), qui de plus ne pourra que s'accroître avec la diminution tendancielle de la pluviométrie, des investissements en infrastructures peuvent être faits (canaux, réserves, etc.), mais surtout **il faudrait des efforts importants de reboisement et d'aménagement des bassins versants (haies vives, canaux d'infiltration), pour favoriser les infiltrations.** Foresterie, agroforesterie, agroécologie et arboriculture fruitières doivent être employées dans des aménagements intelligents des paysages, de leur partie haute en particulier.

La baisse de la fertilité des sols n'est pas liée au réchauffement climatique mais elle en accentue les effets directs et indirects en fragilisant les plantes. Cette baisse constatée au travers de nombreux témoignages implique, et même **oblige, de se tourner vers des pratiques agroécologiques avec apport dans les sols de plus de matière organique.** Il ne s'agit pas « de ne pas utiliser des fertilisants minéraux », mais de **faire en sorte, via l'usage de matières organiques, que les caractéristiques du sol**

nécessaires à la bonne alimentation organo-minérale des cultures soient préservées, ce qui maintiendra leur productivité et contribuera également à leur résistance aux bioagresseurs. Sans cela il n'y a point d'issue et les productions baisseront.

Enfin l'augmentation des ennemis des cultures, insectes, acariens, maladies de toutes sortes, est réellement préoccupante, et vu la tendance à la hausse des températures et de « l'intensification » cela ne fera que s'accroître. **Des efforts importants de recherche et d'accompagnement des producteurs doivent être entrepris,** qui doivent viser à réguler l'usage des pesticides à la parcelle (entre autre via l'utilisation de biopesticides et d'associations de plantes) et également à optimiser les approches agroécologiques à l'échelle des paysages.

Ces différentes préoccupations nous ont amené à retenir, parmi un grand choix, un certain nombre de pratiques à recommander, qui ont été présentées au chapitre IV et listées dans sa conclusion IV.4.

Suivre ces différentes préconisations permettra déjà assurément d'améliorer les productions et situations des paysans, et ce sur le moyen et long termes.

Il est plus qu'urgent d'avoir ces priorités à l'esprit vu que les évolutions environnementales, et en particulier climatiques et par suite biotiques, vont s'accroître.

Ces réalités vont plus que probablement contraindre peu à peu les gens à adopter d'autres démarches, plus agroécologiques, comme cela est de plus en plus le cas partout. Autant donc agir dans le bon sens au plus tôt.



ANNEXES

ANNEXE 1 : Liste des acteurs rencontrés

ANNEXE 2 : Comptes rendus des différentes entrevues avec les acteurs

ANNEXE 3 : Analyses climatiques

ANNEXE 4 : Références (bibliographie et sites internet)

ANNEXE 1 : Liste des acteurs rencontrés

Liste des acteurs rencontrés :

- AGRISUD (Antananarivo) : Adrien LEPAGE, Daniel ANDRIANIMPANANA
- GSDM (Antsirabe, Antananarivo) : Tanjonarileza TOKIHERINIONJA, Tahina RAHARISON
- AVSF (Antananarivo) : Harison RANDRIANAIVO
- Université d'Antananarivo : Pr Lala Harivelo RAVAOMANARIVO
- SOCOTA Agri (Antsirabe) : Claude PEYROT
- Coopérative Tsinjoaina (Andranomafana, Betafo) : Selson RAZAFIMAHATRATRA
- Coopérative Safidisoa (Alakamisy Anativato, Betafo) : Jean de Jésus RAZAFINDRAKOTO
- Coopérative OVIVA (Mahazoarivo, Antsirabe) : Fanjaniaina BAKOLINIRINA
- Coopérative FITAVEMA (Sahanivotry, Soanindrariny) : Clarisse RANOROVOAHANGY
- Suzy fruit (Sahanivotry, Antsirabe et Antananarivo) : Madame Suzanne
- Fédération VFTV (Antsirabe) : Lantoniaina RAVONIALIMANANA
- Fifamanor (Andranomanelatra, Antsirabe) : Noroseheno RALISOA
- Coopérative Mizara (Ankaranana, Analavory) : Béatrice MANOELA et Fanja Rachel RAMIAKAJATO
- Groupement paysan Santatra (Fahazato Beheteza, Analavory) : Damien SIMON
- CEFFEL (Antsirabe) : Andry RASAMIMANANA

Listes des acteurs contactés mais indisponibles :

- Société SOAFIARY, Antsirabe
Mme Malala- Tel : 033 14 897 84
Motif : emploi du temps chargé du responsable
- Société Agripro, Andranomena-Antananarivo
Mr Idéo- 034 05 449 86, Responsable Production
Annulation du RDV au dernier moment
- Association TIAKO Maintso, Andramasina-Antananarivo
RAKOTONIRINA Alfred- 034 38 327 50
Motif : téléphone injoignable
- Coopérative Hery Fafafy, Andramasina-Antananarivo
RAMAMIARISOA Voahirana- 034 71 994 04
Motif : Installation des cultures et semis jusqu'au 15 décembre
- Société de jus de fruit (ex Olivier Colin), Antsirabe
Olivier Colin- 032 43 510 73
Motif : Indisponibilité répétée du responsable

ANNEXE 2 : COMPTES RENDUS DES ENTRETIENS AVEC LES ACTEURS

1. Compte rendu visite Agrisud 25/11/19 (a.m)

Début : 10h35 - Fin : 12h30

Personnes interviewées

- Adrien LEPAGE
Coordinateur National et Représentant Pays

Tel : 032 07 671 16 – Mail : alepage@agrisud.org

- Daniel ANDRIANIMPANANA
Coordinateur Technique

Tel : 032 02 765 12- Mail : dandrianim@agrisud.org

Site web : <http://www.agrisud.org/>

Sujets principaux de l'entretien :

Explication du projet et de l'étude, des filières prises en compte et des finalités attendus.

Trois points :

- Les pratiques AC qui sont adoptées
- Les pratiques efficaces mais qui ne sont pas encore adoptées
- Les problèmes phytosanitaires et les luttres biologiques

Filières sur lesquelles travaille Agrisud (en rotation/ association avec d'autres cultures) :

Parmi les filières traitées par CASEF, celles traitées par AgriSud sont :

- La pomme de terre dans le Vakinankaratra
- Le maïs dans l'Itasy
- La pomme fruit en Analamanga et dans le Vakinankaratra
- Le haricot vert et oignon dans Analamanga
- Les fourrages dans le Vakinankaratra (en culture maïs aussi en valorisation de plantes utiles (haies vives, consolidation des courbes de niveau)

Suggestion de discuter avec les responsables de FERT, CEFFEL et MDB. Ci-dessous un contact :

Mme Mira RAKOTONDRANDRIA, Directeur du MDB, mdb.gie@gmail.com, 033 15 111 77

Les critères d'adaptation de l'AC par les agriculteurs :

- La réduction des dépenses
- Moins de main d'œuvre
- Réponses immédiates

Les pratiques AC assez facilement adoptées par les agriculteurs :

- **La fertilisation organique** : compost, biofertilisants liquides

Tout ce qui est matière organique dans le sol est favorable la fertilité, et cela améliore aussi la rétention en eau

Limites/contraintes : quantité de biomasses disponibles,

quantité de main d'œuvre, animaux pour produire le fumier ... beaucoup d'exploitations n'ont pas de zébu ...

- **Concernant les biofertilisants liquides** : bien adoptés car permettent réduction des dépenses, surtout en maraichage. Mais pour diminuer les interventions les agriculteurs ont tendance à utiliser des produits « shampoing » en mélangeant à la fois des biofertilisants liquides et des biopesticides ... et cela pourrait avoir cependant ses limites d'un point de vue technique (produits 2 en 1 mois moins efficaces que des recettes spécifiques, ciblées sur un objectif) comblées par la facilité et la rapidité de fabrication/d'utilisation.

- **Compost de fumier (« fumier recyclé »)** : très efficace mais demande pas mal de travail pour retourner le fumier, attendre qu'il soit sèche et le mélanger en tant qu'une matière dans le compostière et doit être complétés par des produits naturels tels que les cendres ou poudre de calcaire.

- **Les semences bien adaptées** : variétés adaptées au milieu.

Mais ce qui est très compliqué c'est de monter les filières pour produire des semences de qualité.

- **Aménagements des espaces agricoles** : agroforesterie et reboisement, cultures selon les courbes de niveau. Maintien des sols, consiste à habiller la toposéquence. Attention i) cela implique souvent des travaux collectifs ou la mobilisation de MO extérieure et ii) sur une toposéquence les propriétaires sont souvent différents ce qui rend difficile une mise en place d'aménagements cohérents et continus.

- **Pépinières sur table** : adoptées surtout en saison de pluies

- **Rizipisciculture** : pratique pertinente avec de bons résultats, attention aux problèmes liés à l'investissement initial, à la gestion de l'eau dans les bas-fonds collectifs et aux risques d'inondations ; ces éléments freinent l'adoption.

- **Biopesticides : les ady gasy** ou traitements phytosanitaires avec des plantes répulsives et/ou des matières minérales (cendres, suie ou *molaly*)

Marchent bien en prévention ... implique surveillance, anticipation et traitements spécifiques.

Si pas fait en début d'attaque ce n'est pas très efficace
La réduction des dépenses est un des critères qui explique l'adoption des ady gasy, surtout chez les maraîchers, ainsi que la perspective de mieux vendre les produits lorsqu'il a accès à des filières différenciées sur la qualité

- **Rotations des cultures** : classiques céréales-légumineuses et/ou en maraichage il faut changer de familles de plantes à chaque cycle pour éviter les maladies (pour le maraichage : légumes fruits – légumes feuilles – légumes racines) ... par exemple choux après tomate etc.

- **Irrigation** : micro-irrigation, motopompes en commun

Mais cela demande beaucoup d'investissement non seulement pour la mise en place et l'installation mais aussi pour la réparation et l'entretien

Les pratiques intéressantes mais qui restent difficiles à mettre en œuvre :

- **La couverture permanente (SCV) :** pratiques intéressantes en théorie mais très difficile à mettre en œuvre car elles impliquent beaucoup de main d'œuvre, des semences particulières, de l'équipement éventuellement (semoir, rouleau ..) et une capacité économique pour la période de transition ou alors des terres.

- **Compost « 7 jours » :** Il faut ajouter des substances pas toujours très accessibles dans le compost ; pratique pertinente, seulement si un prestataire est présent à proximité pour vendre les intrants nécessaires. A priori réservé aux producteurs les plus avancés et/ou leaders.

Vulgarisé par le projet PAPAM dans le moyen ouest et au centre.

Le représentant d'Agrisud se trouve dans le DRAEP Vakinankaratra : RATRIMO Adrien : mail : aratrimo@agrisud.org - Tel : 034 43 344 69)

- **Basket compost :** marche mal car exigeant en main d'œuvre et aussi en biomasses

- **Le lombricompost :** assez peu pratiqué (voir avec Fert en Analamanga et Agrisud en Vakinankaratra) mais s'avère très efficace comme fertilisant et améliore la résistance phytosanitaire des plantes. Nécessite intrants et techniques initiales qui peuvent freiner la diffusion. A priori réservé aux producteurs les plus avancés et/ou leaders.

- **Paillage de couverture morte :** qui marche très bien sur les petites parcelles de maraichage : mais souvent les biomasses sont assez insuffisantes.

- **Labour profond (30-40 cm) avec ajout de beaucoup de compost (60 T/ha) :** très bonne pratique avec des effets à long terme (plusieurs années) sur la fertilité du sol mais nécessite beaucoup d'investissements et de main d'œuvre.

- **L'entretien correct des arbres fruitiers :** avec la taille et la fumure organique

Mais pas du tout adopté car les gens ont peur de voir les branches fruitières diminuer et croient que l'arbre va être blessé ...

De plus la fumure organique n'est pas destinée aux arbres fruitiers : la priorité est accordée premièrement à la riziculture et aux cultures maraîchères.

Tout cela s'explique aussi car la rentabilité économique n'est pas très attirante puisque la qualité des produits et leur caractéristiques « agroécologiques » ne sont pas valorisées économiquement, surtout lors des périodes de surproduction (saison des fruits)

Maladies des cultures et traitements phytosanitaires :

- **Les problèmes augmentent beaucoup sur Haricot vert :** Flétrissement (séchage) au niveau du collet à cause

d'un champignon causant des dégâts de l'ordre de 10%, un flétrissement (bactérien ou cryptogramme). Il faudrait augmenter les traitements en prévention (tous les 3 jours) mais les gens n'ont l'habitude d'agir qu'en cas de pression ... Or, lorsque les pressions parasitaires augmentent il faut augmenter le traitement. Dans ces cas ils font recours aux produits phyto.

- Des punaises (noirâtres avec des tâches orange) attaquent les choux, surtout les choux de Chine.

- Les attaques de pucerons ont aussi augmenté ... à cause des conditions environnementales et sans doute aussi l'augmentation et l'intensification des cultures.

- Les maladies classiques sont aussi en augmentation

Quelques conclusions :

- De plus en plus d'agriculteurs sont convaincus à l'agroécologie grâce à ses bienfaits.

Selon le ressenti des producteurs et des consommateurs, les produits agroécologiques sont de meilleures qualités, ont des goûts naturels et se conservent plus longtemps.

- Dans la région Analamanga, sur 5 000 producteurs avec lesquels Agrisud a travaillé, seulement 200 (soit 4%) adoptent l'ensemble des recommandations AC complètes... les autres adoptent partiellement les pratiques (environ 20% des pratiques) mais on peut dire qu'il n'existe pas d'agriculteurs qui n'adoptent pas du tout les pratiques. Ce sont des systèmes agricoles en transition.

- Le marché agroécologique n'existe pas (à part les 2 points de vente permanents et les emplacements sur le marché innovés de Talatamaty, Sabotsy Namehana et Andranonahoatra) et les producteurs n'arrivent pas à valoriser leurs produits.

La contrainte de main d'œuvre limite aussi l'adoption de l'AC, les producteurs comptent valoriser le surplus de travaux par l'augmentation du prix des produits...

- Il faut développer le marché pour une meilleure valorisation des produits sinon les changements à opérer pour les producteurs ne sont pas toujours compris et représentent des contraintes non compensées.

2. Compte rendu visite 1 GSDM 30/10/19 (a.m)

Début : 7h30 - Fin : 9h00

Personne interviewée :

Tanjonarilesa TOKIHERINIONJA
Agronome, GSDM, responsable Projet Manitra II
Tel : 034 35 361 83 - Mail :

Site web : <http://gsdm-mg.org/>

Sujets principaux de l'entretien :

- Projet Manitra II
- Bonnes pratiques agroécologiques à recommander

Le projet Manitra 2 (2018-2021)

Financement UE par l'intermédiaire du COMESA dans le cadre du programme Global Climate Change Alliance Plus (GCCA +) des pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (Intra ACP)

Suite de Manitra 1 (2014-2016). L'échéance du projet est dans 1 an et 7 mois.

Objectif : Mise à l'échelle de l'adaptation basée sur les écosystèmes pour le développement de l'agriculture et la conservation intelligente des sols et des forêts dans le Moyen-Ouest et les Hautes terres de la région de VAKINANKARATRA. Globalement, c'est l'AGRO-ECOLOGIE.

R1 : L'ACI et les bonnes pratiques sont mises à l'échelle dans deux écosystèmes de la région du VAKINANKARATRA, couvrant les régions des Hauts Plateaux et du Moyen Ouest

R2 : Le renforcement de capacités des parties prenantes est assuré en ACI, AC, agroforesterie

R3 : Les organisations paysannes sont soutenues et mises en relation avec divers acteurs de l'Agriculture pour la pérennisation des résultats du projet

Principales pratiques recommandées dans le cadre de Manitra 2 :

- AC pour le riz pluvial et autres cultures de tanety :
- Reboisement et agroforesterie : dont haies vives de téphrosia, cajanus et crotalaire
- Lombricompost
- Compost normal, compost 7jours, compost 45jours et « compost liquide »
- Biopesticides et plantes répulsives

Bonnes pratiques agroécologiques à recommander

Selon l'expérience de l'interlocuteur dans les projets BVPI, Manitra 1 et 2, il existe des pratiques qui améliorent vraiment la sécurité alimentaire des paysans.

- Les fortes biomasses en agriculture de conservation (AC) cad en semis direct avec couverture végétale

(SCV) limitent les impacts des aléas pluviométriques et stabilisent les rendements. Avec Manitra 1 ils ont pu conclure que dès qu'il y a une bonne couverture, on peut tirer quelque chose sur la parcelle même si le rendement reste faible. Les biomasses limitent le ruissellement et l'érosion. Les biomasses mortes limitent aussi l'évapotranspiration. D'autres pratiques améliorent aussi la fertilité des sols et les protègent contre le ruissellement et améliorent l'infiltration.

- Dans la région Alaotra la vesce est utilisée dans les RMME avec semis direct. Cette pratique permet de conserver plus longtemps de l'eau dans les parcelles
- En 2016 (ou 2017) le retard de pluie (pas de pluie jusqu'au 15/2) dans le Sud Est à Farafangana a causé des dégâts dans les champs de caféier. Or, les caféiers associés avec de l'arrachis sont restés verts et les producteurs ont pu récolter un minimum de production par rapport aux autres qui n'ont rien récolté.
- La présence du stylosanthes dans les rizières ou parcelles de riz pluvial améliore la rétention en eau. Même s'il y a rupture d'irrigation en eau les plantes résistent. Ceci est dû à l'enracinement qui améliore l'infiltration
- L'utilisation de lombricompost améliore aussi la résistance des plantes lors des ruptures de pluies. Mais cette information est encore en cours de vérification à Belanitra sur des parcelles de paysans leader. Ce qu'ils ont pu tirer jusqu'à l'heure actuelle c'est que les parcelles avec du lombricompost produisent beaucoup de rendement. Pour renforcer cette information, les parcelles avec le lombricompost du projet Secure à Ivory on donner les meilleurs résultats en termes de rendement et le cycle du riz c'est raccourci de environ 10-12 jours puisque le lombricompost est riche phosphore et autres nutriments et que le sol a des contraintes sur la disponibilité de phosphore.
- Sur les Hautes Terres, des radis fourragers cultivés en contre saison pour alimenter les bétails avec lombricompost et engrais liquide de téphrosia ont résisté au gel .. peut-être parce que les plantes étaient plus vigoureuses ?
- Les haies vives (aménagement bassin versant) de téphrosia, crotalaires et cajanus ont un effet positif sur les disponibilités en eau.

3. Compte rendu visite 2 GSDM 25/11/19 (p.m)

Début : 14h30 - Fin : 16h10

Personne interviewée :

Tahina RAHARISON

Agro-écologue et socio-économiste au sein du GSDM

Tel : 034 18 775 49- Mail : tahinarison@yahoo.fr

Site web : <http://gsdm-mg.org/>

Sujets principaux de l'entretien :

Explication du projet et de l'étude, des filières prises en compte et des finalités attendus.

Trois points :

- Les pratiques AC qui sont adoptées
- Les pratiques efficaces mais qui ne sont pas encore adoptées
- Les problèmes phytosanitaires et les lutttes biologiques

Cultures/filières sur lesquelles intervient le GSDM :

- A part le lait qui est une filière de l'Intégration Agriculture Elevage (IAE), les filières étudiées par le CASEF peuvent être divisés en trois classes :

- Les grandes cultures : maïs, soja, (parfois pomme de terre)
- Les cultures maraichères : oignon, haricot vert et pomme de terre
- Les cultures fruitières

Ce qui marche bien :

Pour la filière lait et IAE : gestion/amélioration des matières organiques et gestion des fourrages

- Ce qui marche bien sur les hautes terres : l'utilisation du fumier, très généralisé (si animaux ..). Il s'agit de vrai fumier (pas poudrette) avec une gestion améliorée des litières
- Amélioration de l'alimentation animale : depuis BVPI, des réflexions sont mises en place entre le GSDM et la coopérative ROVA sur ce sujet.
- La production biomasse par *pennisetum* est beaucoup plus intéressante (Relaza et kizozu du Fifamanor) que par les brachiaria et les autres cultures de fourrages
- Surtout en haies vives en bordures et diguettes car on ne peut pas bloquer des parcelles entières avec fourrage
- Cette pratique est surtout adoptée dans les zones laitières.
- Mais les producteurs gèrent assez mal les coupes de fourrage
- La production de fourrage en contre saison froide marche plutôt très bien, dans les rizières, surtout pour les « gros éleveurs » cad ceux qui ont 4 bovins ou plus : rafanus ou radis fourrager, avoine, ray grass. Mais peu développée chez les petits éleveurs (1-2 vaches laitières) qui préfèrent

aller couper de l'herbe ...

- Ce qui marche bien aussi : l'amélioration du fumier, les compostages, et le compost 7 jours : ce dernier a eu un succès car même après les projets les agriculteurs continuent à acheter ou à fabriquer les jus de rumen pour activer le compostage.

- La diffusion du lombricompost passe petit à petit (2014 à 2015) à Inanantonana et Ankazomiriotra

Pratiques qui ne sont pas adoptées :

- Les étables améliorées avec les dallages et cimentées ne sont pas encore bien adoptées alors qu'elles permettraient d'améliorer encore plus les fumiers et la production

- La production de bracharia en plein champ non plus n'est pas adoptée, même si le *B. ruzusensis* et *B. bizanta* n'envahissent pas la parcelle, le *pennisetum* est plus dense et sa croissance est plus rapide

- Les haies vives avec tephrosia et bracharia ne sont pas aussi adoptées. Avec le *pennisetum* la gestion des coupes est plus facile

- A noter que la vesce et le trèfle n'ont pas bien marché

- La gestion des foins et l'ensilage ne sont pas du tout passés car il faut beaucoup d'investissement et de maîtrise, des efforts qui ne sont pas nécessaires pour les petits paysans : seul les très gros éleveurs en font

- Les engrais liquide ne se diffusent pas trop, faute d'investissement dans des bidons plus grands.

- Le fait de mélanger les biofertilisants avec les biopesticides est plus ou moins adoptés mais les paysans n'optent toujours pas la méthode de prévention. Ils adoptent surtout des méthodes de lutte où les biopesticides ne sont plus très efficaces.

- Les embocagements avec des haies vives commencent à être adoptés mais les impacts ne sont pas encore palpables (issu du projet BVPI) : *Cajanus* et crotalaire bien adaptés au MO mais encore peu adoptés. Le tephrosia bien adapté pour les HT et diffuse un peu plus.

- Par contre au Sud le poids d'angole est beaucoup apprécié par les paysans car il se mange

- Le reboisement est adopté durant les phases du projet quand les arbres sont fournis mais dès que le projet n'est plus là ... les agriculteurs n'investissent plus dans le reboisement ... sans que l'on comprenne trop pourquoi

- Le fumier est appliqué différemment selon les régions : sur les hautes terres c'est plutôt sur les rizières alors que dans le MO c'est plutôt sur les tanety pour les cultures de rente

- La rizipisciculture est une pratique vraiment intéressante et rentable mais le vol est la principale contrainte d'adoption en plus des difficultés dans les réseaux d'irrigation

- L'association fruit et culture est aussi intéressante mais elle n'est pas trop adoptée

A recommander :

- Les rotations de cultures

- L'utilisation des variétés les plus adaptées au milieu plutôt que des variétés productives : car les variétés rustiques donnent toujours de la production en cas de perturbation climatique et sont donc plus rassurantes
- Il faudrait approfondir et bien évaluer une nouvelle technique qui consiste à mettre des plantes répulsives, comme le neem ou voandelaka **melia azedarach**, les agaves et le téphrosia dans le compost pour lutter contre les vers blancs en particulier

Les dégâts ressentis ces derniers temps, en lien (ou pas) avec le CC :

- L'invasion des insectes surtout au sud de Madagascar.
 - Les attaques des vers blancs et autres insectes terricoles : semblent augmenter tout le temps
- Désormais beaucoup de paysans utilisent de « l'insector » pour traiter les semences alors qu'auparavant des re-semis suffisaient.
- Les chenilles légionnaires sont aussi d'actualité : les plantes utilisées sont le desmodium et le banagrass ou le mucuna.

4. Compte rendu visite AVSF 28/11/19 (a.m)

Début : 9h24- Fin : 10h42

Personne interviewée

RANDRIANAIVO Harison

Chargé de projets

h.randrianaivo@avsf.org

Lot : VG25 Antsahabe 101

Site web : <https://www.avsf.org/fr/posts/630/full/madagascar>

Les régions d'interventions : Analamanga et Itasy
But : résilience aux changements climatiques

Changements ressentis et/ou constatés par les paysans

- Retard (décalage) d'arrivée des pluies, sécheresse (arrêt) durant la saison des pluies
- Hausse des températures durant la saison des pluies, et diminution durant la saison froide
- District Antananarivo Atsimondrano (Tana Sud) : les changements sont très marqués : les nappes phréatiques et les rizières se séchent très vite dès fin de saison, et par contre il y a des inondations durant la saison des pluies. Les assèchements de puits et de ressources en eau sont du jamais vu.
- District Antananarivo Avaradrano (Tana Nord) : diminution des ressources mais elles sont encore assez abondantes ... pas épuisement. Le relief est assez vallonné. La zone n'est pas vulnérable à l'inondation ni à l'assèchement des ressources en eau. On constate seulement une diminution du débit d'eau mais pas jusqu'à l'épuisement. Les changements sont moins prononcés.

- La pluviométrie n'a pas pourtant changé a priori mais les pluies sont plus concentrées en un temps donné, limitant la capacité d'infiltration et augmentant la quantité d'eau perdu dans les ruissellements et érosion.

- Des vents forts entraînent aussi l'assèchement des parcelles d'où la nécessité d'arrosage fréquents des parcelles maraîchères.

Conséquences sur les productions et pratiques agricoles

- Les paysans d'Analamanga respectent plutôt les calendriers ancestraux sans aucun changement.
- Dès fois en cas de repiquage avancé par rapport à l'arrivée des pluies, les jeunes plantes sont asséchées les obligeant à re-repiquer
- En collaboration avec la météo, selon les variations intra annuelles, les calendriers cultureux devraient être calées avec ceci. Cette pratique est encore en phase d'initiation.
- Certains agriculteurs surtout ceux qui font des CUMA adoptent l'association culturale, la mise en place des haie vive ou l'utilisation des engrais organique pour faire face à la situation.

Solutions mises en œuvre ou à mettre en œuvre pour la gestion de l'eau (en vue maraichage essentiellement)

- Construction de bassins de rétention d'eau (environ 7mx3m x 2m de profondeur) pour pouvoir faire de l'irrigation gravitaire et n'ouvre le bassin qu'en cas de besoin. Ces systèmes exigent par contre des budgets conséquents.
- Amélioration des puits (approfondissement et renforcement) pour avoir de l'eau même en période sèche.
- Ils effectuent aussi des reboisements sur les falaises, car il faut considérer les bassins versants ou sous-bassins comme des « impluvium » ou « réserve naturelle », pour stocker de l'eau en prévision des périodes sèches.
- Canaux de captation-rétention d'eau suivant les courbes de niveau afin de retenir le plus d'eau possible et limiter l'érosion. L'eau captée va alimenter les nappes phréatiques. C'est une technique qui est assez bien adoptée par les paysans.

Les systèmes ou pratiques assez facilement adoptés par les gens

- Celles qui sont les plus adaptées sont le canal d'infiltration sur les courbes de niveau.
- Ensuite, les haies vives avec tephrosia sont adoptées selon la dimension des parcelles pour avoir plus de biomasse pour les engrais verts. Mais que si les gens ont de l'espace. Sinon non adopté. Car le problème avec la tephrosia c'est qu'il ne se consomme pas
- Autres espèces pour les haies vives : les cultures fourragères (pénisetum, bracharia et kizozzi) sont surtout adoptées par les éleveurs comme des dispositifs antiérosifs, mais surtout dans les talus pas tellement en bordure.
- En cas de forte érosion les gens adoptent le vétiver surtout dans les parcelles maraîchères.

Fertilisation du sol

Pour gérer la fertilité des sols, les pratiques mis en jeu sont : rotation culturale, association culturale, et amélioration du fumier (par abri) (et amélioration des étables aussi par dallage), et les composts qui marchent bien là où il y a de la biomasse

- Rotation culturale : riz/haricot ou petits pois en contre saison froide
- Associations de cultures avec des cultures secondaires favorisantes : Maïs+ haricot ou maïs + vigna radiata
- Egalement Maïs+ mucuna (qui est une pratique en pleine expansion à cause de l'effet répulsif du mucuna avec les chenilles légionnaires)
- L'amélioration du fumier et de l'étable pour garder les fumiers à l'abri du soleil
- Compost à partir des biomasses issues des haies vives (acacia, mucuna,...) : actuellement adopté par 5% des producteurs
- L'utilisation des engrais verts issus de plante fertilisante au lieu du compost : à l'exemple du tephrosia suivi d'un labour en début de cycle.

Lutte contre les bioagresseurs

- Recrudescence des nuisances phytosanitaires ces 10 dernières années à cause du changement climatique ou des mauvaises pratiques des traitements phytosanitaires.
- Surtout pour les cultures suivantes :
 - Dans les cultures de tomates et pomme de terre : insectes, flétrissements bactériens
 - Dans les légumes feuilles : chenilles
 - Haricot : puceron
 - Maïs : chenille légionnaire CLA surtout en Itasy depuis 2 années
- Utilisation du mucuna comme plante répulsive de la CLA en association ou haies vives
- Lutte biologique avec techniques « adigasy » à base d'extraits de plantes : tabac, absinthe (*Artemisia absinthium*), tanaisie (*Tanacetum vulgare*), consoude (*Symphytum officinale L.*) et tephrosia (*T. purpurea*)

Autres solutions

- Le paillage : protège le sol, limite l'évaporation, l'érosion... mais reste peu adoptée à cause de l'insuffisance de biomasse
- Agroforesterie : pour créer un microclimat dans les cultures maraîchères et culture sur *Tanety*, peut être pratiquée en association ou en bordure

Avis personnel

- Parfois la meilleure solution peut être le changement de spéculation à l'exemple de la tomate qui demande beaucoup de traitements.
- Il est aussi nécessaire de changer les postures des projets en tenant compte des motivations et avis des paysans où

les techniciens seront considérés comme des conseillers mais non pas comme des superviseurs. Il serait donc intéressant d'installer des parcelles d'expérimentation de démonstration pour que les paysans trouvent les atouts et inconvénients des techniques proposées afin qu'ils fassent leurs propres choix. Ce style a été adopté par AVSF en 2017 afin d'améliorer le taux d'adoption proposé par le projet

- Collaboration avec la météo afin d'avoir des informations météorologiques sur les prévisions mensuelles, trimestrielles ou semestrielles. Les paysans pourront bénéficier de ces informations en adaptant leur calendrier culturel avec les prévisions. Ce système a été initié par le projet MIHARY. Le problème c'est que les paysans s'inquiètent de la véracité des informations. Ils ont besoin de preuves tangibles pour pouvoir appliquer les informations partagées.

5. Compte rendu visite Université d'Antananarivo 28/11/19 (a.m)

Début : 8h20- Fin : 9h05

Personne interviewée :

Pr Lala Harivelo RAVAOMANARIVO

Directeur de la Recherche- Université d'Antananarivo

Tel : 0331247607 – Mail : lravaomanarivo@gmail.com

Site web : <http://www.univ-antananarivo.mg/>

Sujets principaux de l'entretien :

Explication des grands axes de l'étude.

Trois points :

- Le changement climatique
- Les pratiques AC qui sont adoptées
- Les problèmes biotiques et les luttes biologiques

Les chenilles légionnaires d'Automne CLA

Espèces récemment introduites invasives connues sous le nom CLA (Chenille Légionnaire d'Automne) qui fait de plus en plus de ravage. Pour le moment n'a attaqué que le maïs à Mada mais on sait qu'elle peut attaquer d'autres cultures.

Les pratiques mis en œuvre pour y lutter sont mis en œuvre sont :

- La lutte chimique

- Pas trop efficace puisque les chenilles sont visibles qu'après éclosion, une fois qu'ils rentrent dans les verticilles

- Il est difficile voire impossible de les traiter avec des produits chimiques

- Il existe des insecticides systémiques mais qui ne sont pas très conseillés pour ce genre de culture.

- **La lutte biologique**

- Des tests sur différentes plantes à effets répulsifs sont en cours :

le neem (*Azadirachta indica*)

le *Pennisetum purpureum* (*herbe éléphant*) : comme plante piègeuse, attractive ; dans différents systèmes de culture à Ivory (STADIV 4) : marche moyennement

le desmodium : comme plante répulsive : marche bien en Afrique mais pas aussi bien à Madagascar

système « push-pull » avec desmodium (*Silverleaf Desmodium* ou «Mandalo dia raikitra» ou *Desmodium uncinatum*) et herbe éléphant (*Herbe éléphant* ou «Farinomby» ou *Pennisetum purpureum*) (essais AgriPro)

- Des tests au niveau des paysans sont aussi en cours avec le soutien de la FAO.

- Les résultats pour le moment ne sont pas très probants.

- **La lutte mécanique**

- Effectuée par les paysans consistant à prélever les chenilles à l'intérieur des verticilles.

- Efficace mais laborieux.

- **Utilisation du champignon entomopathogène du genre Beauveria**

- Genre de champignon cosmopolite qui croît dans les sols et provoque des maladies chez divers insectes y compris les chenilles, en se comportant comme un parasite.

- Test encore en plein étude et pas encore commercialisé

Les bio agresseurs des arbres fruitiers et des cultures maraichères

- **Les mouche de fruit : *Bactrocera dorsalis***

- Des espèces introduites récemment (environ 2010).

- Une mouche orientale des fruits ou mouche des fruits asiatique vraiment invasive et très destructeurs partout dans l'Océan Indien.

- Méthode de lutte en Maurice et à La Réunion : introduction des ennemis naturels du genre : *Hyménoptères*. Au cours des études il a été démontré qu'ils sont efficaces mais il faut savoir maintenir l'équilibre entre les parasitoïdes et les mouches.

- A Madagascar, un inventaire des parasitoïdes sont en cours.

- **Le carpocapse des pommiers : *Cydia pomonella***

- Un insecte de l'ordre des lépidoptères, de la famille des tortricidés ayant des larves qui se développent à l'intérieur des fruits. L'adulte est un papillon de 18 mm environ d'envergure.

- Signes et dégâts du maladie : les fruits tombent prématurément et sont véreux. L'épiderme du fruit présente un petit orifice entouré de sciure brune, point de pénétration de la larve qui gagne le cœur du fruit en creusant une galerie.

- Les chercheurs sont en train de valider si les maladies des pommes à Madagascar sont vraiment dues au carpocapse.

- Les luttes préconisés (sites internet) :

Favoriser des prédateurs comme les oiseaux insectivores.

Lors de la plantation des arbres fruitiers, alterner les différentes espèces et variétés de façon à éviter la propagation directe lorsqu'un arbre est attaqué.

- **Les petites chenilles des tomates : *Helicoverpa armigera***

-Dégâts sur fleurs occasionnant une chute précoce des fleurs ou une malformation des fruits.

- Dégâts sur les fruits : les petites chenilles creusent des petits trous ('pinholes') tandis que les grosses chenilles font des grands points d'entrées qui facilitent l'accès aux pathogènes causant ainsi la pourriture des fruits

- **Autre petite chenille sur tomate et autres cultures maraichères : *CL tuta africana***

-

- **Le *ralstonia* des tomates et pomme de terre : *Pseudomonas solanacearum***

-une bactérie du sol, pathogène des végétaux.

- maladie causant le plus de dégâts dans les cultures de pomme de terre provoquant des pourritures.

- Mode d'infection : le bactérie pénètre dans la plante soit par des blessures naturelles au niveau des racines soit par des blessures artificielles induites par l'homme ou bien par les nématodes (*Meloidogyne* spp.). Elles vont ensuite coloniser le système vasculaire, se multipliant activement et se propageant rapidement dans toute la plante.

- Méthodes de lutte : utilisation de plant/semence sain, de variétés résistantes ou tolérantes, rotation avec des espèces non hôtes

6. Compte rendu visite Socota Agri

Antsirabe -03/12/19 (p.m)

Début : 16h 00- Fin : 16h45

Personne interviewée :

Claude PEYROT

Responsable production agricole

Tel : 032 09 036 03 – Mail : peyrotcp.agri.socota@gmail.com

Site web : <http://www.groupesocota.com/agriculture/index.html>

Description de la société :

- Production de 3000 tonnes d'haricot d'exportation auprès de 250 villages et 27 chefs secteur avec 6000 paysans. 250 m² / agriculteurs. 10 à 15% de la production sont destinées aux marchés locales, 25% sont perdues lors des triages et boutages.

- Zones d'intervention s'étendant autour de Mandoto (à 850 m d'altitude où ils produisent du haricot dans des zones chaudes), Sambaina (1700 m d'altitude), d'Ilaka (route Ambositra), de Soanindrariny et de Fandriana où ils effectuent des cultures bio.

- Production de 2 à 3 cycles selon les zones. Exemple : 2 cycles à Tritriva et Manandona et 3 cycles à Betafo. La production dans les zones bio est de 3,5 à 4,5T/Ha tandis que dans la zone conditionnelle c'est de 9T/Ha.

- Les haricots bio ne sont pas encore valorisés mais sert à vendre les haricots conventionnels.

- Les variétés d'haricot cultivés sont : le haricot nain mangetout, la roquette, le haricot nain sans fil et le supersweet hybride.

- La saison de récolte débute en octobre et se termine en juin. Les dates de semis varient d'août en octobre. Pour avoir de la production en ligne et pour le maintien des mains d'œuvre ils font des semis tous les 15 jours.

- Recherche de fertilisation efficace et économique afin de développer et pérenniser leur production

Les ressentis du changement climatique

- Il y a **de plus en plus de chaleur**, de **moins en moins d'eau**.

- La période de **sécheresse** est de plus en plus élevée rendant le sol plus sec et plus dur.

- La quantité de pluie n'a pas changé sauf qu'il y a une **diminution au début et à la fin de la saison**. Les périodes de creux sont étendues.

- En début de saison, l'arrivée de la **première pluie** n'a pas changé (début ou fin octobre) mais il s'avère qu'elle est **très petite**. Ensuite la **vraie pluie** (censé arrivée au mois de novembre) est **retardée**.

- En **fin de saison** la quantité de pluie a aussi diminué un peu **plus tôt** avec les **creux augmentés**.

- La **température** a aussi **augmenté**.

- Pour cette saison, le premier creux a durée trois semaines et le deuxième creux dure maintenant une semaine ou plus. Une station de recherche est installée à Amberobe à Toavala où ils font des essais bio.

- Plus de pluies en février : concentration ..

Conséquences sur le mode de production

- A cause du retard des pluies, les **dates de semis ont un peu reculé** comme le cas d'Andranomanelatra.

- Ils sont obligés d'inciter les producteurs **d'arroser leurs cultures**

Les bio-agresseurs

- Pas vraiment de différence constatée sur les bioagresseurs

- Les **acariens** sont les principaux insectes qui attaquent les haricots verts, ceci est peut-être dû à l'augmentation de la température.

- Tant qu'il ne pleut pas trop, la floraison n'est pas troublée par la tombée des fleurs.

Solutions proposées :

- Nécessité de faire du **reboisement**. La société Socota distribue 100 000 plants par an à reboiser ainsi que la société Cotona qui distribue 200 000 à 300 000 plants par an. Il s'agit des eucalyptus, du pin et du cresson.

- La société Cotona a un besoin impératif de bois de chauffe les poussant à inciter les gens à faire du reboisement.

- Création de **lacs collinaires** pour stocker l'eau car beaucoup d'excès d'eau sont perdus pendant la période de pluie. Il existe déjà un lac collinaire d'environ 500m³ à Amberobe.

-La **pisciculture** qui peut être une solution efficace

- La conservation de l'humus en faisant de **l'élevage** comme une activité alternative mais à cause des « *dahalo* », il est préférable d'adopter les **moutons** qui ne déboise pas comme les chèvres et ainsi ils peuvent à la fois limiter les feux de brousse.

Pratiques agroécologiques déjà adoptées

- **Compost de 7 jours** (1 à 1,5 mois avant le semis) dans un composteur variant de village en village selon la présence de bétail.

- Ce type de compost est un activateur grâce au jus de rumen, il retient ainsi des matières organiques et éléments fertilisants.

- Le compost est utilisé dans les zones **bio**.

- Utilisation **d'engrais chimiques** tels que : le guano, l'hyperphosphate, la dolomie et de l'urée dans les autres zones

Luttes phytosanitaires

- Des champignons entomopathogènes sont utilisés pour lutter contre les chenilles foreuses.

- Le savon local est aussi efficace contre les pucerons et d'autres insectes

- La fleur de pinette distillée est efficace comme biopesticides.

7. Rencontre avec coopérative Tsinjoaina

Andranomafana- Betafo le 04/12/19 Début : 9h15- Fin : 10h05

Personne interviewée

RAZAFIMAHATRATRA Selson

Représentant de la Coopérative Tsinjoaina

034 72 556 38

Description de la coopérative

Tsinjoaina regroupe des agriculteurs producteurs d'oignon *Red créole* qui est la variété la plus répandue à Madagascar. Il existe trois types de cultures d'oignon

A partir des bulbilles :

- Plantés en janvier/février et récoltés fin mars/avril (Verimboly)
- Les bulbilles sont des petits oignons produits l'année précédente dans des pépinières semées à forte densité et récolté au mois d'octobre puis stocké pour être replanté au début de l'année suivante.
- Après 2 mois de culture sur les Tanety, ils donneront des gros oignons commercialisables

A partir d'un plant repiqué :

- Semés en avril/mai et récoltés en octobre
- La production se réalise en deux étapes : les graines sont semées dans une pépinière avec une densité importante.
- Au bout d'un mois et demi, les plants sont repiqués dans les rizières.
- Les oignons sont récoltés après 4 mois.

A partir du semis des graines :

- Planté d'avril en octobre
- Presque identique à la précédente, mais les graines sont semées directement dans les parcelles de bas fond ou de Tanety afin d'avoir en même temps des graines comme semences de l'année précédente et des oignons commercialisables.

Les ressentis concernant les évolutions climatiques

- 2007 : inondation
- 2016 : construction d'un barrage hydrologique à Andranomafana avec le projet PURSAPS. D'où l'amélioration de la riziculture mais l'insuffisance de l'eau dans les versants.
- 2018 : attaque de la grêle
- Diminution de la pluie surtout en fin de saison.
- Diminution du niveau d'eau dans les rivières et les sources d'où le durcissement du sol.
- Le retard des pluies qui décale les calendriers à l'exemple de la production de bulbilles qui doivent être déjà récoltés à l'heure actuel mais qui ne le sont pas encore

Les impacts sur les cultures

- Après l'inondation en 2007, une grande quantité de sol a été érodée emportant des grandes parties de cultures surtout dans les rizières en altitudes ou même dans les bas-fonds.

- L'érosion a été accentuée et les agriculteurs étaient obligés à retravailler et à amender le sol.
- L'assèchement du sol et des rivières a nécessité une irrigation goutte à goutte initié par le projet CASEF.

Les pratiques agroécologiques d'adaptations

Fertilisation :

- La fertilisation utilisée est plutôt la fumure organique.
- La production dépend surtout de la qualité de semence utilisée et l'absence des maladies. Elle varie entre 150 à 200 Kg par are.
- Les composts de 45 jours sont aussi bien adoptés dans la commune.
- Ceux du 7 jours n'est pas bien adopté puisqu'ils nécessitent des biomasses facilement dégradables alors que ce n'est pas toujours le cas des ressources disponibles.
- L'effet du compost 45 jours est plus longue que celui du 7 jours.
- Les lombricomposts sont aussi efficaces mais ils n'arrivent pas à renouveler les vers et ni à les entretenir.
- Durant des essais ils ont constaté une diminution des bio-agresseurs et une augmentation des récoltes.
- Les fertilisations chimiques utilisées sont le NPK et DAP mais en quantité très faible.

Rotation de culture :

- Riz pluvial en période de pluie et oignon en période sèche ou en contre saison
- Les autres cultures de contre saison adoptés sont : le concombre, haricot vert, le haricot et la tomate. Certain font aussi du blé.

Cultures fourragères :

Sur les hauts versants ils cultivent du « *kizozi* » pour l'alimentation animale. En particulier ceux qui ont des vaches laitières font des cultures fourragères en période d'hiver dans les rizières de bas fond.

Protection des bassins versant

- Reboisement d'*Eucalyptus* sur les versants ou suivant la courbe de niveau, activités initiés par le projet PURSAPS
- Diminution des feux de brousse à Andranomafana puisqu'ils sont convaincus de leurs méfaits. Pourtant les zones environnantes pratiques encore.

Les bio-agresseurs et lutttes phytosanitaires

- Le mildiou est la principale maladie de cultures d'oignon
- Les principaux ravageurs sont les thrips (ou *kimavo*) : ils sont réglés dès l'application du pesticides « Malathion », vendu chez les revendeurs.
- L'apparition de l'un de ses bio agresseurs dépend d'une année à une autre. Des fois ils viennent de la pression du milieu puisque tout le monde fait les mêmes cultures en même temps ce qui augmente la chance d'éparpillement des vecteurs.
- Diminution des attaques phytosanitaires lors de l'utilisation des fertilisations organiques tels que les fumiers alors que la maladie ou les insectes se propagent facilement en cas d'utilisation d'engrais chimiques.
- Les adigasy sont plus efficaces à lutter contre les attaques en cas de mauvaise manipulation des produits chimiques.



8. Rencontre avec coopérative Safidisoa

ACR Alakamisy Anativato- Betafo du 04/12/2019

p.mDébut : 12h30- Fin : 13h15

Personne interviewée :

RAZAFINDRAKOTO Jean de Jésus

Représentant de la Coopérative Safidisoa

034 11 479 42

Les ressentis concernant les évolutions climatiques

- Problèmes sur l'alimentation en eau ou plus précisément sur les canaux d'irrigation : l'eau de source est abondante mais à cause des dégâts causés par le cyclone en 2018, les canaux ne sont plus fonctionnels comme avant.
- Le curage de ces canaux est encore en cours alors qu'ils devront irriguer des champs de 1200 Ha. Actuellement environ 800 Ha reçoivent à peine de l'eau.
- La période de creux est vraiment remarquable cette année (plus d'une semaine).
- Ces 5 dernières années la rivière locale avec le canal arrivaient encore à rejoindre celle de Betafo « Tatarina » 13Km alors que depuis cette année, elle ne faisait plus que 6Km.
- Des conflits s'installent au niveau des agriculteurs pour l'utilisation de cette eau.
- Depuis l'année dernière, la société Malto n'a plus fait des contrats de productions avec les agriculteurs locaux à cause de cette insuffisance d'eau.

Les impacts sur les cultures

- A part les pommes de terre, ils cultivent du soja et du maïs en demi saison.
- Pendant les grandes saisons (riz) l'abondance des pluies est encore tolérée.
- Tandis qu'en demi-saison, l'insuffisance commence à se ressentir, ceci amplifiée par l'anomalie des canaux
- Et en contre saison (pomme de terre), l'eau est vraiment insuffisante (de pluie ou d'irrigation).
- Quelques plants de striga « arema » ont été identifiés dernièrement (2 ans) à Alakamisy Anativato. La seule solution est de l'enlever avec ces racines. La cause estimée est le transport par les oiseaux Maritenina à partir de leurs déjections.

Les pratiques, les problèmes et adaptations

- Les sols de Betafo ou plus précisément de la commune d'Alakamisy Anativato sont des sols volcaniques qui sont donc naturellement riches en éléments minéraux.
- Cependant ces dernières années (environ 5 à 7 ans) les agriculteurs ont été obligés d'apporter des fertilisants organiques à leur parcelle dû à la constatation que leur fertilité des sols diminuait petit à petit.
- Ceci est aussi visible à la couleur du sol qui n'est plus très sombre mais devenu de plus en plus clair. Les parcelles

sont surexploitées et l'espace est insuffisant ne permettant plus les jachères. Ils ont commencé à utiliser des fumiers.

- Ils ont utilisé le compost et parfois le vermicompost (lombricompost)
- Avec la coopération avec Tany Meva et Cœur de forêt, la coopérative Safidisoa fait des reboisements le long des bordures des falaises et habille la toposéquence avec des « kizozi » pour limiter l'érosion. 12000 plants ont été plantés récemment sur 65 Ha pour reboiser. Les restes des biomasses sont utilisés pour fabriquer du compost.
- Les rotations de cultures pratiquées à Alakamisy Anativato durant les contre saisons sont : pomme de terre/haricot/ riz pluvial/soja/blé. Parfois ils associent du maïs+haricot ou maïs+soja. 60% des agriculteurs adoptent ces pratiques surtout la rotation.

Les bio-agresseurs et lutttes phytosanitaires

- La bactériose « fandazo » est la principale maladie qui attaque les pommes de terre de Vakinankaratra. Aucune solution n'est encore trouvée à part l'éradication de la plante infestée.
- Les mildious sont aussi très développés et affectent directement les feuilles des pommes de terre. Le choix s'impose ainsi entre les insecticides ou les adigasy (Taretra+ Voandelaka+ raketa+ bouse de vache+ paille sont mélangés et fermentés pendant 21 jours). Il faut préparer cette recette bien avant l'apparition des maladies.
- Les chenilles légionnaires attaquent les cultures de maïs. Pour remédier à ceci, ils utilisent encore du adigasy basé sur : piment *pilokely* et de la suie mélangée à la recette précédente. Après ils appliquent les insecticides proposés par les professionnels.
- En cas de non traitement, 70% des cultures seront perdus ou s'ils résistent après récolte les maïs deviendront pourris en cas de stockage.

9. Rencontre avec coopérative OVIVA

Mahazoarivo – Antsirabe du 04/12/2019 p.m

Début : 14h- Fin : 14h45

Personnes interviewées :

BAKOLINIRINA Fanjaniaina et Baholy R.

Représentantes de la coopérative OVIVA

033 08 415 80

Les productions de pomme de terre de la coopérative

La production de pomme de terre se fait en deux ou trois cycles :

- En saison pluviale : de novembre-décembre jusqu'en janvier-février (actuel)
- En saison intermédiaire : de mars-avril jusqu'en août ; (ceci dépend des parcelles)
- En contre saison (fraîche) : d'août-septembre en novembre-décembre (bénéficie de la première pluie dans les bas-fonds)

La production totale est d'environ 5t sur la totalité de leurs parcelles qui s'éparpillent autour de Tsivatrnikamo et Andranobe Ambohitsokona. La dernière campagne d'hiver a donné un meilleur rendement en total de 7t. La coopérative été créée en avril 2019.

Avant ils cultivaient la variété la plus répandue *Bandy akama* mais actuellement ils cultivent des variétés améliorées de FIFAMANOR qui sont le *Meva et Maneva*. Des formations sont suivies chez FIFAMANOR les conseillant de nouveaux ITK tels que la fertilisation combinée de fumier avec le NPK et Urée. Ceci a un impact sur l'augmentation du rendement. Ils n'adoptent pas encore trop le compost.

Les ressentis concernant les évolutions climatiques

- L'arrivée des pluies est de plus en plus retardée d'une année à un autre durant ces 5 dernières années. La première pluie n'est pas suffisante pour installer des cultures ou faire du semis dans les parcelles de Tanety.
- Obligation d'attendre la « grande saison »
- Les « périodes de creux » c'est-à-dire « sans culture » se sont élargies de plus en plus.
- La principale cause du changement climatique est la dégradation de l'environnement par les déboisement et feux de brousse.
- En ville, les déchets commencent aussi à s'éparpiller partout. Tout le monde fait ce qu'ils veulent mais ce sont les agriculteurs qui endurent le plus les dégâts causés par ces mauvaises habitudes.

Les impacts sur les cultures

- Les cultures de pomme de terre de Oviva souffrent du manque d'eau. Installé en octobre, les plantes sont en phase de croissance pour commencer la tubérisation donc ils ont besoin d'une certaine humidité alors que la terre est très sèche. Le rendement dépend vraiment des conditions environnementales lors de la transition entre ces deux phases.
- Le maïs et le haricot souffrent aussi du manque d'eau.
- Dans les rizières, les pépinières sont déjà prêtes à être repiquées alors que le niveau d'eau accumulé n'est pas suffisant pour ce faire.
- Ces changements et difficultés sont accrues durant ces 3 dernières années où ils ont décalé de semaine en semaine voire en un mois le calendrier cultural.
- Ils ont donc installé leurs cultures durant la grande phase de pluie et en espérant avoir une deuxième phase, ils n'y avaient que des creux prolongés limitant l'accès à l'eau des plants.
- Ces insuffisances ont des effets sur le rendement de différents cultures cités ci-dessus.

Les pratiques d'adaptations

- Les agriculteurs utilisent du fumier mais avec la diminution du bétail les quantités de fumier deviennent insuffisantes.
- Ainsi ils utilisent surtout les engrais chimiques tels que le NPK, l'urée et la dolomie.
- Ces dernières années, les composts ont été vulgarisés par Lecofruit et Socota. Les agriculteurs commencent à les utiliser mais les biomasses sont insuffisantes.
- La rotation de culture est aussi adoptée, après des formations ils ont commencé à faire des rotations avec des légumineuses (haricot, soja, arachis).

Les bio-agresseurs et lutttes phytosanitaires

- La bactériose « fandazo » est la principale maladie. Il faut éradiquer les plantes infestées.
- Les mildious sont aussi très présents sur les pommes de terre. Le premier réflexe des paysans est d'utiliser les pesticides commerciaux mais avec le temps ils commencent à se rendre compte qu'il faut adopter la prévention avec des biopesticides (adigasy)
- La rotation de culture sur 5 à 7 ans permet aussi d'éradiquer les maladies des pommes de terre. Mais cela ne peut se faire que si les gens ont suffisamment de parcelle : heureusement c'est le cas des agriculteurs de Oviva qui ont plusieurs parcelles et peuvent donc adopter ces techniques.
- Dans les parcelles à mauvaises maîtrise d'eau, ils installent des cultures pluviales.
- Dans les parcelles proches de point d'eau ou facilement irriguées, ils adoptent des cultures en contre saison. Les différentes cultures mis en jeux sont : la carotte, la pomme de terre, maïs, haricot, soja et riz pluvial.

10. Rencontre avec coopérative FITAVEMA

CR Sahanivotry- Soanindrariny – 04/12/2019 p.m
Début : 17h – Fin : 17h 40 (au bureau du CASEF)
Personne interviewée
RANOROVOAHANGY Clarisse
Présidente de la coopératives FITAVEMA
033 03 090 25

Les ressentis concernant les évolutions climatiques et impacts sur les pommiers

- En hiver, de juin en septembre il faisait très froid autrefois, des petites rosées se déposaient sur les pommiers au petit matin et les températures semblaient être inférieures à 0°C.
- Actuellement, la température a augmenté. Il y a moins de gel : en conséquence la levée de dormance des bourgeons est ralentie.
- Ensuite, lors des floraisons les pommiers ont besoin de pluies alors que celles-ci sont retardées : ne supportant pas ces conditions, les fleurs tombent en octobre et en début novembre.

- Depuis 2008, les gels ou les rosées se font plus rare mais on trouve plutôt des petites pluies. A partir de 2012, même les petites pluies se font de plus en plus rare.
- Les variétés cultivées en ces temps étaient : la Ménagère ou pomme de Soanindrariny, la pomme sucrée, la golden et la pomme de Noël, pomme Besaritaka, Gransmid, double red et pomme reinette.

Les impacts du changement climatiques sur les cultures de pommiers

- Les « fangalabola » sont les premiers ennemis du pommier. En 2008 ils ont commencé à attaquer les pommiers de Tsarahonenana jusqu'à Soanindrariny. Pour le moment la seule technique de lutte est de les enlever à la main puis de les brûler.
- A part ceci, on constate aussi la présence des fourmis et des chenilles.
- La principale maladie est l'antracnose. Sur les rameaux, il se forme des pustules arrondies autour desquelles l'écorce est soulevée et se détache en écaille. Sur les feuilles des taches suivi de barbe blanche les entourent et les parties atteintes se nécrosent.

Les productions de pomme de terre de la coopérative FITAVEMA

La production de pomme de terre se fait en trois ou parfois quatre cycles :

- En saison pluviale : de novembre-décembre jusqu'en janvier-février (actuel)
- En saison intermédiaire (verimboly) sur les Tanety de janvier-février en mars-avril pour la production de semence
- En contre saison (fraîche) : d'août-septembre en novembre-décembre (bénéficie de la première pluie dans les bas-fonds)
- Saison spéciale sur les terres noires : d'octobre en décembre (à Soanindrariny)
- Les variétés cultivées par le FITAVEMA sont : le Meva et Maneva qui donnent des meilleures productions par rapport à l'ancienne variété *Bandy akama*.
- Les semences sont produites par le FIFAMANOR et multipliés par le CEFFEL.
- Durant l'été, la température augmente, le sol est séché et devient dur.

Les impacts du changement climatiques sur les cultures de pomme de terre

- Auparavant les cultures de pomme de terre dans les rizières n'étaient pas trop infectées par les maladies, mais actuellement la bactériose (fandazo) commence à attaquer les cultures.
- En cas d'excès de pluie, les flétrissement bactériens

(bactérioses ou altérariose, Fandazo) infestent les cultures.

- En cas d'insuffisance de pluie ce sont les mildiou (lagaly) qui les envahissent. Ces maladies peuvent entraîner une perte d'un quart de la production.

Les pratiques d'adaptations

- Pommiers

- Avec la coopération du CTHA (Centre Technique Horticole d'Antananarivo) des nouvelles variétés de pomme fruit ont été introduites de 2006 en 2008, c'étaient les variétés ANA, la golden français et la pomme norvégienne venant de la concession Agricole de la commune Ambatomena. Ces nouvelles variétés tolèrent la chaleur et le rétrécissement de l'hiver.

- Agricom vend des produits efficaces pour lutter contre les maladies des plantes cultivées mais à coût très élevés alors qu'il faut répéter les traitements deux à trois fois.

- En cas de présence d'antracnose, des chaux sont apportés aux pieds des arbres. Ensuite ils frottent les mélanges sur le tronc et les branches infectés

- Afin de prévenir ces attaques, les agriculteurs pratiques de la lutte bio mélangeant du piment et ail mixé avec de l'eau et du savon malagasy.

- Pomme de terre

- Pour lutter contre les maladies de la pomme de terre des biopesticides à bases de purin de zébu avec du consoude, d'ortie, de tanaisie ou encore d'absinthe sont utilisés.

- Ces mélanges sont aussi utilisés comme des engrais liquides.

- L'utilisation des meilleures semences permet aussi la réduction des maladies

11. Rencontre avec Suzy fruit

Antananarivo- 06/12/2019

Début : 10h10 -Fin : 11h03

Madame Suzanne

Responsable du Suzy fruit

034 51 002 17

Description de l'exploitation de Suzy fruit

Les champs de pommier de Suzy se trouvent à Sahanivotry et s'étendent à 6 Ha avec un plus de 2,5 Ha à part en collaboration avec le projet CASEF. Ils ont 9 variétés de pomme : le goldena, dorset, la pomme norvégienne, les goldens : simple golden, double red, golden spire, les pommes sucrés (ou paoma varimasaka) et la golden banane qui est une variété récente.

La société Suzy fruit emploie 25 paysans au total dont 15 agriculteurs et 10 transformateurs. A part la production, elle fait aussi de la collecte. Chaque année elle collecte 100 t de pomme auprès de producteurs d'Ambano, Soanindrariny et Sahanivotry. Elle fait aussi des confitures d'abricot et de

prune. Elles cultivent aussi ces fruits avec du pêche et de la mangue etc.

La production de Suzy fruit est totalement bio. Le rendement varie de 30 à 500 Kg par pied. La pomme norvégienne est la plus productive (500-1t/ pied) et la variété ANA est la moins productive (10-20Kg/ pied).

Les ressentis concernant les évolutions climatiques

- Suzy fruit a plantée des pommes depuis 2012. Cette année-là le cyclone Giovana a frappé les cultures. Tous les pommes ont été tombées.

- En 2013 : les pluies ont été abondantes mais la température a un peu augmenté. Les années suivantes, les températures ont encore augmentée et les pluies se font plus rares.

- Les pommiers ont surtout besoin de givres.

- En 2015, le JIRAMA a provoqué la pluie, ce qui a entraîné une quantité massive de grêle qui a frappée les pommiers.

- La quantité des pluies varie d'une année à une autre ainsi que la fréquence

- La température a un peu augmentée.

Les impacts sur les cultures

- Les anciennes variétés ont permis de produire 6 camions de production dont un camion peut contenir 5 à 7t de pommes soit environ 30t de pommes produites pendant les saisons de récolte de décembre en mai.

- A causes des changements et difficultés de floraison la production a chuté. Lorsque la température augmente alors qu'il n'y a pas de pluie, les pommes sont cassées.

- La pomme norvégienne est la plus tolérante aux changements de climat et les variétés dorset et ANA sont les plus tolérant à la chaleur.

- Les goldens surtout la simple golden ne tolère pas les excès de pluies, on constate aussi une diminution de taux de sucre dans la golden rouge en cas de pluie trop abondante.

- Cette année, pour la première fois les goldens n'ont pas fleuri alors qu'elles doivent fleurir en mois d'octobre. Ainsi, il ne va pas y avoir une production de golden l'année prochaine la cause c'est parce qu'il n'y a pas eu de givre en hiver.

Les pratiques, les problèmes et adaptations

- Pour lutter contre les vents forts lors des cyclones et garder l'humidité du sol, des plants d'arbres devraient être plantés entre les pommiers. Ces arbres ne doivent pas pourtant absorber le calcium dans le sol puisque les pommiers ont besoin de beaucoup de calcium et aussi elles ont besoin d'ensoleillement.

- Jusqu'à maintenant ils n'ont pas encore trouvé des arbres adéquats du coup ils ont décidé de planter des pins en bordure de champs tout en limitant aussi l'érosion du sol.

- Les *Eucalyptus* sont à éviter. Les pommiers ont besoin d'ensoleillement.

- Ils font du sarclage tous les 2 ans. Les biomasses sont retournées directement au sol.

- Les pommes pourries sont séchées puis mis dans des compostières avec les biomasses sarclées pour servir de fertilisation.

- Dans les sols les moins fertiles ils ajoutent du fumier et du cendre aux alentours de chaque pied tous les 3 et 4 ans.

- Aux alentours de chaque pied ils creusent des canaux de 70 cm pour favoriser l'infiltration et pour récupérer de la terre qui est utilisée pour du butter les pieds des arbres afin d'éviter que les racines montent en surface puisque cela rend les pommiers vulnérables. Et ils en profitent pour mettre du compost sous la terre du buttage.

Les bio-agresseurs et luttes phytosanitaires

- Les fangalabola sont les premiers ennemis du pommier. Des ouvriers sont payés à faire des luttes mécaniques dans les exploitations de Suzy fruit. Les insectes prélevés sont ensuite brûlés.

- Ce sont les plantes à fleur de mimosa qui sont les hôtes de ces insectes mais puisqu'il n'y a plus ils commencent à s'installer sur les arbres fruitiers en particulier les pommiers.

- Ces insectes causent une perte de 15% dans les plantations de Suzy fruit.

- Les fourmis et chenilles sont aussi présents mais ils ne sont pas très nuisibles.

Les moyens de luttes

- Les modes de luttes adoptées par Suzy fruit : ils prennent des plantes (non spécifiée) dans les champs de pomme, une plante très odorante et la broie avec de la dolomie. Ils appliquent la solution sur le tronc malade comme pansement après avoir enlevé les champignons.

- Les pommes sont malades parce qu'elles manquent de calcium ainsi ils limitent la surconsommation de calcium par coupage tous les 2 ans. Ils veillent aussi que les compost apportés sont riches en calcium.

- Les abeilles sont les pollinisateurs des pommiers, ils élèvent des abeilles dans leur champ. Ceci permet d'avoir des pommes consistantes et rustiques aux maladies.

- Création variétale ou plutôt des croisements à l'exemple de la pomme norvégienne et golden banane. Ils obtiennent ainsi des pommes greffes de bonne qualité (calibrage), très sucrée et s'adaptant aux changements climatiques. 70% des pommiers sont déjà des greffes.

12. Compte rendu visite VFTV

Bureaux FIFATA, Antsirabe, route de Betafo 09/12/19 (a.m)

Début : 10h05 - Fin : 10h46

Personne interviewée :

RAVONIALIMANANA Lantoniaina

Représentante de l'association VFTV au sein du FIFATA

Tel 033 15 350 72- Mail : vftvfifata.lanto@gmail.com

Site web : <http://www.fifata.org/59/>

Description de l'association

VFTV est une Association ou fédération des organisations des producteurs de Vakinankaratra qui regroupe 2000 paysans dont 618 sont des femmes et 40% sont des jeunes (moins de 35 ans).

Les parcelles de cultures se répartissent dans 6 districts à savoir : Mandoto, Betafo, Soanindrariny, Faratsiho, Antsirabe I et Antsirabe II.

En général les agriculteurs font deux cycles de cultures maraîchères :

- la culture de contre saison installée en avril-mai après le riz pluvial et récoltée en septembre (rare),

- la grande culture de saison pluvial de décembre en mars.

Ils ont 46 paysans multiplicateurs de pomme de terre et fournissent 78t auprès des opérateurs.

Perceptions sur les changements climatiques

Ces quatre dernières années, les changements suivants sont perçus par les agriculteurs de l'association :

- **Changement sur la pluviométrie** : l'arrivée de la première pluie est souvent à l'environ du 15 octobre, ceci leur permettait de faire le semis en fin septembre pour que les cultures bénéficient de cette première pluie. Mais actuellement, ce n'est plus le cas ; l'arrivée de cette première pluie n'est plus en mi-octobre mais s'est décalé en fin voire en novembre. Ce qui perturbe les calendriers culturels puisqu'il faut repousser les dates de semis dans un délai incertain.

- **Une augmentation de la température** : est aussi ressentie par les agriculteurs surtout en période d'été. Cette augmentation est aussi suivie d'une insuffisance de pluie créant une atmosphère de sécheresse dans les champs de cultures.

- **Augmentation de grêles** : d'habitude la période de grêle est limitée en fin de saison pluviale, juste avant les récoltes de riz (mars-avril). Or, durant le début de cette saison il y avait déjà deux arrivées de grêle.

- **Une diminution des réserves en eau** : la présence d'eau est indispensable pour ces cultures. Or avec l'augmentation de la température, les réserves sont de plus en plus limitées.

Conséquences sur les cultures :

- **La pomme de terre** est la plus sensible aux changements

du climat. Elle ne supporte pas les températures élevées. Les semis ont été fait le 15 octobre sur des parcelles de 2ha au totale, mais jusqu'en début décembre (09/12) la majorité n'ont pas encore germé puisque la pluie est insuffisante. Or les semences utilisées sont très couteuses. Ils travaillent avec deux opérateurs économiques (Gastronomie pizza et jumbo score) qui collectent les produits et qui exigent l'utilisation de ces semences.

- **Perte d'un cycle** : à cause des changements et repoussement des dates de semis, la mis en place des cultures maraîchères surtout de la pomme de terre s'avère très difficile voir plus possible.

- **Altération des qualités des produits** : l'insuffisance d'eau et l'augmentation de la température du sol altèrent la qualité des cultures. Par exemple les pommes de terre n'ont plus des peaux fermes et se cassent au bout d'un moment. Ces produits ne sont plus appréciés par les opérateurs et leurs prix diminuent dans les marchés locaux.

- **Augmentation de la vulnérabilité des cultures** : l'altération des cultures augmentent leurs vulnérabilités aux bioagresseurs et aux maladies surtout les tomates et les brèdes.

- **Diminution du rendement** : des cas de diminution de rendement sont aussi constatés surtout sur les pommiers à Soanindrariny. Il s'agit des variétés sensibles à l'augmentation de la température. Il existe pourtant des variétés rustiques telles que le dorset et l'ANA., planté depuis 2003 qui donnent encore des rendements favorables.
- Les grêles détruisent surtout les cultures de manioc (pertes des feuilles et dégradations des racines)

Les bioagresseurs

- **La bactériose** : affecte les cultures de pomme de terre alors qu'il n'y a pas encore de solution à part l'arrachement des plantes affectées.

- **Le mildiou** fait aussi des ravages mais ce dernier est traitable avec des pesticides chimiques vendu par la société ou Agrivet qui sont couteux.

- **Le CLA ou chenille légionnaire d'automne** : a aussi augmenté dans les cultures de maïs. Les producteurs de Mandoto possédant aux environs de 3ha de champs adoptent plutôt le traitement chimique. La société Agricom collecte les productions pour de l'alimentation animale (cochon et zébu)

- **Des autres formes de chenille (tota absoluta)** font aussi des ravages dans les cultures de tomate, de pomme de terre et de riz.

- **La mauvaise herbe** tel que le striga commence à faire des ravages à Mandoto.

Les lutttes adoptées sont

- **La rotation culturale** : la pomme de terre ne doit revenir sur les mêmes parcelles qu'après 3-5 ans

- **Alternance** de culture de différentes familles sur un même parcelle. Exemple : solanacée//graminée//légumineuse//

autres cultures maraîchères

- Utilisation de **fongicide** juste après semis des légumes ou pour traiter les mildious
- Utilisation de **bonnes semences** en qualité et stabilité
- La commune Antsoso a adopté les techniques de SCV avec stylosanthes vulgarisées par le projet BVPI, ils ont un humus allant de 50 cm à 1m de profondeur. Ceux qui pratiquent le zéro labour sont au nombre de 25 environ, tandis que tous les paysans (au nombre de 98) ont adopté les couvertures avec légumineuses.

Pratiques agroécologiques adoptées face aux changements climatiques :

Depuis 2013, l'association a adopté des pratiques agroécologiques pour faire face aux changements climatiques. Ces pratiques sont :

- **L'arrosage** : l'irrigation gravitaire n'est plus suffisante sur les parcelles. Ils sont obligés d'arroser les cultures maraîchères les matins et le soir si nécessaire.
- **Utilisation des informations** divulguées par les services de la météorologie de Vakinankaratra où ils publient aussi des calendriers culturels de différents types de cultures selon les prévisions.
- **Utilisation des fertilisants organiques** : tels que les composts améliorés, le compost 7 jours ou 45 jours, le guanomad et le lombricompost. Ce dernier est surtout adopté sur les riz pluviaux à Mandoto où l'humidité du sol est un peu plus maintenue.
- **Utilisation des biopesticides** : tels que la consoude et la sesbania.
- **Les biopesticides (adigasy)** : est surtout adoptés par la majorité des agriculteurs. Ils mélangent du fumier avec du neem (voandelaka) broyé et appliquent la solution tous les 4-7 jours afin de lutter contre les maladies et les agresseurs. Certes il faut du courage pour adopter ceci.
- **Cultures de légumineuses dans les bordures de parcelles** : tephrosia et crotalaire pour améliorer le sol, lutter contre l'érosion et pour l'alimentation animale.
- **Utilisation des variétés** adaptés aux conditions du milieu. A l'exemple de l'oignon, la nouvelle variété *Julio* cultivée en saison pluviale donne des gros oignons rustiques. Les variétés améliorées de pomme de terre *Maneva et Meva* sont aussi utilisées.

L'utilisation de ces pratiques permet d'avoir des cultures de bonne qualité et résistantes par rapport à l'utilisation des engrais et produits chimiques.

Parmi les 2000 paysans :

- 40% adoptent ces pratiques, ce sont surtout les producteurs de légumes.
- 20% font la production de riz pluvial et commencent à utiliser les lombricomposts et le guanomad
- Les restes (environ de 40%) utilisent encore les engrais chimiques (NPK et urée) mais essaient de diminuer les doses : au lieu de 3Kg par are ils ne font que 1Kg par are en les comblant petit à petit avec des engrais organiques

Les atouts de l'association

- Ils ont des marchés bien définis et suivant des planifications. Les légumes collectés par les opérateurs ou collecteurs sont : carotte, choux, haricot vert, courgette, choux rouge, oignon, pomme de terre, tomate
- Des formations techniques sont données aux membres afin d'améliorer leurs modes de production.
- Des services d'accompagnement sont aussi offerts par des techniciens
- La production est plutôt biologique ce qui améliore la qualité et le prix au marché
- Une coopération avec le Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et des Forêts (MEEF) est en cours. Chaque membre doit planter au moins 20 pieds de plants (d'Eucalyptus, pin, ...) durant l'année à venir pour lutter contre le changement climatique.

Des points de vu qu'ils aiment faire passer au ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (MAEP) et du DRAE Vakinankaratra :

- Le MAEP lance actuellement une campagne de vulgarisation d'engrais chimique en vue d'aider les agriculteurs et producteurs.
- D'après leur réflexion, vu les dégâts du changement climatique qui sont déjà palpables au niveau de leurs champs, il serait mieux de faire des subventions sur des semences améliorées ou semences de variétés rustiques ou des légumineuses et adaptés aux changements et/ou des installations d'irrigation goutte à goutte.

13. Compte rendu visite FIFAMANOR

Andranomanelatra -09/12/19 (p.m)

Début : 13h00 à- Fin : 13h58

Personne interviewée :

RALISOA Noroseheno

Chef de Section Agriculture / Environnement

+261 033 11 933 45

it.fifamanor@moov.mg

Changements ressentis et/ou constatés

- Irrégularité des pluies et répartition incertaine
- Trop de pluie pendant une saison (répartition irrégulière) risque d'augmentation de mildiou on doit traiter plus souvent (concentration de pluie) au mois de janvier où il y a plus de pomme de terre tous les mois. Enregistrement de pression de température par rapport à l'augmentation du mildiou.
- Les périodes de gel continuent jusqu'en septembre et durent un à deux jours or avant c'était en juillet-août.

Les impacts directs des changements sur les cultures :

- Le manque d'eau au niveau des parcelles irriguées (d'environ 40 ha en irrigation gravitaire) : diminution

de la quantité d'eau pendant la saison froide, lors des productions de semence d'avoine dans les zones de décrues d'Ampitatatafika, Ambohimandroso.

- La perception de la diminution de la nappe phréatique est très nette ainsi que la quantité d'eau stockée dans les barrages. Ces sont les parcelles de cultures fourragères : ray grass, avoine, radis fourrager et du blé.

- Ces parcelles se trouvent vraiment en aval du bassin versant d'où la difficulté de leur irrigation.

- L'entretien des canaux diminue tandis que l'eau diminue de plus en plus

- Il n'y a plus de crachins (pas comme avant qui alimentait en eau ces zones même s'il n'y a pas d'irrigation) on ne peut plus se confier soit à des variétés soit avancement du cycle or si la pluie augmente, il y a risque d'inondation (remontée d'eau) si trop tard insuffisance d'eau d'irrigation est disputée.

- Les semis des autres cultures sont plus ou moins décalés mais compte tenu des cycles on ne peut pas exactement car il faut des températures adéquates aux cultures.

Mesures prises (pratiques d'adaptation)

- Recul de la date de plantation ou choix variété à cycle court ou variété résistante à la sécheresse. Pour le cas du riz pluvial, il s'agit des variétés F180 et F181.

- Pour la pomme de terre peu de choix variétal par rapport au cycle : pas de variété cycle court

- Et la pomme de terre n'a pas besoin de quantité énorme de pluie, la date de semis n'est pas trop reculée

- L'utilisation du fumier afin de retenir l'humidité des sols est donc conseillée pour mieux s'adapter.

- Le choix de variétés pour les autres cultures n'est pas encore réalisable à cause de leur disponibilité.

- Le prolongement de la période de gel tue les cultures de pomme de terre même si ce sont des plantes tempérées ils ne supportent pas les basses températures. Malgré l'augmentation de la température il y a des points de gel sur d'autres périodes.

Maladies apparues

- Pomme de terre, présence de bactériose : favorisé par la chaleur et l'humidité surtout pendant cette première saison de culture

- Apparition des bactérioses dans les rizières en saison froide. Peut-être que ce sont des nouvelles races qui résistent au froid ou c'est dû aux changements (réchauffement) climatiques puisqu'il fait moins froid.

- Il y a une nouvelle chenille qui attaque la tomate (tuta absoluta) et il semblerait qu'elle puisse aussi attaquer la pomme de terre. A confirmer...

- CLA sur le maïs depuis janvier 2017, et seulement sur le maïs pour le moment. Pour lutter contre la CLA :

- Technique push-pull avec penisetum et desmodium

- Lutte chimique : « indoxacarb », « légion » ; il faut alterner au moins 4 matières actives

- Lutte mécanique : enlever manuellement les chenilles

Recommandation des variétés de pomme de terre*

Il y a une grande gamme de variétés de pomme de terre mais cela concerne peu la longueur du cycle : leur longueur sont les mêmes. Il faut tout simplement une variété résistante au mildiou par exemple et en cas de forte pluie on aura des productions.

Variétés	Meva	Maneva
Atouts	Productivité, qualité culinaire et capacité de stockage	Variété préférée des transformateurs, plus productive et plus conservable
Inconvénients	Moyennement résistante au mildiou	Mais peu résistante au mildiou

Variétés	Diamondia et	Valisoa
Atouts	Résistante au mildiou	Résistante au mildiou
Inconvénients	Qualité culinaire moyenne (bon pour bouilli mais pas comme frite) Moins conservable (dormance courte) alors que le cycle est long 120j	Pas de marché

Il y a de nouvelles variétés en test par rapport à la bactériose ... mais certains chercheurs (CIP) considèrent que ce n'est pas une bonne chose de diffuser des variétés résistantes aux bactérioses

Les saisons de cultures de pomme de terre :

- Saison de la grande pluie : semis du fin octobre, novembre et mi-décembre

- Sur les tanety : semé de mi-janvier en début mars

- Après le riz en bas fond (ou tanety irrigable) : semé d'avril à juillet, voire en août en zone gélive

Durée de cycle en moyenne 100 à 105 jours soit 3 mois et demi.

Remarques concernant les pratiques agroécologiques :

L'agroécologie c'est bien quand on en a les moyens

- il faut des animaux pour avoir du fumier

- investissement minimal pour le fumier amélioré

14. Focus groupe avec les membres de la coopérative Mizara

R Ankaranana- Analavory du 10/12/2019 am

Début : 11h30- 12h25

Personnes présentes :

Membres	Contacts
RAFALIARINORO Fara Ravakiniaina	034 35 587 64
RAZAFIMPARIVO Sahondra Elia	
RASOLOSOANIRINA Théo	
RAMIAKAJATO Fanja Rachelle	034 11 313 32
RABENALISON Norohaja	
RASOAMAMAPIANINA Dorette	034 60 059 28
RAZANABELO Emilson	033 61 439 86
MAHASONDROTSE	
RASOLONIAINA Anthonio	
NORO Eugène	
HERILALA	

Le mode de production des agriculteurs

- Ankaranana est un petit village situé à 34Km d'Analavory.
- A première vue les sols sont de couleurs sombres (très riches en humus et matière organique). La zone est une zone volcanique donc les sols peuvent aussi l'être.
- Les principales cultures favorables dans la région sont (selon les priorités accordées par les gens) : le manioc, le maïs, le soja, le haricot et le riz.
- Tous les paysages agricoles (de l'ager jusqu'au bas fond), même sur les pentes fortes, sont cultivés. Ils sont tous productifs.
- L'élevage est aussi pratiqué par certains agriculteurs à savoir : les cochons, les animaux de la basse-cour (volailles, canards, dindes), et l'élevage bovin qui se fait de plus en plus rare à cause des dahalos, l'insuffisance d'alimentation et des problèmes financiers

NB : A partir du croisement d'Amaparihivato (à 17Km d'Analavory) la route secondaire d'environ 18Km est impraticable.

Les ressentis sur les changements climatiques et sur l'environnement en général

- Depuis 10 ans, le niveau d'eau a considérablement diminué (dans les sources, dans les rivières).
- Les pluies se font rares et retardées durant ces cinq dernières années.
- Mais durant l'été la quantité de précipitation est torrentielle à un moment donné.
- Il y a des faibles quantités de grêle sans effet néfaste.
- Depuis cinq et quatre ans, l'hiver est troublé par une augmentation de la température (34°C)

- L'hiver est un peu raccourci

- Une montagne nommée « Bongatsara » éveille des petites éruptions volcaniques au fil des années. Des rochers nouvellement ou anciennement formés s'écroulent du sommet de la montagne.

- Des activités agricoles entretenues sur ce montage accentuent l'écroulement des rochers avec une masse de terre qui s'entassent sur les rizières de bas-fond.

- Ceci entraîne aussi l'obstruction des canaux d'irrigation mais surtout du barrage hydrologique qui devrait alimenter des rizières allant jusqu'à 60ha

- Les cultures sur les pentes fortes >45° entraînent des érosions et décapage du sol

Les conséquences sur la production

- Le calendrier culturel devient désordonné.

- Autrefois, le semis de maïs se tient en mois d'octobre mais s'est recalé en décembre actuellement. Pareil pour la culture de riz.

- Le rendement commence à baisser. Les collecteurs rassemblent deux camions de manioc séchés alors qu'autrefois ils pouvaient atteindre six camions.

- La qualité des haricots se dégrade, ne supportant pas le déficit d'eau en hiver ils jaunissent.

- La culture de haricot vert a été suspendue en raison de la pénurie d'eau. Toutefois, aucun projet de réhabilitation du barrage hydrologique n'est en marche.

Les pratiques agroécologiques

- Vu que le sol est encore fertile les pratiques de gestion de la fertilité des sols ne sont pas encore très répandues. Les cultivateurs s'abstiennent des engrais chimiques

- L'application du fumier se fait dans tous les parcelles si les gens en ont en quantité suffisante



- Quelques membres font du compostage à base de tournesol, d'excrément de zébus, de pied de bananier et de neem (ou "vondelaka")
- La rotation de culture est aussi adoptée : riz//maïs//soja.
- Suite à des formations, des associations de cultures sont aussi adoptées : arachide+ maïs ou maïs +soja.

- Utilisation de variété améliorée

Pour le riz: B22 à la place de la variété locale « mavokely »

Pour le maïs : IRAT à la place des variétés locales (Katsapotsy et Ralemba). Or les variétés locales ont de bons saveurs et sont sucrées alors que l'IRAT a un goût amer et surtout utilisé comme nourriture des bétails

Pour le manioc : ils utilisent encore des variétés locales « mangahazo gasy » et « ratsan'akoho »

- Certains ont déjà testés les engrais chimiques et ont remarqué une importante différence sur la quantité des récoltes. Cependant cette pratique ne suit ni fréquence ni dose précise

Problèmes phytosanitaires et méthodes de lutte

- Les maladies qui dévastent les cultures sont notamment le flétrissement bactérien alternariose,
- Les bio agresseurs : CLA, d'autre chenille, vers blanc (fano), ramerina, kilodoka
- Un biopesticide est utilisé pour lutter contre les chenilles qui attaquent surtout le maïs, mélange de poudre de neem (*voandelaka*) avec de la feuille de tournesol. Ceci est très efficace
- La même recette est utilisée pour lutter contre les vers blancs
- Quant au 'kilodoka' l'utilisation des herbicides (non spécifié) vendu localement est faite.
- Aucune mesure n'est prise pour faire face au flétrissement bactérien alternariose des plantes, par manque de connaissance et d'information.
- Le striga (arema) est très rare.

Avis personnels sur l'abstinence aux propositions des projets

- Des projets comme PAPRIZ, PSDR, LecoFruit, Prosperer, Vatsy ont déjà accordé des formations paysannes, qui ne durent pas plus de 1an.
- Des fois les paysans se sentent trahis : les projets ne respectent pas certaines clauses de marché laissant les produits sans acheteurs.
- Les paysans attendent surtout des formations sur les techniques de culture. D'après eux, le projet doit bien déterminer ce qui est vraiment essentiel pour les paysans.
- D'autre part les paysans ont tendances à trop espérer à obtenir des bénéfices rapides.

Les propositions d'amélioration :

- Des subventions de semences, des herbicides,

ainsi que les matériels nécessaires

- la réhabilitation de la route
- la rénovation des barrages hydrologique
- une augmentation du prix de vente de la récolte qui doit être adapté aux durs travaux
- Une mise en place d'infrastructure pour minimiser les dégâts causés par la montagne volcanique qui continue d'émettre des petits cailloux poudreux dégradant les autres surfaces cultivées.

15. Compte rendu visite GP Santatra

Fahazato Beheteza -CR Analavory du 10/12/19 (p.m)

Début : 16h05 - Fin : 16h33

Personne interviewée :

SIMON Damien

Responsable du groupement de paysans SANTANTRA
FMMI Analavory

Tel 033 83 742 51

Description du groupe

- Le groupement de paysan Santatra fait de la production de semence de maïs (et de soja).
- Ils ont déjà fait beaucoup de production de légumes (haricot vert, pomme de terre,) et de riz.
- Ils ont changé de spéculation selon les projets financeurs et les contextes du milieu ainsi que des contextes personnels.
- Ils ont au total 10 ha de champs de culture et produit environ 7t de maïs par an.

Perception des changements climatiques et effets sur la production

A l'échelle d'une décennie, ils ont remarqué :

- Une augmentation de la température
- Une diminution des pluies ainsi que
- Une diminution de la fertilité du sol

Principalement, ces dernières années ont été marqués par

- **Une insuffisance de pluie** : conduisant à la perturbation du calendrier cultural. Autrefois la germination du maïs après semis commençait en début d'octobre, actuellement ce n'est remarquée qu'en décembre. Pour une bonne croissance de maïs, une pluviométrie de 30mm est nécessaire
- **Rétrécissement de la période d'hiver** : qui devient plus froid en plus d'être courte causant le retard du cycle cultural.

- **Une diminution du rendement** : la quantité de maïs récolté a diminué de 1t/ha alors que 5 ans plutôt ils arrivaient à produire 3t/ha.
- **Une diminution de la qualité** des semences de maïs produites : la quantité perdue dans les écarts de tri a augmenté, sur 10t de récoltes, dont 3t sont perdus dans les écarts de tri, les semences saines destinées au marché est de 7t.

Utilisation de compost : en 2015, des composts ont été utilisés sur des cultures d'oignons permettant d'avoir un rendement de 12t/ha dont un oignon pouvait atteindre 0,5Kg.

Mais l'utilisation du compost n'a pas été maintenue à cause de la difficulté d'élevage de zébu (problème de dahalo) en parallèle avec des problèmes financiers.

La production de semences de contre saison : est aussi une mesure prise pour faire face aux maladies qui affectent surtout lors des saisons pluvieuses.

Les bio-agresseurs invasifs des cultures

- **Apparition des chenilles légionnaires** depuis 2016 causant des dégâts considérables sur les cultures. De même que l'invasion d'**insectes terricoles** dans les champs, l'invasion des mouches de fruits sur les cultures maraîchères et fruitières.
- **Augmentation de striga** : la pression par la mauvaise herbe commence à envahir les champs même si le striga a été présent à Analavory depuis 10 ans.
- **Augmentation des maladies** : le mildiou et la rouille des tomates, le flétrissement bactérien (bactériose) de la pomme de terre. **C'est une des raisons de l'abandon de la culture de pomme de terre il y a 7 ans puisqu'ils ont perdu la totalité de leur production**

Pratiques d'agriculture intensive pour maintenir la production et lutter contre les bio-agresseurs

Vu que la fertilité des sols a diminué causant des diminutions de production, ils utilisent des **fertilisations azotées** : qui sont aussi indispensables pour les cultures de maïs. Les engrais chimiques communément incorporés sont l'urée, NPK.

Vu la grandeur des champs de cultures, des difficultés s'imposent sur l'utilisation des biopesticides pour lutter contre le CLA. Ils ont ainsi adopté les **pesticides chimiques** distribués par la société Agrivet à savoir : l'indox à crabe, le phénophos et noleptine. Durant le premier cycle de culture, le pesticide est appliqué deux à trois fois espacées de 15 jours. Il faut alterner différentes matières actives contenues dans ces pesticides. **La première année d'utilisation est vraiment efficace avec 2 ou trois traitements par cycle mais dernièrement une quatrième application est requise...**

Pratiques agroécologiques adoptées pour faire face aux changements

Utilisation de **variétés s'adaptant bien au milieu** :

- Pour le maïs ils utilisent la variété hybride **IRAT 200** qui a été vulgarisée depuis 10 ans par le programme PNM. Cette variété résiste à l'insuffisance de pluie (jusqu'à 2 mois de période de sécheresse) et produit un peu plus d'épis que les variétés locales.
- Pour les pommes de terre : les variétés qui s'adaptent aux hautes altitudes sont beaucoup utilisées.
- Pour le riz irrigué : ils utilisaient auparavant la **Meva** variété X265 et l'a remplacé par **X1648**. Le choix repose aussi certainement selon la tendance du marché.
- Pour le riz pluvial : ils utilisaient auparavant la variété B22 qui est productif mais sensible aux évolutions climatiques : ils ont adopté la variété **Nerica 4** qui est plus résistante.

Utilisation des **herbicides 2-4D** pour lutter contre les mauvaises herbes surtout le striga. L'emploi des herbicides est très courant à cause de leur efficacité et « *ne représente aucun effet néfaste sur l'homme vu que les produits ne sont pas destinés à la consommation directe* ».

La **rotation de culture** : étant donné que la principale culture est le maïs (graminée) ils sont obligés de faire des rotations avec des légumineuses tels que l'arachide (à vérifier?), le haricot et surtout le soja.

Utilisation de biopesticide surtout pour lutter contre le CLA : des mélanges de suspension à base de tabac, neem, piment « *pilokely* » et consoude sont utilisés

16. CR entretien avec association Ceffel

CR établi sur la base d'un questionnaire rempli (pas d'entretien oral direct)

Questionnaire remplis par : Andry RASAMIMANANA (ceffel.andry@gmail.com)

Responsable technique du centre Ceffel (était en formation en Belgique)

a) Perceptions des évolutions climatiques :

Concernant les pluies :

Saison des pluies (pluies utiles) démarre plus tard – depuis 5 ans

Pas de changement sur la fin de la saison des pluies (pluies utiles)

Durée totale de la saison des pluies est donc moins longue – depuis 5 ans

La date de début de la saison des pluies varie plus qu'avant – depuis 5 ans

Pas de changement a priori sur la quantité de pluie totale, mais dans la distribution – depuis 5 ans

Il y a plus souvent de grosses ou très grosses pluies qu'avant – depuis 5 ans

Périodes de plusieurs jours avec beaucoup de pluies : pas de changement a priori

Les inondations ne semblent pas plus fréquentes. Cela dépend des années.

Les périodes sans pluie de plus d'une semaine («petites sécheresses») sont plus fréquentes – depuis 5 ans. En particulier vers fin janvier – début février ...

On observe en début de campagne une sécheresse après les 1ères pluies – depuis 5 ans

Il y a moins de pluies durant la saison d'hivers – depuis 5 ans

Le nombre de cyclones ne change pas.

Mais il semble que les cyclones soient plus violents – depuis 5 ans

Concernant les disponibilités en eau :

Les semis des cultures de tanety ont en moyenne été retardés de 15 jours à 1 mois – depuis 5 ans

Il y a plus d'eau dans les rivières durant la saison des pluies – depuis 5 ans

Il y a moins d'eau dans les rivières à la fin de la saison froide d'hivers – depuis 5 ans

Il y a moins d'eau dans les puits et les sources à la fin de la saison d'hivers – depuis 5 ans

Il est plus difficile de faire des cultures de contre-saison irriguées en hivers car moins de disponibilité en eau

Il y a des agriculteurs qui autrefois pouvaient faire 2 cycles de riz en rizière mais qui ne peuvent plus en faire qu'un seul

Plus que la baisse des températures, c'est l'arrêt des pluies qui gêne le plus les cultures en fin de saison – depuis 5 ans

Les changements d'eau dans les rivières, sources et

puits sont causés par le fait qu'il y a moins de végétation naturelle (bois, forêt ..)

Concernant les températures, les gels et les grêles :

Les températures durant la saison des pluies sont plus chaudes qu'avant, que ce soit le jour ou la nuit – depuis 5 ans

Le froid vient plus tard en fin de saison des pluies – depuis 5 ans

Les températures varient plus d'un jour à l'autre qu'auparavant – depuis 5 ans

En hivers les températures du jour et de la nuit ont augmenté – depuis 5 ans

En début de saison des pluies les bonnes températures viennent plus tard – depuis 5 ans

Il y a moins de brouillard qu'avant durant la saison d'hivers – depuis 5 ans

Difficile de dire si le vent a changé en saison des pluies ou d'hivers ..

Il y a moins souvent du gel durant la saison froide – depuis 15 ans

Difficile de dire si c'est aussi le cas ou pas en saison des pluies ..

Il y a plus souvent de la grêle durant la saison des pluies – depuis 15 ans

Il semble aussi que les grêlons sont plus gros

Difficile de dire si c'est aussi le cas ou pas en saison froide

..

b) Les principales conséquences concrètes sur les cultures :

Le retard des pluies entraîne le retard des semis. Ce problème a été très accentué pendant la campagne 2018 (année la plus récente). Les semis sur les tanety sont retardés en moyenne de au moins 15 jours.

Il y a un manque d'eau pour les cultures et des attaques sévères des insectes terricoles comme vers blanc, vers gris. Difficulté de faire des cultures de contre-saison irriguées en hivers (en rizière) comme avant à cause du manque d'eau,

Avant les agriculteurs de la région Vakinakaratra pouvaient faire une ou deux cycles de riz en rizière mais maintenant ils ne peuvent faire qu'un seul cycle.

En fin de saison l'arrêt des pluies un peu plus tôt gêne les cultures, plus que la baisse des températures

Destruction des cultures

Les besoins en froid des fruits tempérés ne sont pas satisfaits

c) Les problèmes biotiques :

Les principaux problèmes d'insectes, maladies, mauvaises herbes qui ont vraiment augmenté en saison des pluies, surtout depuis 15 ans, sont : CLA, tuta absoluta, flétrissement bactérien, pucerons ...

Les principaux problèmes d'insectes, maladies, mauvaises

herbes qui ont vraiment augmenté en saison froide, surtout depuis 15 ans : Plutella, fangalabola (Deborea malgassa) pour les pommiers et les chenilles
Attaques sévères des insectes terricoles comme vers blanc, vers gris

CLA depuis 3 ans sur les maïs et même pomme de terre un peu : très grave sur maïs. Pour lutter il faut traiter avec produits chimiques et en même temps association de cultures : efficacité acceptable

Tuta absoluta depuis 5 ans sur les solanacées, surtout tomate, mais aussi pomme de terre : vraiment grave. Lutte : utilisation de purin et association de culture avec les liliacées, d'une efficacité acceptable

Plutella Xylostella ou la teigne fait encore des ravages, depuis toujours sur les Crucifère d'une intensité vraiment grave. Lutte : utilisation de purin et association de culture avec les liliacées d'une efficacité acceptable

d) Les pratiques agroécologiques :

Les pratiques qui sont efficaces et permettent une meilleure résilience :

Adoption modérée :

- Agroforesterie (arboriculture + maraichage + haie vive comme bocage) : efficace, permet résilience ; pas tellement difficile à mettre en œuvre ; adoption modérée

- Fertilisation organique : compost classique, compost 7 jours, compost liquide, lombricompost, engrais vert : efficace, permet résilience ; parfois difficile à mettre en œuvre car nécessite de la biomasse ; adoption modérée

- Association de culture en grande culture (Maïs + légumineuse) et association dans les légumes aussi : efficace, permet résilience ; pas difficile à mettre en œuvre si les gens sont informés des bonnes associations ; adoption modérée

- Auto production de semence, et apiculture : efficace, permet résilience ; pas tellement difficile ; adoption modérée

Adoption faible :

- Paillage : efficace, permet résilience ; parfois difficile à mettre en œuvre car nécessite de la biomasse ; adoption faible

- Culture en courbes de niveau : efficace, permet résilience ; mais implique beaucoup de travail au départ ; adoption faible

- Agriculture biologique : efficace, permet résilience ; mais

implique beaucoup de technicité et de temps ; adoption faible

- Utilisation des luttes biologique en utilisant les purins et association : efficace, permet résilience ; mais demande une main d'œuvre assez conséquente pour la préparation des purins et la réalisation des traitements qui doivent être plus fréquents que les traitements chimiques ; nécessite aussi une certaine biomasse ; adoption faible

Adoption très faible :

- Culture sur « butte auto fertile » : efficace, permet résilience ; mais demande beaucoup de travail au départ ; adoption très faible

- SCV : très efficace, permet résilience ; mais implique grande maîtrise technique pour gérer les mauvaises herbes (difficile) et pour le semis sous la couverture ; et il a aussi le problème de la divagation des animaux qui mangent les biomasses de couverture ; adoption très faible

Les pratiques qu'ils ont commencé à promouvoir :

- Pratique de SCV pour la grande culture pour pouvoir semer tôt (nous avons 1 ha en SCV contre 16 ares avant) car SCV améliore infiltration de l'eau : possibilité de faire semis même si la pluviométrie est encore insuffisante

- Expérimentation et diffusion des variétés à faible besoin en froids : mais il faut plus de collaboration sur le long terme avec les obtenteurs ou pépiniéristes étrangers

- Utilisation plus de compost ou autre engrais organique, paillages... : effets limités si quantités à mettre sont limitées

Les pratiques qu'ils souhaiteraient plus promouvoir :

- Pratique des techniques agroécologiques ou changement de date de semis en grandes cultures

- Diversification des variétés et faire de l'agroforesterie pour restaurer les fraîcheurs dans les vergers

- Aussi utilisation de toile anti-grêle pour les vergers, mais c'est coûteux

- Pratique des techniques agroécologiques (ombrages, association, paillages...) et plus d'engrais organiques sur les cultures

Les pratiques agroécologiques abandonnée et qu'ils ne recommanderaient pas

- Utilisation du tabac comme biopesticide : abandonné en 2016 car tue aussi les abeilles et d'autres insectes utiles

- Utilisation de kit goutte à goutte : abandonné en 2015 car trop coûteux et les tuyaux se bouchent régulièrement

Les problèmes que la recherche devraient résoudre en priorité

- Recherches pour une meilleure résilience face : irrégularité de pluie, manque d'eau ou sécheresse, manque de froids

- Collaborer avec les Organisations paysannes ou centre de

diffusion pour que les thèmes de recherche répondent bien aux réalités sur terrain

e) Les variétés cultivées et variétés à recommander

Maïs

- Les plus cultivées : Locale (meva) et Locale (tombotsoa), de la région Vakinankaratra altitude plus de 1500 m, mois de semis en novembre, raisons : qualité/marché et cycle adapté ainsi que la disponibilité des semences.

- Variétés qu'il faudrait recommander : variété libre mais pas des variétés hybrides. Raison : semence des variétés hybrides coûte cher et le produit ne couvre pas la dépense

Pomme de terre

- Variétés les plus cultivées : Maneva, Diamondra, Meva, Bandy akama peuvent être trouvés dans 8 régions de Madagascar (Vakinankaratra, Amoron'iMania, Haute Matsiatra, Ihorombe, Itasy, Analamanga, Alaotra, Bongolava). Maneva, Meva et Diamondra sont des variétés de bonne qualité et très demandées dans le marché. Bandy akama pour l'autoconsommation et marché.

- Variétés qu'il faudrait recommander : si cela existe des variétés bonnes pour le marché et qui résistent aux maladies, notamment Ralstonia et Mildiou

Tomate (autre solanacée)

- Les Variétés les plus cultivées sont : Raitra (résistant au mildiou), Kada et Roma (résistants au mildiou et faciles à transporter). Elles sont surtout cultivées dans 8 régions de Madagascar (Vakinankaratra, Haute Matsiatra, Ihorombe, Itasy, Analamanga, Alaotra et Bongolava

- Ces variétés sont de bonnes qualités et faciles à trouver et à vendre sur le marché, et elles résistent bien au mildiou

Haricot vert

- Variétés les plus cultivées : Locale à cause de la disponibilité des semences.

Soja

- Variétés les plus cultivées : Locale de la région Vakinankaratra, semés en novembre. Ce sont des variétés rustiques, très productives, cycle adapté et résistante. Nous avons cultivé des variétés améliorées CD206, Mutsuy, variétés indonésiennes, mais nous avons observé des maladies plutôt fongiques par contre sur la variété locale la maladie est moindre

- Variétés qu'il faudrait recommander : La variété locale utilisée par Ceffel : trouvée chez un producteur depuis plusieurs années et nous n'avons pas pu l'identifier cette variété

Oignon

- Variétés les plus cultivées : Red julio (rustique et résistante, adaptée en saison pluvieuse et de couleur rouge, la couleur rouge est très appréciée par le marché), Rouge de Betafo (rustique et très productive, couleur rouge), Rouge de Tana (rustique et très productive aussi, couleur rouge). Cultivés dans 8 régions de Madagascar (Vakinankaratra, Amoron'iMania, Haute Matsiatra, Ihorombe, Itasy, Anlamanga, Alaotra, Bongolava). Ces variétés sont toutes de bonne qualité et se vendent bien

Pomme fruit

Variétés les plus cultivées dans les hautes et moyennes altitudes :

- Anna s'adapte au changement climatique (faible besoin en froid) et aussi précoce

- Dorset s'adapte au changement climatique (faible besoin en froid) et très tardive (récolte jusqu'au mois de juillet)

- Granny smith s'adapte au changement climatique (faible besoin en froid) et aussi précoce

- Fuji très adapté dans notre condition

- Pomma mamy ou pomme sucrée variété locale

- Double red, golden, pour diversification de variété et variété ancienne

Variétés qu'il faudrait recommander :

Variétés avec période de récolte différente, résistantes aux tavelures, et attrayantes pour le marché. Il faut faire attention aux pommes d'Afrique du Sud qui débarquent de plus en plus sur le super marché

Riz pluvial

Les variétés les plus cultivées de Vakinankaratra : F180 et F181 (semées en novembre), Tsipolotra (semée en décembre). Elles sont cultivées à cause de la disponibilité des semences.

ANNEXE 3 : ANALYSES CLIMATIQUES

- Annexe 3-1 : valeurs moyennes mensuelles et annuelles des températures journalières maximales, minimales et moyennes
- Annexe 3-2 : évolutions de certaines « températures seuil »
- Annexe 3-3 : cumuls pluviométriques mensuels et annuels et nombres de jours de pluie
- Annexe 3-4 : cumuls pluviométriques sur différentes périodes et périodes de jours pluvieux successifs
- Annexe 3-5 : pauses pluviométriques
- Annexe 3-6 : analyse du début de saison des pluies

Annexe 3-1

Valeurs moyennes mensuelles et annuelles des températures journalières maximales, minimales et moyennes

Données de températures existantes - Andranomanelatra															
Available temperatures data - Andranomanelatra															
Nbr Temp	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nbr Temp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2004	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2005	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2006	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2007	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2008	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2009	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2011	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2012	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2013	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2014	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2015	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2016	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2017	31	28	31	30	31	30	17		1	31	30	31	291	212	79
2018	31	28	31	30	23	23	31	31	30	31	30	31	350	212	138
2019	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153

Températures moyennes - Andranomanelatra															
Mean Temperatures - Andranomanelatra															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmean (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	19,5	19,3	19,5	17,4	16,9	13,2	12,3	13,6	15,2	18,2	18,8	19,6	17,0	18,9	14,2
2004	20,0	19,1	18,8	17,4	14,6	12,7	13,3	14,5	16,5	18,5	18,1	19,6	16,9	18,8	14,3
2005	19,6	19,9	19,3	17,7	16,0	13,9	12,0	13,4	15,1	17,3	18,5	19,8	16,9	18,9	14,1
2006	19,5	19,6	19,7	18,2	15,9	14,5	13,4	13,7	15,6	17,9	19,2	19,5	17,2	19,1	14,6
2007	19,3	20,0	18,9	18,1	16,7	12,8	13,6	14,0	16,4	17,8	19,2	19,5	17,2	19,0	14,7
2008	19,4	18,9	18,5	17,5	14,7	12,8	12,5	14,2	16,5	18,1	19,6	19,9	16,9	18,8	14,1
2009	20,2	19,2	19,8	17,5	15,5	14,0	12,8	14,2	16,4	18,2	18,9	19,7	17,2	19,1	14,6
2010	19,9	19,8	20,1	18,8	17,1	14,5	12,6	13,9	15,7	19,1	19,3	20,1	17,6	19,6	14,8
2011	19,7	19,3	19,4	18,8	16,5	14,5	13,1	14,8	15,9	18,4	19,7	19,5	17,5	19,3	15,0
2012	19,2	19,8	18,8	18,4	16,0	14,5	13,2	14,6	16,2	19,2	19,2	19,5	17,4	19,2	14,9
2013	19,9	19,8	19,5	18,1	15,9	12,6	13,0	13,6	16,3	18,2	20,0	19,8	17,2	19,3	14,3
2014	20,0	19,9	19,2	17,5	15,6	14,3	13,4	14,4	16,0	19,4	20,0	20,0	17,5	19,4	14,7
2015	19,9	19,5	19,5	18,8	16,4	14,8	13,8	14,3	16,7	18,9	19,2	20,3	17,7	19,4	15,2
2016	20,2	20,3	20,8	18,9	14,6	13,4	12,8	14,8	15,6	18,5	19,5	20,0	17,5	19,7	14,2
2017	19,6	19,8	19,5	17,9	16,2	14,5	13,3	14,6	16,3	19,2	19,3	19,7	17,5	19,3	15,0
2018	19,3	19,7	19,0	17,7	15,9	14,2	12,8	14,8	16,3	17,2	19,5	19,8	17,2	18,9	14,8
2019	20,2	20,3	20,0	19,4	16,5	14,3	13,6	14,8	16,9	19,7	20,1	21,0	18,1	20,1	15,2
2003-2019	19,7	19,7	19,4	18,1	16,0	13,8	13,0	14,3	16,1	18,4	19,3	19,8	17,3	19,2	14,6
2003-2008	19,6	19,5	19,1	17,7	15,8	13,3	12,9	13,9	15,9	18,0	18,9	19,7	17,0	18,9	14,4
2014-2019	19,9	19,9	19,7	18,4	15,9	14,2	13,3	14,6	16,3	18,8	19,6	20,1	17,6	19,5	14,9
Variation	0,3	0,4	0,6	0,7	0,0	0,9	0,4	0,7	0,4	0,8	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5
Rel.Var.(%)	2%	2%	3%	4%	0%	7%	3%	5%	3%	5%	4%	2%	3%	3%	4%
Slope	0,02	0,04	0,04	0,06	0,00	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,04
R2	0,07	0,28	0,10	0,27	0,00	0,20	0,16	0,46	0,23	0,19	0,48	0,31	0,55	0,45	0,38

Moyennes des températures minimum - Andranomanelatra															
Averages of Minimum Temperatures - Andranomanelatra															
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmin (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	15,3	14,1	14,4	10,3	10,8	5,9	5,6	5,6	7,8	9,1	12,2	14,0	10,4	12,8	7,1
2004	14,9	14,1	13,9	11,4	8,3	6,2	6,6	6,8	9,8	12,2	11,8	14,4	10,8	13,2	7,5
2005	14,3	13,9	13,3	10,7	10,0	7,4	4,7	5,9	7,6	8,9	10,9	14,5	10,2	12,3	7,1
2006	13,9	14,0	13,3	11,7	8,4	7,8	7,6	6,4	7,2	9,8	12,0	14,1	10,5	12,7	7,5
2007	15,2	15,1	12,6	12,1	10,5	5,5	7,1	5,9	8,7	9,7	12,6	13,0	10,7	12,9	7,5
2008	14,1	14,5	12,8	10,9	8,5	6,0	6,0	5,9	7,8	9,7	13,5	13,2	10,2	12,7	6,8
2009	14,6	13,1	13,9	12,2	8,4	6,9	6,5	7,9	8,6	11,2	12,0	13,5	10,7	12,9	7,6
2010	14,6	13,8	14,7	11,8	10,3	8,1	5,6	6,7	5,2	10,5	11,9	13,6	10,6	13,0	7,2
2011	14,1	14,1	13,5	12,1	9,6	7,0	5,2	7,5	7,6	10,6	12,7	13,0	10,6	12,9	7,4
2012	14,5	13,9	12,7	12,4	9,6	7,9	5,5	6,6	7,7	10,7	12,9	13,8	10,7	13,0	7,5
2013	14,0	15,0	13,5	11,2	8,8	4,2	4,8	5,3	7,0	11,4	13,0	13,7	10,2	13,1	6,0
2014	15,0	14,4	12,8	10,9	8,5	6,7	7,0	6,2	6,8	10,3	12,8	13,6	10,4	12,8	7,1
2015	15,2	15,1	13,5	11,4	9,3	8,0	6,0	6,4	8,5	10,7	11,8	14,3	10,8	13,1	7,6
2016	14,3	14,7	15,3	12,2	8,6	7,2	5,9	7,1	6,5	9,6	12,4	13,5	10,6	13,2	7,0
2017	13,4	14,1	14,0	12,1	9,4	7,9	6,2	6,4	7,6	11,4	12,7	14,3	10,8	13,1	7,5
2018	14,2	14,1	13,3	11,6	9,2	7,6	6,2	6,3	7,2	9,0	13,0	13,7	10,4	12,7	7,3
2019	15,5	14,5	14,2	12,9	10,0	8,3	6,1	6,2	8,9	12,1	13,1	14,1	11,3	13,7	7,9
2003-2019	14,5	14,3	13,6	11,6	9,3	7,0	6,0	6,4	7,7	10,4	12,4	13,8	10,6	13,0	7,3
2003-2008	14,6	14,3	13,4	11,2	9,4	6,5	6,3	6,1	8,1	9,9	12,1	13,9	10,5	12,8	7,3
2014-2019	14,6	14,5	13,9	11,8	9,2	7,6	6,2	6,4	7,6	10,5	12,6	13,9	10,7	13,1	7,4
Variation	0,0	0,2	0,5	0,6	-0,3	1,2	0,0	0,4	-0,6	0,6	0,5	0,1	0,3	0,4	0,1
Rel.Var.(%)	0%	2%	4%	6%	-3%	18%	0%	6%	-7%	6%	4%	0%	3%	3%	2%
Slope	-0,01	0,03	0,02	0,07	-0,02	0,09	-0,01	0,01	-0,04	0,05	0,06	0,00	0,02	0,03	0,01
R2	0,01	0,09	0,02	0,26	0,01	0,16	0,00	0,01	0,04	0,07	0,26	0,00	0,14	0,27	0,01

Moyennes des températures maximum - Andranomanelatra															
Averages of Maximum Temperatures - Andranomanelatra															
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmax (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	23,8	24,5	24,5	24,5	23,0	20,4	19,0	21,5	22,7	27,2	25,5	25,2	23,5	25,0	21,3
2004	25,0	24,2	23,7	23,4	20,9	19,2	20,0	22,3	23,2	24,8	24,5	24,8	23,0	24,3	21,1
2005	25,0	26,0	25,3	24,8	22,1	20,5	19,3	20,8	22,6	25,7	26,1	25,2	23,6	25,4	21,1
2006	25,1	25,2	26,1	24,7	23,4	21,2	19,2	21,1	23,9	25,9	26,4	24,8	23,9	25,5	21,8
2007	23,5	24,9	25,2	24,1	22,9	20,0	20,1	22,2	24,1	26,0	25,8	26,0	23,7	25,1	21,9
2008	24,6	23,4	24,1	24,1	21,0	19,5	19,0	22,5	25,2	26,5	25,7	26,7	23,5	25,0	21,4
2009	25,7	25,3	25,7	22,9	22,7	21,2	19,1	20,5	24,2	25,2	25,7	26,0	23,7	25,2	21,5
2010	25,1	25,8	25,5	25,8	24,0	20,8	19,7	21,1	26,2	27,7	26,7	26,6	24,6	26,2	22,4
2011	25,4	24,5	25,4	25,5	23,4	22,0	21,0	22,0	24,2	26,2	26,8	26,0	24,4	25,7	22,5
2012	23,9	25,7	24,8	24,4	22,5	21,2	20,8	22,6	24,8	27,8	25,6	25,2	24,1	25,3	22,4
2013	25,7	24,7	25,5	25,0	23,1	21,0	21,2	22,0	25,6	24,9	26,9	25,9	24,3	25,5	22,6
2014	25,0	25,3	25,6	24,2	22,7	21,9	19,8	22,5	25,2	28,5	27,1	26,4	24,5	26,0	22,4
2015	24,6	23,9	25,4	26,3	23,6	21,5	21,5	22,2	24,9	27,1	26,5	26,2	24,5	25,8	22,8
2016	26,1	25,9	26,4	25,7	20,6	19,7	19,7	22,5	24,8	27,3	26,6	26,4	24,3	26,3	21,5
2017	25,9	25,5	25,0	23,7	23,0	21,0	20,3	22,8	25,0	26,9	25,9	25,0	24,2	25,4	22,4
2018	24,3	25,3	24,7	23,9	22,6	20,9	19,4	23,3	25,4	25,4	26,0	25,8	23,9	25,1	22,3
2019	24,9	26,1	25,8	25,9	22,9	20,3	21,1	23,5	24,8	27,2	27,1	27,8	24,8	26,4	22,5
2003-2019	24,9	25,1	25,2	24,6	22,6	20,7	20,0	22,1	24,5	26,5	26,2	25,9	24,0	25,5	22,0
2003-2008	24,5	24,7	24,8	24,3	22,2	20,1	19,4	21,7	23,6	26,0	25,7	25,5	23,5	25,1	21,4
2014-2019	25,1	25,3	25,5	24,9	22,6	20,9	20,3	22,8	25,0	27,1	26,5	26,3	24,4	25,8	22,3
Variation	0,6	0,6	0,6	0,7	0,3	0,7	0,9	1,1	1,4	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
Rel.Var.(%)	3%	3%	3%	3%	2%	4%	4%	5%	6%	4%	3%	3%	3%	3%	4%
Slope	0,05	0,05	0,05	0,06	0,02	0,05	0,08	0,11	0,14	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,08
R2	0,10	0,12	0,14	0,10	0,01	0,09	0,26	0,48	0,48	0,10	0,32	0,28	0,55	0,35	0,51

Températures moyennes - Antsirabe															
Mean Temperatures - Antsirabe															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmean (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	19,8	20,1	19,3	19,0	16,4	13,2	13,6	13,3	14,3	18,0	19,4	19,6	17,2	19,3	14,2
1962	20,1	20,0	19,1	17,3	13,8	11,9	11,8	13,4	14,9	16,7	19,3	19,5	16,5	18,9	13,2
1963	19,1	19,5	18,9	17,9	14,2	12,8	12,7	11,5	14,3	17,8	17,5	19,3	16,3	18,6	13,1
1964	19,3	20,1	19,1	17,2	14,3	12,8	12,2	12,6	14,0	16,0	18,1	17,9	16,1	18,2	13,2
1965	18,6	18,9	17,5	17,5	13,4	10,6	12,0	12,5	14,3	16,6	17,6	18,9	15,7	17,9	12,6
1966	19,3	19,5	17,5	17,3	15,0	13,1	11,9	12,8	16,1	16,0	18,0	19,2	16,3	18,1	13,8
1967	19,5	19,4	19,7	17,6	15,8	11,9	13,4	12,9	14,9	17,2	17,8	19,0	16,6	18,6	13,8
1968	19,5	19,6	18,5	16,1	14,1	11,4	12,1	13,1	14,5	17,9	18,1	18,6	16,1	18,3	13,1
1969	19,6	19,6	19,1	18,7	15,2	12,3	13,2	12,7	14,6	18,1	19,0	19,4	16,8	19,1	13,6
1970	19,5	19,8	18,8	17,2	14,7	12,8	12,9	13,2	14,4	17,7	18,6	18,6	16,5	18,6	13,6
1971	18,5	19,3	18,4	17,0	14,4	12,1	12,4	12,2	14,7	16,4	18,0	19,2	16,0	18,1	13,1
1972	19,1	18,9	17,7	17,0	15,6	11,4	13,3	13,5	15,0	17,5	18,6	19,3	16,4	18,3	13,7
1973	19,4	19,4	19,1	17,4	14,8	13,6	12,7	12,9	15,6	17,9	18,6	18,6	16,7	18,6	13,9
1974	18,6	18,6	18,0	17,6	15,6	13,0	12,5	13,3	14,6	16,6	18,6	18,9	16,3	18,1	13,8
1975	19,3	18,6	18,5	17,9	14,3	13,3	12,7	12,5	14,3	16,6	18,1	19,3	16,3	18,3	13,4
1995	19,8	20,4	19,9	18,8	16,8	13,5	12,7	14,7	16,5	18,8	19,2	19,8	17,6	19,5	14,9
1996	19,9	19,8	20,0	18,8	16,7	13,7	13,7	14,4	16,3	17,9	20,2	20,0	17,6	19,5	15,0
1997	20,2	20,3	19,6	18,8	15,8	13,8	13,4	13,8	16,5	18,2	19,7	20,3	17,5	19,6	14,6
1998	21,1	21,6	20,8	19,3	16,0	14,7	13,5	15,0	16,1	18,4	19,7	19,7	18,0	20,1	15,0
1999	19,8	20,6	19,8	17,6	16,2	13,1	13,7	14,5	17,1	17,9	18,5	19,9	17,4	19,2	14,9
2000	19,9	19,5	19,4	18,8	16,4	14,6	13,7	14,7	15,7	17,4	17,2	17,4	17,1	18,5	15,0
2001	20,3	20,8	19,8	18,6	16,4	13,9	13,7	15,1	17,2	18,4	19,7	20,3	17,9	19,7	15,3
2002	20,4	20,4	20,0	18,4	16,9	13,9	14,7	14,3	16,3	18,5	20,2	20,1	17,8	19,7	15,2
2003	20,4	20,3	20,4	18,2	17,8	14,1	13,2	14,3	16,2	19,1	19,8	20,5	17,9	19,8	15,1
2004	20,9	20,0	19,8	18,6	15,3	13,8	14,4	15,6	17,5	19,4	19,0	20,4	17,9	19,7	15,3
2005	20,7	20,8	20,1	18,2	16,6	14,8	12,8	15,0	16,9	19,1	19,8	20,7	18,0	19,9	15,2
2006	20,5	20,4	20,6	19,1	16,3	16,0	14,7	15,1	16,5	18,9	20,3	20,4	18,2	20,0	15,7
2007	20,0	21,0	19,8	19,2	17,6	13,3	14,6	15,0	17,3	18,8	20,4	20,8	18,2	20,0	15,6
2008	20,5	20,4	19,8	18,7	15,6	14,6	13,4	15,1	17,1	18,8	20,1	20,5	17,9	19,8	15,1
2009	20,8	19,8	20,2	18,3	16,3	14,6	13,6	15,0	16,7	18,6	19,1	20,4	17,8	19,6	15,2
2010	20,2	20,3	20,6	18,5	16,9	14,6	13,1	14,3	15,5	18,8	19,1	20,1	17,7	19,7	14,9
1961-1967	19,4	19,6	18,7	17,7	14,7	12,3	12,5	12,7	14,7	16,9	18,2	19,1	16,4	18,5	13,4
1968-1975	19,2	19,2	18,5	17,4	14,8	12,5	12,7	12,9	14,7	17,3	18,5	19,0	16,4	18,4	13,5
1995-2002	20,2	20,5	19,9	18,6	16,4	13,9	13,7	14,6	16,5	18,2	19,3	19,7	17,6	19,5	15,0
2003-2010	20,5	20,4	20,1	18,6	16,6	14,5	13,7	14,9	16,7	18,9	19,7	20,4	17,9	19,8	15,3
1961-1975	19,3	19,4	18,6	17,5	14,8	12,4	12,6	12,8	14,7	17,1	18,3	19,0	16,4	18,5	13,5
1995-2010	20,3	20,4	20,0	18,6	16,5	14,2	13,7	14,7	16,6	18,6	19,5	20,1	17,8	19,6	15,1
Variation	1,1	1,0	1,4	1,1	1,7	1,8	1,1	1,9	1,9	1,4	1,2	1,0	1,4	1,2	1,7
Rel.Var.(%)	5%	5%	8%	6%	12%	14%	8%	15%	13%	8%	6%	6%	8%	6%	12%
Slope	0,03	0,02	0,04	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05
R2	0,57	0,40	0,59	0,44	0,57	0,62	0,47	0,80	0,74	0,58	0,41	0,44	0,81	0,67	0,86

Moyennes des températures minimum - Antsirabe															
Averages of Minimum Temperatures - Antsirabe															
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmin (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	14,19	13,21	13,14	12,35	9,013	4,887	6,9	6,21	5,92	8,729	11,85	14,49	10,1	12,6	6,6
1962	13,64	14,15	13,27	10,62	6,981	2,652	2,534	5,437	5,213	8,848	12,48	12,84	9,1	12,3	4,6
1963	13,38	13,72	13,01	11,5	7,303	5,36	5,468	1,941	4,427	8,447	11,14	13,39	9,1	12,1	4,9
1964	12,85	14	13,24	10,22	6,635	5,143	5,293	4,029	5,08	6,935	10,67	11,85	8,8	11,4	5,2
1965	13,63	12,72	12,35	10,7	5,594	1,617	4,774	3,9	6,466	9,635	10,81	13,35	8,8	11,9	4,5
1966	12,4	13,72	11,02	10,42	7,306	6,417	4,317	4,4	8,18	7,419	10,52	12,7	9,1	11,2	6,1
1967	13,82	12,92	14,7	10,68	8,833	4,0	6,197	5,2	6,2	8,7	10,94	13,1	9,6	12,1	6,1
1968	13,7	13,8	13,04	9,336	6,668	3,47	5,106	4,685	5,127	8,9	10,74	12,91	9,0	11,8	5,0
1969	13,91	14,24	12,89	12,6	8,177	4,6	5,774	5,765	5,193	8,968	11,41	13,64	9,8	12,5	5,9
1970	14,55	14,43	13	10,99	7,535	5,483	5,248	5,281	4,013	8,91	11,73	12,4	9,5	12,3	5,5
1971	13,55	13,85	12,33	10,26	6,819	4,233	5,223	3,897	5,907	8,61	10,77	13,12	9,0	11,8	5,2
1972	13,31	14,21	12,65	10,84	9,29	3,67	7,152	6,148	6,547	10,42	12,37	13,4	10,0	12,5	6,6
1973	15	14,78	13,91	12,08	7,397	7,743	5,277	6,345	7,233	9,197	12,73	13,42	10,4	13,0	6,8
1974	13,09	13,88	12,89	12,48	9,142	7,013	5,335	5,816	6,283	8,816	11,92	13,86	10,0	12,4	6,7
1975	13,95	13,66	13,54	11,93	6,871	6,547	5,129	5,294	6,29	8,297	11,85	13,8	9,8	12,4	6,0
1995	14,85	15,29	13,83	12,85	11,25	5,92	4,806	6,565	7,84	8,806	12,0	13,99	10,7	13,1	7,3
1996	14,79	14,65	14,72	12,08	9,754	5,546	5,667	4,837	5,797	7,607	11,39	14,1	10,1	12,8	6,3
1997		14,66	12,81	12,42	8,871	5,4	5,5	4,829	7,7	8,6	12,82	13,99	9,8	12,5	6,5
1998	15,25	17	14,28	12,67	8,135	6,513	4,739	6,636	8,11	9,035	11,28	14,13	10,6	13,4	6,8
1999	14,17	14,48	13,7	10,77	8,339	3,673	6,755	5,454	9,033	8,869	10,96	12,97	9,9	12,3	6,7
2000	14,36	13,86	13,16	10,86	8,571	6,667	6,845	6,373	5,34	7,732	9,773	9,7	9,4	11,3	6,8
2001	15,6	14,88	13,53	11,68	8,752	5,6	5,929	6,332	7,68	10,01	11,5	13,8	10,4	13,0	6,9
2002	13,96	15,41	14,17	11,66	10,52	6,817	6,774	5,894	7,453	10,12	13,31	14,5	10,9	13,3	7,5
2003	15,69	14,6	14,93	10,64	10,96	5,423	5,145	5,042	7,65	9,016	12,45	14,4	10,5	13,1	6,8
2004	15,56	14,89	14,4	11,86	8,006	6,387	6,639	6,361	9,977	12,61	12,32	14,7	11,1	13,8	7,5
2005	15,13	14,91	14,29	11,21	9,916	7,403	4,355	6,0	8,3	10,3	11,73	15,23	10,7	13,3	7,2
2006	14,56	14,56	13,86	12,32	8,671	8,613	7,784	7,194	7,38	9,906	12,49	14,7	11,0	13,2	7,9
2007	15,87	16,54	13,4	12,35	10,81	5,24	6,652	5,6	8,177	9,703	13,26	14,16	11,0	13,6	7,3
2008	14,89	15,57	13,53	11,82	8,613	7,2	5,606	6,28	8,147	10,6	14,37	14,1	10,9	13,6	7,2
2009	15,62	14,16	14,91	13,21	9,506	6,953	6,739	9,116	9,633	11,9	12,97	15,15	11,7	14,0	8,4
2010	16,05	15,23	16,07	11,78	10,39	8,167	6	7,713	4,883	10,85	12,22	14,45	11,2	13,8	7,4
1961-1967	13,4	13,5	13,0	10,9	7,4	4,3	5,1	4,4	5,9	8,4	11,2	13,1	9,2	11,9	5,4
1968-1975	13,9	14,1	13,0	11,3	7,7	5,3	5,5	5,4	5,8	9,0	11,7	13,3	9,7	12,3	6,0
1995-2002	14,7	15,0	13,8	11,9	9,3	5,8	5,9	5,9	7,4	8,8	11,6	13,4	10,2	12,7	6,8
2003-2010	15,4	15,1	14,4	11,9	9,6	6,9	6,1	6,7	8,0	10,6	12,7	14,6	11,0	13,5	7,5
1961-1975	13,7	13,8	13,0	11,1	7,6	4,9	5,3	5,0	5,9	8,7	11,5	13,2	9,5	12,1	5,7
1995-2010	15,1	15,0	14,1	11,9	9,4	6,4	6,0	6,3	7,7	9,7	12,2	14,0	10,6	13,1	7,1
Variation	1,4	1,2	1,1	0,8	1,9	1,5	0,7	1,3	1,8	1,0	0,7	0,8	1,2	1,0	1,4
Rel.Var.(%)	10%	9%	8%	7%	25%	31%	13%	26%	31%	11%	6%	6%	12%	8%	25%
Slope	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
R2	0,62	0,46	0,37	0,18	0,44	0,32	0,15	0,36	0,38	0,28	0,21	0,18	0,67	0,54	0,66

Moyennes des températures maximum - Antsirabe																	
Averages of Maximum Temperatures - Antsirabe																	
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.		
Tmax (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.		
1961	25,5	27,07	25,44	25,58	23,82	21,55	20,26	20,41	22,76	27,35	26,86	24,72	24,3	26,1	21,8		
1962	26,61	25,76	25,02	24,01	20,7	21,14	21,11	21,39	24,61	24,59	26,12	26,11	23,9	25,5	21,8		
1963	24,85	25,28	24,8	24,34	21,04	20,19	19,93	21,05	24,27	27,24	23,9	25,27	23,5	25,1	21,3		
1964	25,69	26,25	25,05	24,25	22	20,46	19,01	21,17	22,98	24,99	25,44	23,89	23,4	25,1	21,1		
1965	23,5	25,06	22,58	24,3	21,16	19,58	19,26	21,0	22,14	23,53	24,37	24,38	22,6	24,0	20,6		
1966	26,1	25,24	23,96	24,22	22,64	19,84	19,5	21,3	24,06	24,62	25,48	25,77	23,6	25,1	21,5		
1967	25,23	25,88	24,63	24,49	22,83	19,7	20,69	20,6	23,5	25,6	24,63	24,9	23,6	25,0	21,5		
1968	25,3	25,3	23,92	22,87	21,63	19,39	19,08	21,48	23,89	26,9	25,5	24,25	23,3	24,8	21,1		
1969	25,3	24,88	25,3	24,74	22,19	20,06	20,56	19,63	24,07	27,28	26,63	25,18	23,8	25,6	21,3		
1970	24,4	25,14	24,52	23,42	21,89	20,13	20,63	21,12	24,87	26,44	25,42	24,75	23,6	24,9	21,7		
1971	23,47	24,79	24,49	23,75	21,91	19,88	19,68	20,52	23,41	24,23	25,31	25,21	23,1	24,5	21,1		
1972	24,82	23,61	22,76	23,24	21,89	19,03	19,42	20,84	23,38	24,57	24,82	25,16	22,8	24,1	20,9		
1973	23,75	23,93	24,36	22,63	22,25	19,4	20,05	19,55	24,03	26,51	24,41	23,75	22,9	24,2	21,1		
1974	24,19	23,29	23,08	22,76	22,01	19,08	19,62	20,87	22,88	24,4	25,24	23,95	22,6	23,8	20,9		
1975	24,74	23,51	23,49	23,91	21,81	20,09	20,19	19,75	22,35	24,93	24,42	24,8	22,8	24,3	20,8		
1995	24,82	25,6	25,89	24,76	22,3	21,17	20,65	22,76	25,26	28,77	26,3	25,54	24,5	26,0	22,4		
1996	25,06	25,01	25,36	25,59	23,73	21,77	21,78	24,05	26,81	28,24	29,1	25,9	25,2	26,3	23,6		
1997		25,9	26,37	25,2	22,71	22,1	21,3	22,69	25,3	27,9	26,59	26,64	24,8	26,4	22,8		
1998	27,03	26,28	27,29	25,86	23,82	22,79	22,21	23,36	24,04	27,72	28,18	25,22	25,3	26,8	23,2		
1999	25,34	26,79	25,91	24,5	24,01	22,51	20,71	23,45	25,21	26,75	26,05	26,76	24,8	26,0	23,2		
2000	25,52	25,22	25,73	26,84	24,27	22,49	20,63	23,15	26,06	27,03	24,67	25,15	24,7	25,7	23,3		
2001	24,95	26,77	26,1	25,42	24,02	22,2	21,53	23,91	26,65	26,75	27,99	26,78	25,3	26,4	23,7		
2002	26,8	25,46	25,87	25,19	23,22	20,9	22,67	22,78	25,21	26,82	27,08	25,73	24,8	26,1	23,0		
2003	25,07	26	25,77	25,73	24,69	22,87	21,28	23,51	24,8	29,25	27,13	26,54	25,2	26,5	23,4		
2004	26,25	25,11	25,16	25,31	22,59	21,25	22,11	24,87	24,97	26,09	25,69	26,1	24,6	25,7	23,2		
2005	26,2	26,68	25,79	25,21	23,37	22,05	21,32	23,9	25,4	27,8	27,92	26,08	25,1	26,5	23,2		
2006	26,44	26,33	27,25	25,86	24	23,38	21,62	23,04	25,65	27,87	28,14	26,02	25,5	26,8	23,5		
2007	24,04	25,44	26,3	26,13	24,35	21,4	22,64	24,37	26,36	27,95	27,43	27,41	25,3	26,4	23,8		
2008	26,1	25,22	26,06	25,56	22,63	22,0	21,1	23,95	25,97	27,0	25,85	26,92	24,9	26,1	23,1		
2009	26,01	25,36	25,4	23,45	23,16	22,16	20,42	20,82	23,85	25,34	25,19	25,55	23,9	25,2	22,1		
2010	24,39	25,41	25,12	25,24	23,41	21,13	20,25	21,42	26,2	26,73	25,93	25,65	24,2	25,5	22,5		
1961-1967	25,4	25,8	24,5	24,5	22,0	20,4	20,0	21,0	23,5	25,4	25,3	25,0	23,5	25,1	21,4		
1968-1975	24,5	24,3	24,0	23,4	21,9	19,6	19,9	20,5	23,6	25,7	25,2	24,6	23,1	24,5	21,1		
1995-2002	25,6	25,9	26,1	25,4	23,5	22,0	21,4	23,3	25,6	27,5	27,0	26,0	24,9	26,2	23,2		
2003-2010	25,6	25,7	25,9	25,3	23,5	22,0	21,3	23,2	25,4	27,2	26,7	26,3	24,8	26,1	23,1		
1961-1975	24,9	25,0	24,2	23,9	22,0	20,0	19,9	20,7	23,5	25,5	25,2	24,8	23,3	24,8	21,2		
1995-2010	25,6	25,8	26,0	25,4	23,5	22,0	21,4	23,3	25,5	27,4	26,8	26,1	24,9	26,2	23,1		
Variation	0,7	0,8	1,7	1,5	1,5	2,0	1,5	2,5	1,9	1,8	1,6	1,3	1,6	1,4	1,9		
Rel.Var.(%)	3%	3%	7%	6%	7%	10%	7%	12%	8%	7%	6%	5%	7%	5%	9%		
Slope	0,02	0,01	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05		
R2	0,09	0,08	0,45	0,37	0,51	0,57	0,48	0,58	0,54	0,31	0,28	0,46	0,61	0,45	0,74		

Données de températures existantes - Ivory															
Available temperatures data - Ivory															
Nbr Temp	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nbr Temp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005						14	31	31	30	31	30	31	198	92	106
2006	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2007	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2008	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2009	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2011	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2012	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2013	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2014	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2015	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2016	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2017	31	28	31	30	31	30	10			28	30	31	280	209	71
2018	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2019	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153

Températures moyennes - Ivory															
Mean Temperatures - Ivory															
Tmean (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmean (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005							18,6	20,0	21,9	24,0	25,0	24,5	22,3	24,5	20,2
2006	24,9	24,6	25,2	23,8	21,3	20,6	19,7	20,3	22,4	24,5	25,4	25,0	23,1	24,7	20,8
2007	23,7	24,2	24,6	24,1	22,2	19,2	20,3	20,8	22,8	24,2	24,8	24,5	23,0	24,3	21,1
2008	24,5	23,7	24,1	22,7	20,8	18,8	19,2	20,5	22,8	24,8	24,8	24,9	22,6	24,2	20,4
2009	24,2	24,4	24,2	22,9	21,4	20,4	19,4	20,5	22,8	24,3	24,6	25,0	22,9	24,2	20,9
2010	24,2	24,4	24,7	25,1	23,0	21,1	19,6	20,5	22,5	25,1	25,1	24,7	23,3	24,8	21,3
2011	24,2	23,7	24,0	23,9	22,2	20,4	18,9	20,6	22,4	24,2	26,0	25,1	23,0	24,4	20,9
2012	23,9	24,6	24,0	23,5	21,8	20,0	19,5	20,7	22,6	24,5	24,5	24,7	22,9	24,3	20,9
2013	25,0	24,2	24,7	24,0	21,6	19,2	19,1	20,3	22,9	24,3	25,5	25,2	23,0	24,7	20,6
2014	23,7	24,0	24,7	23,7	21,4	20,6	19,9	20,9	22,6	24,6	25,6	25,5	23,1	24,5	21,1
2015	24,1	23,5	24,0	24,5	22,5	20,2	20,5	21,1	22,9	24,2	25,1	24,9	23,1	24,3	21,5
2016	24,9	24,5	24,0	23,9	21,3	20,1	19,4	20,3	22,3	24,1	24,7	25,0	22,9	24,4	20,7
2017	25,1	25,0	24,8	23,5	22,6	21,1	19,9	21,2	22,9	25,3	25,1	25,1	23,5	24,9	21,6
2018	24,1	24,6	24,7	23,5	22,5	20,7	20,0	21,7	23,3	23,3	25,4	25,5	23,3	24,4	21,7
2019	25,1	25,3	25,0	25,1	22,4	21,0	19,9	21,8	23,5	25,8	25,9	26,6	24,0	25,5	21,7
2005-2019	24,4	24,3	24,5	23,9	21,9	20,2	19,6	20,7	22,7	24,5	25,2	25,1	23,1	24,6	21,0
2005-2010	24,3	24,3	24,5	23,7	21,7	20,0	19,5	20,4	22,5	24,5	25,0	24,7	22,9	24,5	20,8
2015-2019	24,7	24,6	24,5	24,1	22,3	20,6	20,0	21,2	23,0	24,5	25,2	25,4	23,3	24,7	21,4
Variation	0,4	0,3	0,0	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,0	0,3	0,7	0,5	0,3	0,6
Rel.Var.(%)	1%	1%	0%	2%	2%	3%	3%	4%	2%	0%	1%	3%	2%	1%	3%
Slope	0,04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,08	0,05	0,09	0,06	0,02	0,03	0,08	0,06	0,03	0,07
R2	0,09	0,18	0,01	0,09	0,16	0,22	0,20	0,56	0,42	0,03	0,11	0,52	0,49	0,19	0,49

Moyennes des températures minimum - Ivory																
Averages of Minimum Temperatures - Ivory																
Tmin (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Tmin (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2005							10,8	11,7	13,5	16,0	18,0	18,0	14,7	17,3	12,0	
2006	18,8	18,5	18,4	16,9	14,0	13,0	12,5	12,1	13,7	15,9	17,6	18,8	15,9	17,9	13,1	
2007	19,2	18,9	17,7	17,1	15,0	11,4	12,4	12,0	14,2	15,7	17,6	18,2	15,8	17,8	13,0	
2008	18,5	18,2	17,4	15,4	13,5	11,6	11,9	12,6	15,0	16,7	18,3	18,5	15,6	17,6	12,9	
2009	18,3	18,6	18,2	17,0	14,6	13,3	12,7	13,8	15,2	17,2	17,8	18,5	16,3	17,9	13,9	
2010	19,0	18,9	19,3	18,1	16,2	14,2	12,5	13,2	14,0	17,4	18,2	18,8	16,7	18,5	14,0	
2011	19,0	18,2	17,9	17,7	15,8	13,1	11,7	13,4	14,7	16,8	19,0	18,9	16,4	18,2	13,8	
2012	19,2	19,3	18,1	17,6	14,5	12,8	12,2	12,7	14,4	16,5	18,0	18,6	16,2	18,2	13,3	
2013	19,3	19,2	18,4	16,9	14,5	11,6	11,5	12,4	14,6	17,1	18,6	18,8	16,1	18,3	12,9	
2014	18,2	18,3	18,7	17,1	14,3	13,1	13,1	13,5	14,6	16,5	18,4	18,7	16,2	18,0	13,7	
2015	19,3	19,1	18,6	17,7	15,7	13,2	12,8	13,1	15,0	15,7	17,6	18,2	16,3	18,0	14,0	
2016	18,9	19,0	18,0	17,2	14,7	13,3	12,3	12,1	13,8	16,1	17,3	18,6	15,9	17,9	13,2	
2017	19,1	19,1	19,0	17,3	15,5	14,1	12,6	13,0	14,7	17,5	18,2	19,1	16,6	18,5	14,0	
2018	18,6	18,9	18,4	16,8	15,3	13,2	13,1	13,0	14,5	15,3	17,9	18,9	16,1	17,8	13,8	
2019	19,3	19,4	19,0	18,2	15,6	14,2	11,9	13,5	15,6	17,9	18,8	19,8	16,9	18,9	14,2	
2005-2019	18,9	18,8	18,4	17,2	14,9	13,0	12,3	12,8	14,5	16,5	18,1	18,7	16,1	18,1	13,5	
2005-2010	18,8	18,6	18,2	16,9	14,7	12,7	12,1	12,6	14,3	16,5	17,9	18,5	15,8	17,8	13,2	
2015-2019	19,0	19,1	18,6	17,4	15,3	13,6	12,6	12,9	14,7	16,5	18,0	18,9	16,4	18,2	13,8	
Variation	0,3	0,5	0,4	0,5	0,7	0,9	0,4	0,4	0,5	0,0	0,0	0,5	0,6	0,4	0,7	
Rel.Var.(%)	1%	3%	2%	3%	5%	7%	3%	3%	3%	0%	0%	2%	4%	2%	5%	
Slope	0,02	0,05	0,06	0,06	0,08	0,11	0,05	0,06	0,07	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05	0,09	
R2	0,04	0,28	0,22	0,14	0,18	0,26	0,16	0,20	0,26	0,04	0,04	0,40	0,44	0,35	0,43	

Moyennes des températures maximum - Ivory																
Averages of Maximum Temperatures - Ivory																
Tmax (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Tmax (°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2005							26,4	28,4	30,3	32,0	32,0	31,0	30,0	31,7	28,3	
2006	30,9	30,6	31,9	30,7	28,7	28,1	26,8	28,4	31,1	33,0	33,2	31,1	30,4	31,6	28,6	
2007	28,2	29,5	31,4	31,1	29,4	27,1	28,2	29,6	31,5	32,7	32,0	30,7	30,1	30,8	29,2	
2008	30,4	29,2	31,1	30,1	28,1	25,9	26,4	28,3	30,7	32,9	31,2	31,2	29,6	30,9	27,9	
2009	30,2	30,2	30,2	28,7	28,2	27,4	26,2	27,3	30,5	31,5	31,5	31,5	29,4	30,5	27,9	
2010	29,5	29,9	30,0	32,1	29,8	27,9	26,7	27,7	31,1	32,8	32,0	30,7	30,0	31,0	28,6	
2011	29,4	29,2	30,0	30,2	28,6	27,7	26,1	27,7	30,1	31,6	33,0	31,3	29,6	30,7	28,1	
2012	28,6	30,0	29,9	29,4	29,1	27,2	26,8	28,8	30,8	32,6	31,0	30,9	29,6	30,3	28,6	
2013	30,8	29,2	31,0	31,0	28,6	26,9	26,7	28,2	31,2	31,6	32,4	31,6	29,9	31,1	28,3	
2014	29,1	29,8	30,8	30,4	28,6	28,0	26,7	28,3	30,7	32,7	32,8	32,2	30,0	31,1	28,4	
2015	28,8	27,9	29,5	31,3	29,4	27,1	28,2	29,1	30,8	32,8	32,7	31,6	29,9	30,7	28,9	
2016	31,0	30,0	30,0	30,7	27,9	27,0	26,6	28,5	30,8	32,1	32,0	31,5	29,8	31,0	28,1	
2017	31,2	30,9	30,7	29,7	29,8	28,2	27,3	29,3	31,2	33,0	32,0	31,2	30,4	31,2	29,1	
2018	29,6	30,4	30,9	30,3	29,8	28,3	27,0	30,3	32,2	31,3	32,9	32,1	30,4	31,1	29,5	
2019	30,9	31,1	31,0	31,9	29,3	27,7	27,9	30,2	31,4	33,7	33,0	33,5	31,0	32,2	29,3	
2005-2019	29,9	29,9	30,6	30,5	28,9	27,5	26,9	28,7	31,0	32,4	32,2	31,5	30,0	31,1	28,6	
2005-2010	29,8	29,9	30,9	30,5	28,8	27,3	26,8	28,3	30,8	32,5	32,0	31,0	29,9	31,1	28,4	
2015-2019	30,3	30,1	30,4	30,8	29,2	27,7	27,4	29,5	31,3	32,6	32,5	32,0	30,3	31,2	29,0	
Variation	0,5	0,2	-0,5	0,2	0,4	0,4	0,6	1,2	0,4	0,1	0,5	0,9	0,4	0,1	0,6	
Rel.Var.(%)	2%	1%	-2%	1%	1%	1%	2%	4%	1%	0%	2%	3%	1%	0%	2%	
Slope	0,06	0,05	-0,04	0,03	0,05	0,05	0,05	0,11	0,05	0,01	0,05	0,11	0,04	0,01	0,06	
R2	0,06	0,06	0,08	0,02	0,10	0,10	0,10	0,30	0,21	0,00	0,09	0,47	0,19	0,02	0,24	

Annexe 3-2

Evolutions de certaines « températures seuil »

Températures moyenne < 18°C - Andranomanelatra																	
Mean Temperatures < 18°C - Andranomanelatra																	
Tmean<18	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.		
Tmean<18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.		
2003	2	2	2	15	23	30	31	31	29	12	8	1	186	42	144		
2004	1	4	8	16	31	30	31	31	27	11	11	2	203	53	150		
2005	0	1	7	16	28	30	31	31	28	17	11	0	200	52	148		
2006	3	2	3	12	28	30	31	31	26	12	5	5	188	42	146		
2007	5	1	6	14	27	30	30	31	23	17	7	3	194	53	141		
2008	3	9	9	24	30	30	31	31	26	13	1	1	208	60	148		
2009	0	2	1	16	30	30	31	31	24	12	6	1	184	38	146		
2010	2	1	0	5	20	30	31	31	28	9	5	0	162	22	140		
2011	2	4	1	5	30	30	31	31	27	15	3	4	183	34	149		
2012	5	3	8	9	29	30	31	31	23	7	3	2	181	37	144		
2013	2	0	3	11	30	30	31	31	25	14	2	0	179	32	147		
2014	0	3	6	17	28	30	31	31	25	2	0	3	176	31	145		
2015	0	5	2	7	23	29	31	31	27	4	7	0	166	25	141		
2016	0	3	0	6	30	30	31	31	27	8	3	0	169	20	149		
2017	2	1	2	13	29	30	31	31	25	8	3	1	176	30	146		
2018	3	2	10	14	28	30	31	31	24	21	0	3	197	53	144		
2019	0	0	0	2	29	30	31	30	23	4	0	0	149	6	143		
2003-2019	1,8	2,5	4,0	11,9	27,8	29,9	30,9	30,9	25,7	10,9	4,4	1,5	182,4	37,1	145,3		
2003-2008	2,3	3,2	5,8	16,2	27,8	30,0	30,8	31,0	26,5	13,7	7,2	2,0	196,5	50,3	146,2		
2014-2019	0,8	2,3	3,3	9,8	27,8	29,8	31,0	30,8	25,2	7,8	2,2	1,2	172,1	27,5	144,6		
Variation	-1,5	-0,8	-2,5	-6,3	0,0	-0,2	0,2	-0,2	-1,3	-5,8	-5,0	-0,8	-24,4	-22,8	-1,6		
Rel.Var.(%)	-64%	-26%	-43%	-39%	0%	-1%	1%	-1%	-5%	-43%	-70%	-42%	-12%	-45%	-1%		
Slope	-0,07	-0,07	-0,15	-0,54	0,07	-0,01	0,01	-0,02	-0,17	-0,37	-0,52	-0,06	-1,91	-1,78	-0,13		
R2	0,04	0,03	0,05	0,24	0,01	0,07	0,04	0,22	0,21	0,13	0,55	0,04	0,39	0,39	0,05		

Températures maximum > 25°C - Andranomanelatra															
Maximum Temperatures > 25°C - Andranomanelatra															
Tmax>25	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmax>25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	8	15	11	10	4	0	0	2	9	26	20	16	121	106	15
2004	15	9	5	5	0	0	0	5	9	18	13	13	92	78	14
2005	12	20	20	18	0	0	0	3	5	21	21	17	137	129	8
2006	15	13	24	13	5	2	0	0	11	21	22	16	142	124	18
2007	8	12	17	10	1	0	1	2	10	21	21	23	126	112	14
2008	16	6	12	7	1	0	0	1	19	23	20	27	132	111	21
2009	21	17	22	6	3	0	0	1	16	14	20	25	145	125	20
2010	16	20	19	23	8	0	0	1	23	23	23	24	180	148	32
2011	20	13	15	23	1	0	0	0	13	19	24	21	149	135	14
2012	10	22	17	11	1	1	0	2	16	26	21	14	141	121	20
2013	23	11	21	17	1	3	0	5	19	17	24	21	162	134	28
2014	16	19	22	14	0	2	0	5	17	31	28	26	180	156	24
2015	13	9	17	28	7	0	0	2	16	24	23	21	160	135	25
2016	25	19	22	26	0	0	0	2	18	27	21	26	186	166	20
2017	23	19	17	4	0	0	0	5	17	25	18	19	146	125	21
2018	11	18	17	8	1	0	0	6	19	20	20	22	143	116	27
2019	15	22	26	24	0	0	0	8	14	25	26	31	191	169	22
2003-2019	15,7	15,5	17,9	14,5	2,0	0,5	0,1	2,9	14,8	22,4	21,5	21,3	149,0	128,8	20,2
2003-2008	12,3	12,5	14,8	10,5	1,8	0,3	0,2	2,2	10,5	21,7	19,5	18,7	125,0	110,0	15,0
2014-2019	17,2	17,7	20,2	17,3	1,4	0,4	0,0	4,6	16,8	25,3	22,7	24,2	167,7	144,5	23,2
Variation	4,8	5,2	5,3	6,8	-0,4	0,1	-0,2	2,4	6,3	3,7	3,2	5,5	42,7	34,5	8,2
Rel.Var.(%)	39%	41%	36%	65%	-24%	20%	#####	112%	60%	17%	16%	29%	34%	31%	55%
Slope	0,40	0,39	0,50	0,53	-0,09	0,01	-0,01	0,23	0,57	0,26	0,27	0,53	3,60	2,88	0,72
R2	0,15	0,16	0,23	0,12	0,03	0,01	0,04	0,27	0,38	0,10	0,18	0,29	0,50	0,41	0,36

Températures maximum > 28°C - Andranomanelatra															
Maximum Temperatures > 28°C - Andranomanelatra															
Tmax>28	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmax>28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	12	12	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4	3	1
2005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	9	0	15	15	0
2006	0	2	3	2	0	0	0	0	0	12	7	2	28	28	0
2007	0	0	1	0	0	0	0	0	4	4	4	4	17	13	4
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	7	13	13	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	7	7	0
2010	1	2	2	2	0	0	0	0	7	17	7	5	43	36	7
2011	3	0	1	0	0	0	0	0	1	8	10	5	28	27	1
2012	0	4	0	1	0	0	0	0	2	16	2	0	25	23	2
2013	1	0	1	2	0	0	0	0	5	5	9	1	24	19	5
2014	1	0	4	0	0	0	0	0	5	17	9	4	40	35	5
2015	0	0	3	0	0	0	0	0	1	10	11	7	32	31	1
2016	3	5	6	0	0	0	0	0	0	10	12	4	40	40	0
2017	2	0	1	0	0	0	0	0	3	10	4	0	20	17	3
2018	1	1	0	0	0	0	0	1	7	0	4	1	15	7	8
2019	0	1	1	1	0	0	0	0	2	11	9	13	38	36	2
2003-2019	0,7	0,9	1,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	2,2	8,4	6,1	3,4	23,6	21,3	2,3
2003-2008	0,0	0,5	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	6,3	3,8	2,3	14,8	14,0	0,8
2014-2019	1,2	1,2	2,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	3,0	9,7	8,2	4,8	30,9	27,7	3,2
Variation	1,2	0,7	1,8	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	4,3	2,5	16,0	13,7	2,4
Rel.Var.(%)	#####	133%	275%	-50%	#####	#####	#####	20%	350%	53%	113%	107%	108%	98%	284%
Slope	0,09	0,06	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,21	0,33	0,26	1,31	1,08	0,23
R2	0,20	0,04	0,12	0,00	#####	#####	#####	0,00	0,20	0,04	0,20	0,15	0,30	0,22	0,19

Températures maximum > 30°C - Andranomanelatra															
Maximum Temperatures > 30°C - Andranomanelatra															
Tmax>30	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmax>30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5	5	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	1
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	10	9	1
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	8	8	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	8	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	6	6	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	3	0	9	8	1
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	4	4	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2	9	9	0
2003-2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,9	0,6	0,2	4,0	3,7	0,3
2003-2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	0,7	0,0	1,8	1,7	0,2
2014-2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,2	1,0	0,5	4,9	4,7	0,2
Variation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,3	0,5	3,0	3,0	0,0
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	20%	217%	50%	#####	165%	180%	20%
Slope	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	0,01	0,05	0,23	0,22	0,01
R2	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	0,01	0,06	0,00	0,20	0,10	0,09	0,01

Températures minimum < 5°C - Andranomanelatra															
Minimum Temperatures < 5°C - Andranomanelatra															
Tmin<5	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmin<5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	0	0	0	2	1	12	13	14	4	3	0	0	49	5	44
2004	0	0	0	1	6	11	9	6	0	0	0	0	33	1	32
2005	0	0	0	0	2	4	15	11	4	1	0	0	37	1	36
2006	0	0	0	0	2	6	3	6	7	1	0	0	25	1	24
2007	0	0	0	0	0	14	7	12	2	0	0	0	35	0	35
2008	0	0	0	0	0	11	9	9	3	0	0	0	32	0	32
2009	0	0	0	0	3	5	8	1	0	0	0	0	17	0	17
2010	0	0	0	0	2	7	13	6	13	0	0	0	41	0	41
2011	0	0	0	0	1	5	13	4	6	1	0	0	30	1	29
2012	0	0	0	1	0	4	12	6	2	0	0	0	25	1	24
2013	0	0	0	0	3	18	15	15	6	0	0	0	57	0	57
2014	0	0	0	1	5	6	10	11	7	0	0	0	40	1	39
2015	0	0	0	0	2	6	11	10	1	0	1	0	31	1	30
2016	0	0	0	0	1	5	12	3	6	2	0	0	29	2	27
2017	0	0	0	0	1	6	11	8	4	0	0	0	30	0	30
2018	0	0	0	1	2	5	9	9	4	1	0	0	31	2	29
2019	0	0	0	0	0	2	13	8	1	0	0	0	24	0	24
2003-2019	0,0	0,0	0,0	0,4	1,8	7,5	10,8	8,2	4,1	0,5	0,1	0,0	33,3	0,9	32,3
2003-2008	0,0	0,0	0,0	0,5	1,8	9,7	9,3	9,7	3,3	0,8	0,0	0,0	35,2	1,3	33,8
2014-2019	0,0	0,0	0,0	0,3	1,8	5,0	11,0	8,2	3,8	0,5	0,2	0,0	30,8	1,0	29,8
Variation	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-4,7	1,7	-1,5	0,5	-0,3	0,2	0,0	-4,4	-0,3	-4,0
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	-33%	-2%	-48%	18%	-15%	14%	-40%	#####	#####	-12%	-25%	-12%
Slope	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,07	-0,34	0,13	-0,08	0,02	-0,04	0,01	0,00	-0,41	-0,06	-0,34
R2	#####	#####	#####	0,06	0,04	0,17	0,05	0,01	0,00	0,06	0,04	#####	0,05	0,07	0,03

Températures minimum < 0°C - Andranomanelatra																
Minimum Temperatures < 0°C - Andranomanelatra																
Tmin<0	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Tmin<0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	
2008	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2013	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3	
2014	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2003-2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	
2003-2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	
2014-2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	
Variation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,0	-0,3	
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	-40%	#####	#####	#####	#####	-60%	#####	-60%	
Slope	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	
R2	#####	#####	#####	#####	#####	0,01	0,09	0,01	#####	#####	#####	#####	0,00	#####	0,00	

Températures moyenne < 18°C - Antsirabe																	
Mean Temperatures < 18°C - Antsirabe																	
Tmean<18	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.		
Tmean<18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.		
1961	0	0	2	2	29	30	31	31	30	14	2	0	171	20	151		
1962	1	1	4	22	31	29	29	30	28	26	2	2	205	58	147		
1963	4	0	5	15	31	30	31	29	30	16	17	2	210	59	151		
1964	6	1	3	20	31	30	27	31	30	28	13	18	238	89	149		
1965	6	2	17	18	31	30	31	30	29	31	17	4	246	95	151		
1966	1	2	19	21	31	30	30	30	23	25	11	3	226	82	144		
1967	2	3	2	16	29	29	29	30	28	22	13	4	208	62	145		
1968	2	2	11	24	31	27	31	27	30	20	12	8	226	80	146		
1969	3	2	4	4	29	30	31	31	30	13	7	1	185	34	151		
1970	3	2	8	18	31	30	31	31	30	19	7	8	218	65	153		
1971	10	3	9	22	31	30	30	31	30	27	10	4	237	85	152		
1972	8	5	19	24	31	30	31	31	29	21	9	2	240	88	152		
1973	2	3	5	16	31	30	31	31	27	17	10	7	210	60	150		
1974	6	11	14	16	31	30	31	31	30	30	9	5	244	91	153		
1975	0	6	8	14	31	30	31	31	30	26	14	4	225	72	153		
1995	1	0	3	8	27	30	31	31	22	12	7	1	173	32	141		
1996	0	3	0	5	23	26	27	27	27	15	0	3	156	26	130		
1997	0	0	2	6	30	29	29	31	24	12	4	1	169	26	144		
1998	0	0	0	6	26	30	31	28	28	8	0	1	158	15	143		
1999	0	0	1	17	27	30	28	26	20	14	7	2	172	41	131		
2000	1	4	2	7	28	29	31	25	28	19	11	13	198	57	141		
2001	0	0	3	8	29	30	31	30	20	9	2	1	163	23	140		
2002	0	1	2	10	25	30	31	31	26	11	3	2	172	29	143		
2003	0	0	0	13	19	29	31	31	23	8	1	0	155	22	133		
2004	0	1	3	10	26	30	31	31	18	3	6	1	160	24	136		
2005	0	0	1	11	25	28	31	30	20	7	1	0	154	20	134		
2006	1	0	0	5	24	26	31	29	20	8	1	2	147	17	130		
2007	2	1	1	2	19	30	30	30	17	8	1	0	141	15	126		
2008	1	2	0	8	29	29	31	28	21	9	0	0	158	20	138		
2009	0	0	0	11	27	30	31	30	23	7	2	0	161	20	141		
2010	0	0	0	8	19	30	29	29	30	11	4	0	160	23	137		
1961-1967	2,9	1,3	7,4	16,3	30,4	29,8	29,7	30,1	28,3	23,2	10,7	4,7	214,8	66,5	148,3		
1968-1975	4,3	4,3	9,8	17,3	30,8	29,6	30,9	30,5	29,5	21,6	9,8	4,9	223,1	71,8	151,3		
1995-2002	0,3	1,0	1,6	8,4	26,9	29,2	29,9	28,6	24,4	12,5	4,2	3,0	170,0	31,0	139,0		
2003-2010	0,5	0,5	0,6	8,5	23,5	29,0	30,6	29,8	21,4	7,5	2,0	0,4	154,4	20,0	134,3		
1961-1975	3,6	2,9	8,7	16,8	30,6	29,7	30,3	30,3	28,9	22,4	10,2	4,8	219,2	69,3	149,9		
1995-2010	0,4	0,8	1,1	8,4	25,2	29,1	30,3	29,2	22,9	10,0	3,1	1,7	162,2	25,5	136,7		
Variation	-3,2	-2,1	-7,5	-8,4	-5,4	-0,6	-0,1	-1,1	-6,0	-12,3	-7,1	-3,1	-57,0	-43,8	-13,2		
Rel.Var.(%)	-89%	-74%	-87%	-50%	-18%	-2%	0%	-4%	-21%	-55%	-70%	-65%	-26%	-63%	-9%		
Slope	-0,08	-0,05	-0,20	-0,22	-0,16	-0,01	0,00	-0,03	-0,17	-0,34	-0,20	-0,09	-1,53	-1,17	-0,36		
R2	0,32	0,12	0,39	0,36	0,55	0,05	0,00	0,08	0,49	0,62	0,46	0,16	0,68	0,59	0,66		



Températures maximum > 25°C - Antsirabe																												
Maximum Temperatures > 25°C - Antsirabe																												
Tmax>25	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.													
Tmax>25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.													
1961	19	26	22	21	3	0	0	0	1	28	20	14	154	150	4													
1962	28	20	16	5	0	0	1	0	15	11	24	25	145	129	16													
1963	16	17	16	9	0	0	0	2	15	28	11	18	132	115	17													
1964	24	25	17	11	1	0	0	2	8	16	20	8	132	121	11													
1965	5	15	8	9	0	0	0	2	4	7	12	10	72	66	6													
1966	27	17	9	7	0	0	0	1	7	19	21	19	127	119	8													
1967	16	21	13	9	3	0	0	1	9	19	15	15	121	108	13													
1968	19	18	9	1	0	0	0	0	12	22	18	15	113	101	12													
1969	18	15	16	14	1	0	0	0	11	27	26	17	145	133	12													
1970	13	17	13	6	3	0	0	0	11	26	18	15	122	108	14													
1971	6	14	9	3	1	0	0	0	6	12	18	21	90	83	7													
1972	14	2	1	1	2	0	0	0	8	17	13	16	74	64	10													
1973	5	10	8	10	1	0	0	0	9	23	7	5	78	68	10													
1974	7	6	1	2	0	0	0	0	5	14	19	10	64	59	5													
1975	13	4	6	7	2	0	0	0	8	15	9	14	78	68	10													
1995	13	19	26	16	0	0	0	3	17	31	19	20	164	144	20													
1996	17	17	17	16	6	0	0	6	23	25	30	19	176	141	35													
1997	20	23	28	19	1	1	1	6	17	27	19	26	188	162	25													
1998	30	21	25	25	6	1	2	7	11	29	29	17	203	176	27													
1999	20	26	26	13	5	1	0	3	18	24	22	25	183	156	27													
2000	19	21	17	28	5	1	0	0	25	29	14	19	178	147	31													
2001	14	26	24	21	9	1	0	14	25	26	28	27	215	166	49													
2002	26	20	27	19	7	0	0	2	18	26	27	21	193	166	27													
2003	17	22	24	21	13	2	1	11	19	31	27	26	214	168	46													
2004	25	17	22	19	2	0	0	8	18	24	19	23	177	149	28													
2005	26	26	23	23	5	0	0	8	19	28	25	23	206	174	32													
2006	27	25	27	20	10	7	0	2	19	27	28	21	213	175	38													
2007	11	15	26	25	10	0	3	11	21	29	27	28	206	161	45													
2008	23	15	26	20	1	2	0	4	24	24	21	26	186	155	31													
2009	21	16	20	5	3	1	1	0	14	20	15	21	137	118	19													
2010	12	20	20	17	5	0	1	0	21	20	21	21	158	131	27													
1961-1967	19,3	20,1	14,4	10,1	1,0	0,0	0,1	1,1	8,4	18,3	17,6	15,6	126,0	115,4	10,6													
1968-1975	11,8	10,7	7,9	5,5	1,3	0,0	0,0	0,0	8,8	19,5	16,0	14,1	95,4	85,4	10,0													
1995-2002	19,9	21,6	23,8	19,6	4,9	0,6	0,3	5,1	19,3	27,2	23,5	21,8	187,5	157,3	30,2													
2003-2010	20,3	19,5	23,5	18,8	6,1	1,5	0,8	5,5	19,4	25,3	22,9	23,6	187,1	153,8	33,3													
1961-1975	15,3	15,1	10,9	7,7	1,1	0,0	0,1	0,5	8,6	18,9	16,7	14,8	109,7	99,4	10,3													
1995-2010	20,1	20,6	23,6	19,2	5,5	1,0	0,5	5,3	19,3	26,3	23,2	22,7	187,3	155,6	31,7													
Variation	4,8	5,5	12,7	11,5	4,4	1,0	0,5	4,8	10,8	7,3	6,5	7,9	77,6	56,1	21,5													
Rel.Var.(%)	31%	36%	116%	150%	385%	#####	697%	963%	126%	39%	39%	53%	71%	56%	209%													
Slope	0,10	0,10	0,31	0,29	0,12	0,03	0,01	0,12	0,29	0,18	0,16	0,21	1,94	1,36	0,59													
R2	0,07	0,09	0,50	0,45	0,41	0,18	0,13	0,32	0,64	0,27	0,22	0,43	0,55	0,45	0,68													

Températures maximum > 28°C - Antsirabe																										
Maximum Temperatures > 28°C - Antsirabe																										
Tmax>28	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.											
Tmax>28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.											
1961	0	6	0	1	0	0	0	0	0	10	7	0	24	24	0											
1962	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	14	14	0											
1963	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	11	11	0											
1964	0	1	0	0	0	0	0	0	2	7	3	0	13	11	2											
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
1966	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	6	14	13	1											
1967	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	5	0											
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	4	0											
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7	0	16	16	0											
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4	3	1											
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0											
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3	2	1											
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	2	0	13	12	1											
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0											
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	7	6	1											
1995	0	1	3	0	0	0	0	0	1	22	10	2	39	38	1											
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15	24	2	49	41	8											
1997	1	0	3	1	0	0	0	0	2	14	9	5	35	33	2											
1998	7	5	9	1	0	0	0	0	0	12	19	0	53	53	0											
1999	1	5	1	0	0	0	0	0	0	5	4	13	29	29	0											
2000	5	2	3	6	0	0	0	0	2	8	0	0	26	24	2											
2001	1	1	1	0	0	0	0	3	6	5	16	8	41	32	9											
2002	11	0	0	0	0	0	0	0	4	9	10	3	37	33	4											
2003	0	0	0	2	2	0	0	1	1	22	8	5	41	37	4											
2004	3	0	0	0	0	0	0	3	1	2	2	4	15	11	4											
2005	2	3	3	0	0	0	0	1	3	14	16	2	44	40	4											
2006	4	0	9	3	2	1	0	0	2	19	12	4	56	51	5											
2007	1	0	3	0	0	0	1	0	7	13	8	16	49	41	8											
2008	2	5	0	0	0	0	0	1	1	11	2	5	27	25	2											
2009	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	0											
2010	0	0	0	1	0	0	1	0	9	10	2	1	24	14	10											
1961-1967	1,3	1,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,9	2,6	1,6	11,5	11,1	0,4											
1968-1975	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,8	1,8	0,4	6,4	5,9	0,5											
1995-2002	3,3	1,8	2,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,9	11,2	11,5	4,1	38,6	35,3	3,3											
2003-2010	2,0	1,0	1,9	0,8	0,5	0,2	0,3	0,8	3,0	11,3	6,3	4,7	32,5	27,9	4,6											
1961-1975	0,6	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,8	2,1	1,0	8,8	8,3	0,5											
1995-2010	2,6	1,4	2,2	0,9	0,3	0,1	0,1	0,6	2,9	11,3	8,9	4,4	35,5	31,6	4,0											
Variation	2,0	0,7	2,1	0,8	0,3	0,1	0,1	0,6	2,5	7,5	6,7	3,4	26,8	23,3	3,5											
Rel.Var.(%)	338%	106%	#####	#####	#####	#####	#####	#####	529%	196%	316%	356%	305%	281%	747%											
Slope	0,05	0,01	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,07	0,18	0,15	0,09	0,67	0,57	0,10											
R2	0,13	0,01	0,16	0,09	0,08	0,07	0,11	0,14	0,27	0,26	0,19	0,19	0,48	0,42	0,39											

Températures maximum > 30°C - Antsirabe															
Maximum Temperatures > 30°C - Antsirabe															
Tmax>30	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Tmax>30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4	0
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	11	11	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	8	0	17	15	2
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	0	8	7	1
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	3	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	1	7	5	2
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	10	10	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	3
2005	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	0	12	10	1
2006	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6	6	0	14	13	1
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	1	9	7	2
2008	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	6	6	0
2009	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6	6	0
1961-1967	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0
1968-1975	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995-2002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	2,6	0,1	6,1	5,5	0,6
2003-2010	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,5	0,3	4,6	1,5	0,1	7,5	6,6	0,9
1961-1975	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0
1995-2010	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,4	3,7	2,0	0,1	6,8	6,0	0,8
Variation	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,4	3,4	2,0	0,1	6,5	5,8	0,8
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	2449%	2168%	#####
Slope	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,09	0,05	0,00	0,17	0,15	0,02
R2	0,06	0,05	#####	0,04	#####	0,07	#####	0,05	0,11	0,31	0,18	0,07	0,39	0,36	0,22

Températures minimum < 5°C - Antsirabe																	
Minimum Temperatures < 5°C - Antsirabe																	
Tmin<5	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.		
Tmin<5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.		
1961	0	0	0	0	2	16	6	12	10	0	0	0	46	0	46		
1962	0	0	0	0	7	21	24	12	13	4	0	0	81	4	77		
1963	0	0	0	0	7	14	14	27	16	2	0	0	80	2	78		
1964	0	0	0	0	9	10	13	23	17	5	0	0	77	5	72		
1965	0	0	0	0	15	27	13	22	11	0	0	0	88	0	88		
1966	0	0	0	0	5	10	19	22	3	8	0	0	67	8	59		
1967	0	0	0	1	1	18	12	14	12	4	0	0	61	5	56		
1968	0	0	0	2	8	19	12	14	15	3	0	0	73	5	68		
1969	0	0	0	0	4	15	12	15	17	3	0	0	66	3	63		
1970	0	0	0	0	10	12	12	14	19	3	0	0	70	3	67		
1971	0	0	0	2	8	17	15	23	15	4	0	0	84	6	78		
1972	0	0	0	0	0	20	6	8	8	0	0	0	42	0	42		
1973	0	0	0	0	5	5	16	10	5	1	0	0	42	1	41		
1974	0	0	0	0	1	7	12	10	10	2	0	0	42	2	40		
1975	0	0	0	0	8	13	13	15	6	2	0	0	57	2	55		
1995	0	0	0	0	0	10	17	7	4	4	0	0	42	4	38		
1996	0	0	0	0	0	10	12	14	11	8	0	0	55	8	47		
1997	0	0	0	0	2	13	14	18	5	5	0	0	56	5	52		
1998	0	0	0	0	4	10	18	8	2	3	0	0	45	3	42		
1999	0	0	0	1	2	22	7	12	3	4	0	0	51	5	46		
2000	0	0	0	0	2	8	5	7	12	9	9	10	62	28	34		
2001	0	0	0	1	2	14	14	10	6	2	0	0	49	3	46		
2002	0	0	0	0	1	12	10	11	4	2	0	0	40	2	38		
2003	0	0	0	2	0	13	16	16	6	4	1	0	58	7	51		
2004	0	0	0	1	7	9	10	7	1	0	0	0	35	1	34		
2005	0	0	0	0	2	4	17	11	5	2	0	0	40	2	39		
2006	0	0	0	0	3	5	4	7	7	1	0	0	27	1	26		
2007	0	0	0	0	0	14	8	12	6	1	0	0	41	1	40		
2008	0	0	0	0	0	8	14	5	2	1	0	0	30	1	29		
2009	0	0	0	0	1	5	9	1	1	0	0	0	17	0	17		
2010	0	0	0	0	1	8	11	4	15	0	0	0	39	0	39		
1961-1967	0,0	0,0	0,0	0,2	6,6	16,5	14,4	18,8	11,6	3,2	0,0	0,0	71,4	3,4	68,0		
1968-1975	0,0	0,0	0,0	0,5	5,5	13,5	12,3	13,6	11,9	2,3	0,0	0,0	59,5	2,8	56,8		
1995-2002	0,0	0,0	0,0	0,3	1,6	12,3	12,1	10,9	5,9	4,6	1,1	1,3	50,0	7,2	42,8		
2003-2010	0,0	0,0	0,0	0,4	1,8	8,3	11,1	7,8	5,4	1,0	0,1	0,0	35,8	1,5	34,3		
1961-1975	0,0	0,0	0,0	0,4	6,0	14,9	13,3	16,0	11,8	2,7	0,0	0,0	65,0	3,1	62,0		
1995-2010	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	10,3	11,6	9,3	5,6	2,8	0,6	0,6	42,9	4,4	38,5		
Variation	0,0	0,0	0,0	0,0	-4,3	-4,6	-1,7	-6,7	-6,1	0,1	0,6	0,6	-22,1	1,3	-23,4		
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	-11%	-72%	-31%	-13%	-42%	-52%	4%	#####	#####	-34%	43%	-38%		
Slope	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,12	-0,15	-0,06	-0,21	-0,17	-0,01	0,01	0,01	-0,71	0,01	-0,72		
R2	#####	#####	#####	0,00	0,35	0,25	0,06	0,40	0,35	0,01	0,03	0,02	0,51	0,00	0,59		

Températures minimum < 0°C - Antsirabe																
Minimum Temperatures < 0°C - Antsirabe																
Tmin<0	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Tmin<0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1962	0	0	0	0	0	7	5	3	1	0	0	0	16	0	16	
1963	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	8	0	8	
1964	0	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	8	0	8	
1965	0	0	0	0	0	10	4	0	0	0	0	0	14	0	14	
1966	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1968	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3	1	2	
1969	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4	0	4	
1970	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	5	0	5	
1971	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	
1972	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	7	0	7	
1973	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	
1974	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	0	3	
1975	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1997	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0	3	
1998	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	2	
1999	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	4	
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2001	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	2	
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
2007	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1961-1967	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,6	1,6	0,6	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	6,7	
1968-1975	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	0,6	0,3	0,6	0,1	0,0	0,0	3,3	0,1	3,1	
1995-2002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,4	
2003-2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	
1961-1975	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,2	1,1	0,9	0,6	0,1	0,0	0,0	4,9	0,1	4,8	
1995-2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	
Variation	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-1,8	-0,9	-0,6	-0,6	-0,1	0,0	0,0	-4,0	-0,1	-3,9	
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	#####	#####	-83%	-82%	-64%	#####	#####	#####	#####	-82%	-100%	-82%	
Slope	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	-0,03	-0,02	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	-0,12	
R2	#####	#####	#####	#####	0,02	0,18	0,19	0,10	0,17	0,03	#####	#####	0,31	0,03	0,31	

Températures moyenne < 18°C - Ivory																													
Mean Temperatures < 18°C - Ivory																													
Tmean<18	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.														
Tmean<18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.														
2005	0						9	0	0	0	0	0																	
2006	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	8	0	8														
2007	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4	0	4														
2008	0	0	0	0	0	7	4	0	0	0	0	0	11	0	11														
2009	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	6	0	6														
2010	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2														
2011	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	6	0	6														
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
2013	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	6	1	5														
2014	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	5														
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
2016	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	6	0	6														
2017	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2														
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
2019	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0	3														
2005-2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	3,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	4,2	0,1	4,2														
2005-2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	6,2														
2015-2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	2,3														
Variation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,0	-2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,9	0,0	-3,9														
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	#####	#####	-88%	-51%	#####	#####	#####	#####	#####	-63%	#####	-63%														
Slope	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,33	-0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,43	0,00	-0,43														
R2	#####	#####	#####	#####	#####	0,44	0,17	0,00	#####	0,00	#####	#####	0,30	0,00	0,31														

Températures maximum > 30°C - Ivory																													
Maximum Temperatures > 30°C - Ivory																													
Tmax>30	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.														
Tmax>30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.														
2005							0	2	18	31	30	31																	
2006	27	22	29	22	6	4	0	1	22	26	29	23	211	178	33														
2007	7	12	26	25	7	1	4	10	23	31	27	23	196	151	45														
2008	19	16	27	14	3	0	0	2	18	30	24	26	179	156	23														
2009	21	18	17	3	3	0	0	0	20	26	25	27	160	137	23														
2010	13	17	14	30	13	1	0	0	20	29	28	23	188	154	34														
2011	16	10	16	25	2	1	0	0	16	25	30	21	162	143	19														
2012	9	15	14	7	4	0	0	3	19	26	25	24	146	120	26														
2013	23	10	26	26	1	0	0	2	24	27	26	27	192	165	27														
2014	12	14	26	18	8	3	0	4	19	31	28	29	192	158	34														
2015	10	6	13	27	12	0	5	9	20	29	25	25	181	135	46														
2016	26	0	0	13	7	0	2	4	19	26	28	25	150	118	32														
2017	29	23	26	10	14	1	2	10	22	27	25	25	214	165	49														
2018	18	17	24	19	15	0	0	16	26	27	28	28	218	161	57														
2019	23	24	25	28	8	2	3	15	27	31	29	31	246	191	55														
2005-2019	18,1	14,6	20,2	19,1	7,4	0,9	1,1	5,2	20,9	28,1	27,1	25,9	188,2	152,3	35,9														
2005-2010	17,4	17,0	22,6	18,8	6,4	1,2	0,7	2,5	20,2	28,8	27,2	25,5	186,8	155,2	31,6														
2015-2019	21,2	14,0	17,6	19,4	11,2	0,6	2,4	10,7	22,8	28,0	27,0	26,8	201,8	154,0	47,8														
Variation	3,8	-3,0	-5,0	0,6	4,8	-0,6	1,7	8,2	2,7	-0,8	-0,2	1,3	15,0	-1,2	16,2														
Rel.Var.(%)	22%	-18%	-22%	3%	75%	-50%	260%	329%	13%	-3%	-1%	5%	8%	-1%	51%														
Slope	0,40	-0,07	-0,36	0,06	0,55	-0,06	0,12	0,80	0,33	-0,05	-0,04	0,17	2,29	0,49	1,80														
R2	0,05	0,00	0,03	0,00	0,25	0,04	0,10	0,44	0,23	0,01	0,01	0,07	0,12	0,01	0,37														

Températures maximum > 33°C - Ivory																
Maximum Temperatures > 33°C - Ivory																
Tmax>33	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Tmax>33	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2005							0	0	0	0	0	0				
2006	0	0	5	2	0	0	0	0	3	18	16	4	48	45	3	
2007	0	0	3	3	0	0	0	0	5	11	9	3	34	29	5	
2008	1	0	0	0	0	0	0	0	2	16	4	2	25	23	2	
2009	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	4	2	11	11	0	
2010	1	0	0	3	0	0	0	0	6	14	9	0	33	27	6	
2011	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	14	4	27	27	0	
2012	0	0	1	0	0	0	0	0	4	14	3	2	24	20	4	
2013	1	0	0	1	0	0	0	0	3	11	12	5	33	30	3	
2014	0	0	0	2	0	0	0	0	4	9	14	9	38	34	4	
2015	0	0	0	2	0	0	3	4	1	10	14	8	42	34	8	
2016	0	0	0	2	0	0	0	0	2	10	8	3	25	23	2	
2017	0	0	0	0	0	0	1	1	4	13	9	3	31	25	6	
2018	0	0	1	0	0	0	0	1	9	0	15	7	33	23	10	
2019	2	2	1	4	0	0	0	0	4	15	16	20	64	60	4	
2005-2019	0,5	0,1	0,9	1,4	0,0	0,0	0,2	0,4	3,1	10,1	9,8	4,8	33,4	29,4	4,0	
2005-2010	0,6	0,0	1,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,3	7,0	1,8	30,2	27,0	3,2	
2015-2019	0,4	0,4	0,4	1,6	0,0	0,0	0,7	1,2	4,0	9,6	12,4	8,2	38,9	33,0	5,9	
Variation	-0,2	0,4	-1,4	0,0	0,0	0,0	0,7	1,2	1,3	-0,7	5,4	6,4	8,7	6,0	2,7	
Rel.Var.(%)	-33%	#####	-78%	0%	#####	#####	#####	#####	50%	-7%	77%	347%	29%	22%	85%	
Slope	0,01	0,06	-0,18	0,02	0,00	0,00	0,04	0,08	0,22	-0,01	0,57	0,71	0,95	0,65	0,30	
R2	0,00	0,20	0,27	0,00	#####	#####	0,06	0,12	0,16	0,00	0,24	0,41	0,10	0,05	0,20	

Températures minimum < 15°C - Ivory																
Minimum Temperatures < 15°C - Ivory																
Tmin<15	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Tmin<15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2005							31	30	26	0	0	0				
2006	0	0	0	1	20	25	28	30	22	8	1	0	135	10	125	
2007	0	0	0	0	16	29	28	29	19	5	0	0	126	5	121	
2008	0	0	0	9	26	30	31	31	13	3	0	0	143	12	131	
2009	0	0	0	2	14	26	26	19	11	0	1	2	101	5	96	
2010	0	0	0	0	7	18	29	29	21	1	0	0	105	1	104	
2011	0	0	0	1	2	30	31	25	17	4	0	0	110	5	105	
2012	0	0	0	2	16	30	31	31	30	0	0	0	140	2	138	
2013	0	0	0	1	16	30	31	30	20	2	0	0	130	3	127	
2014	0	0	0	2	18	24	25	25	18	1	0	0	113	3	110	
2015	0	0	0	0	11	26	31	29	11	1	2	0	111	3	108	
2016	0	0	0	0	17	28	30	31	20	7	0	0	133	7	126	
2017	0	0	0	1	8	22	29	28	16	2	0	0	106	3	103	
2018	0	0	0	3	15	26	29	28	19	10	1	0	131	14	117	
2019	0	0	0	0	6	20	29	27	12	0	0	0	94	0	94	
2005-2019	0,0	0,0	0,0	1,6	13,7	26,0	29,3	28,1	18,3	2,9	0,3	0,1	119,8	5,2	114,6	
2005-2010	0,0	0,0	0,0	2,4	16,6	25,6	28,8	28,0	18,7	2,8	0,3	0,3	122,0	6,6	115,4	
2015-2019	0,0	0,0	0,0	0,8	11,4	24,4	29,6	28,6	15,6	4,0	0,6	0,0	115,0	5,4	109,6	
Variation	0,0	0,0	0,0	-1,6	-5,2	-1,2	0,7	0,6	-3,1	1,2	0,3	-0,3	-7,0	-1,2	-5,8	
Rel.Var.(%)	#####	#####	#####	-67%	-31%	-5%	3%	2%	-16%	41%	80%	#####	-6%	-18%	-5%	
Slope	0,00	0,00	0,00	-0,14	-0,58	-0,29	0,00	-0,04	-0,38	0,05	0,01	-0,02	-1,23	-0,20	-1,03	
R2	#####	#####	#####	0,06	0,15	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,01	0,03	0,11	0,04	0,10	

Annexe 3-3 Cumuls pluviométriques mensuels et annuels et nombres de jours de pluie

Données pluviométriques existantes - Andranomanelatra																
Available rainfall data - Andranomanelatra																
Nbr Data Rain	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Nbr Data Rain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2003	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2004	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153	
2005	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2006	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2007	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2008	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153	
2009	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2011	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2012	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153	
2013	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2014	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2015	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	
2016	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153	
2017	31	28	31	30	31	30	17		1	31	30	31	291	212	79	
2018	31	28	31	30	23	23	31	31	30	31	30	31	350	212	138	
2019	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153	

Cumuls pluviométriques - Andranomanelatra																
Rainfall amounts - Andranomanelatra																
Rain (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
Rain (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2003	659	87	258	79	22	7	2	4	12	64	154	382	1728	1682	46	
2004	201	195	110	36	35	0	9	32	33	222	142	430	1442	1335	107	
2005	217	285	199	46	53	2	10	0	3	52	108	462	1435	1368	67	
2006	117	104	206	66	6	14	45	4	2	40	155	305	1061	991	70	
2007	698	204	79	49	29	0	4	0	0	91	187	277	1617	1585	33	
2008	236	184	99	39	22	4	5	1	3	130	227	246	1195	1161	34	
2009	335	225	221	114	2	16	47	66	3	86	63	161	1337	1204	133	
2010	309	122	202	5	59	7	2	0	0	42	133	252	1130	1063	67	
2011	225	227	206	110	36	1	0	5	10	111	104	145	1179	1127	52	
2012	287	307	109	125	36	6	0	1	1	64	194	113	1241	1197	44	
2013	239	227	157	16	12	0	0	1	19	200	267	222	1358	1327	31	
2014	240	231	61	7	3	5	20	1	14	4	132	403	1119	1077	42	
2015	390	338	168	44	14	2	0	26	2	125	169	365	1639	1597	43	
2016	258	357	117	15	53	18	3	0	0	55	183	185	1242	1170	73	
2017	261	317	217	61	0	22	0	0	0	72	226	220	1395	1373	22	
2018	412	277	59	52	40	0	4	0	0	41	186	166	1235	1191	44	
2019	231	243	81	114	7	10	0	2	43	100	137	65	1031	970	61	
2003-2019	313	231	150	57	25	7	9	8	8	88	163	259	1316	1260	57	
2003-2008	355	176	159	52	28	4	12	7	9	100	162	350	1413	1353	59	
2014-2019	299	293	117	49	19	9	4	5	10	66	172	234	1277	1229	47	
Variation	-56	117	-42	-4	-8	5	-8	-2	1	-34	10	-116	-136	-124	-12	
Rel.Var.(%)	-16%	67%	-26%	-7%	-30%	118%	-63%	-30%	12%	-34%	6%	-33%	-10%	-9%	-20%	
Slope	-5,91	10,16	-5,14	0,08	-0,71	0,35	-0,92	-0,70	0,16	-1,91	2,77	-13,79	-15,55	-13,73	-1,82	
R2	0,04	0,43	0,16	0,00	0,03	0,07	0,10	0,04	0,00	0,03	0,08	0,35	0,15	0,11	0,10	

Jours pluvieux (pluie >=1mm) - Andranomanelatra
Days with rainfall (>=1mm) - Andranomanelatra

Nb Rain Days	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nb Rain Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	28	9	21	8	6	3	1	1	2	2	15	23	119	106	13
2004	19	18	13	5	6	0	2	3	6	17	12	19	120	103	17
2005	18	18	12	5	4	1	2	0	2	3	11	28	104	95	9
2006	14	7	7	11	3	3	3	1	2	5	12	17	85	73	12
2007	27	20	7	10	6	0	3	0	0	8	17	15	113	104	9
2008	18	16	12	6	4	2	2	1	1	9	16	14	101	91	10
2009	24	11	15	10	2	1	7	5	2	12	11	16	116	99	17
2010	19	12	16	2	5	4	1	0	0	8	11	17	95	85	10
2011	16	16	16	7	7	1	0	3	1	12	13	12	104	92	12
2012	16	20	14	11	2	2	0	1	1	7	20	16	110	104	6
2013	17	20	16	4	3	0	0	1	2	14	17	18	112	106	6
2014	20	17	6	3	2	2	4	1	4	2	15	19	95	82	13
2015	20	22	14	2	3	1	0	1	1	8	11	21	104	98	6
2016	19	18	16	2	4	4	2	0	0	4	17	13	99	89	10
2017	10	15	13	7	0	3	0	0	0	7	12	21	88	85	3
2018	19	17	8	8	2	0	2	0	0	5	19	12	92	88	4
2019	23	18	16	11	2	5	0	1	3	13	15	8	115	104	11
2003-2019	19	16	13	7	4	2	2	1	2	8	14	17	104	94	10
2003-2008	21	15	12	8	5	2	2	1	2	7	14	19	107	95	12
2014-2019	19	18	12	6	2	3	1	1	1	7	15	16	99	91	8
Variation	-2	3	0	-2	-3	1	-1	-1	-1	-1	1	-4	-8	-4	-4
Rel.Var.(%)	-10%	22%	1%	-27%	-55%	67%	-38%	-50%	-38%	-11%	7%	-19%	-8%	-5%	-33%
Slope	-0,25	0,34	-0,03	-0,08	-0,24	0,08	-0,11	-0,07	-0,10	0,01	0,18	-0,46	-0,74	-0,29	-0,45
R2	0,08	0,17	0,00	0,01	0,41	0,07	0,09	0,07	0,10	0,00	0,09	0,24	0,12	0,02	0,31

Données pluviométriques existantes - Antsirabe
Available rainfall data - Antsirabe

Nbr Data Rain	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nbr Data Rain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1962	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1963	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1964	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
1965	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1966	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1967	31	28	31	30	31	30	31	31	30	30	30	31	273	150	123
1968	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	335	182	153
1969	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1970	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1971	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1972	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
1973	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1974	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1975	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
1995	31	22	31	30	31	30	31	15	27	31	24	25	328	194	134
1996	31	29	31	25	31	30	31	31	30	24	30	16	308	155	153
1997	11	24	31	30	31	15	31	31	18	24	23	6	275	149	126
1998	31	28	24	26	31	30	31	31	30	31	30	31	354	201	153
1999	31	28	31	26	31	30	23	26	29	28	30	31	344	205	139
2000	24	18	9	9	1	6	12	3	13	25	27	147	125	22	
2001	31	28	31	30	31	4	31	31	30	31	30	31	339	212	127
2002	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2003	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2004	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	3	338	185	153
2005	31	28	31	30	31	30	31	11	30	31	30	31	345	212	133
2006	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2007	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2008	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2009	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	304	151	153
2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153

Cumuls pluviométriques - Antsirabe															
Rainfall amounts - Antsirabe															
Rain (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	401	217	384	75	64	24	30	29	2	50	226	243	1745	1596	149
1962	172	309	199	47	47	9	4	4	13	47	306	365	1522	1446	76
1963	340	234	110	78	62	80	21	2	9	172	178	273	1559	1384	175
1964	217	296	86	26	12	30	38	5	3	105	304	332	1454	1365	89
1965	323	145	289	73	6	4	80	78	35	91	236	340	1700	1497	203
1966	119	129	149	99	31	20	25	28	47	66	105	257	1073	924	150
1967	244	196	288	49	14	1	2	0			257		1050	1033	17
1968		84	138	82	46	11	5	8	12	7	121	319	831	750	81
1969	203	326	227	100	47	0	16	23	29	75	143	346	1534	1419	115
1970	331	158	247	25	13	6	1	2	0	58	325	161	1327	1305	22
1971	359	155	180	47	17	1	1	0	40	33	165	244	1240	1182	59
1972	236	227	114	84	79	15	49	44	0	162	120	246	1377	1190	187
1973	253	285	224	159	2	15	8	12	24	15	271	233	1500	1439	61
1974	96	139	170	302	54	48	6	5	7	177	96	243	1341	1221	120
1975	161	328	230	48	21	5	4	1	2	81	169	277	1328	1294	33
1995	262	160	53	219	76	6	0	1	0	1	47	246	1072	988	84
1996		155	336	9	3	1	4	0	0	5	86	265	864	856	8
1997	62	339	79	61	38	0	4	5	6	103	46	10	753	700	53
1998	239	259	223	102	0	12	1	1	67	49	31	283	1265	1184	81
1999	458	123	111	23	11	1	1	3	19	101	95	84	1029	995	35
2000	232	169	185	37	1	5	35	3		130	287	215	1297	1254	43
2001	644	242	193	24	1	0	13	21	1	45	42	257	1483	1447	35
2002	141	341	170	11	45	3	3	0	15	55	146	180	1110	1045	65
2003	394	143	313	41	23	10	2	6	11	19	108	258	1327	1276	51
2004	210	225	103	27	22	2	6	16	32	228	149	0	1019	942	77
2005	194	290	729	72	62	1	9	0	2	43	78	310	1789	1716	74
2006	114	107	140	70	39	8	43	5	2	18	114	267	926	829	96
2007	643	182	54	49	52	0	2	0	2	61	145	283	1473	1416	56
2008	225	110	112	25	15	4	4	0	6	104	148	142	897	867	29
2009	362	200	140	98	3	4	58	15	5	88			973	888	85
2010	258	144	213	12	11	13	3	1	0	27	165	147	995	966	29
1961-1967	259	218	215	64	34	24	29	21	18	88	230	302	1443	1321	123
1968-1975	234	213	191	106	35	13	11	12	14	76	176	259	1310	1225	85
1995-2002	291	223	169	61	22	3	8	4	15	61	97	193	1109	1059	51
2003-2010	300	175	225	49	28	5	16	5	7	73	130	201	1175	1113	62
1961-1975	247	215	202	86	34	18	19	16	16	81	201	277	1372	1270	102
1995-2010	296	199	197	55	25	4	12	5	11	67	112	197	1142	1086	56
Variation	49	-16	-5	-31	-9	-14	-7	-11	-5	-14	-89	-81	-230	-184	-46
Rel.Var.(%)	20%	-7%	-3%	-36%	-27%	-76%	-39%	-70%	-30%	-17%	-44%	-29%	-17%	-14%	-45%
Slope	1,25	-0,57	-0,14	-0,77	-0,29	-0,40	-0,20	-0,32	-0,17	-0,30	-2,45	-2,37	-6,54	-5,17	-1,36
R2	0,03	0,02	0,00	0,05	0,05	0,19	0,03	0,13	0,03	0,01	0,27	0,22	0,17	0,12	0,24

Jours pluvieux (pluie >=1mm) - Antsirabe															
Days with rainfall (>=1mm) - Antsirabe															
Nb Rain Days	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nb Rain Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	19	8	21	8	3	3	4	2	1	6	14	21	110	97	13
1962	11	14	19	5	4	2	1	2	1	7	22	21	109	99	10
1963	20	11	15	11	6	5	4	0	1	14	12	21	120	104	16
1964	14	12	10	5	3	7	6	1	1	7	17	22	105	87	18
1965	21	14	19	6	1	1	8	7	5	9	11	20	122	100	22
1966	10	12	12	10	2	2	2	3	5	7	9	16	90	76	14
1967	20	12	21	8	2	0	1	0	0	0	20	0	84	81	3
1968	0	6	8	8	4	3	1	1	2	1	15	22	71	60	11
1969	17	21	15	14	6	0	4	4	2	6	10	25	124	108	16
1970	19	18	15	6	3	2	0	0	0	8	24	15	110	105	5
1971	21	16	13	7	4	0	0	0	3	8	13	19	104	97	7
1972	19	20	16	8	8	4	6	7	0	10	12	15	125	100	25
1973	19	19	14	14	1	3	2	3	4	3	22	20	124	111	13
1974	11	17	16	16	7	7	2	1	3	16	8	26	130	110	20
1975	12	20	13	8	3	1	1	1	0	8	15	24	106	100	6
1995	21	12	6	11	9	1	0	0	0	1	9	17	87	77	10
1996	0	10	20	1	1	0	1	0	0	1	4	12	50	48	2
1997	7	14	9	12	7	0	2	1	2	9	7	2	72	60	12
1998	13	19	13	7	0	2	0	0	6	5	5	25	95	87	8
1999	19	10	9	5	2	0	0	1	5	8	8	14	81	73	8
2000	14	13	6	6	0	2	8	2	0	11	16	18	96	84	12
2001	26	14	14	4	0	0	1	4	0	9	9	18	99	94	5
2002	10	18	14	2	7	1	2	0	4	7	11	20	96	82	14
2003	26	10	21	4	6	5	1	1	2	1	13	21	111	96	15
2004	18	15	12	5	3	0	3	3	6	17	11	0	93	78	15
2005	17	17	13	4	6	0	2	0	0	3	10	28	100	92	8
2006	13	8	7	11	3	2	3	1	1	3	12	15	79	69	10
2007	28	22	8	10	4	0	1	0	1	9	15	13	111	105	6
2008	15	13	12	9	5	2	2	0	2	8	17	12	97	86	11
2009	24	13	14	9	1	1	3	4	1	13	0	0	83	73	10
2010	20	12	17	1	3	2	1	1	0	7	11	14	89	82	7
1961-1967	16	12	17	8	3	3	4	2	2	7	15	17	106	92	14
1968-1975	15	17	14	10	5	3	2	2	2	8	15	21	112	99	13
1995-2002	14	14	11	6	3	1	2	1	2	6	9	16	85	76	9
2003-2010	20	14	13	7	4	2	2	1	2	8	11	13	95	85	10
1961-1975	16	15	15	9	4	3	3	2	2	7	15	19	109	96	13
1995-2010	17	14	12	6	4	1	2	1	2	7	10	14	90	80	10
Variation	1	-1	-3	-3	0	-2	-1	-1	0	0	-5	-5	-19	-15	-4
Rel.Var.(%)	9%	-6%	-19%	-29%	-6%	-58%	-33%	-47%	0%	-5%	-34%	-25%	-17%	-16%	-28%
Slope	0,06	0,00	-0,08	-0,06	-0,01	-0,04	-0,03	-0,02	0,00	0,00	-0,13	-0,14	-0,45	-0,35	-0,10
R2	0,03	0,00	0,12	0,09	0,00	0,14	0,05	0,05	0,00	0,00	0,19	0,11	0,20	0,16	0,11

Données pluviométriques existantes - Ivory															
Available rainfall data - Ivory															
Nbr Data Rain	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nbr Data Rain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005						14	31	31	21				97	0	97
2006	20	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	354	201	153
2007	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2008	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2009	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2010	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2011	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2012	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2013	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2014	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2015	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2016	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366	213	153
2017	31	28	31	30	31	30	10			28	30	31	280	209	71
2018	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153
2019	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	212	153

Cumuls pluviométriques - Ivory															
Rainfall amounts - Ivory															
Rain (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005							11	0							
2006		266	175	81	1	15	47	3	0	46	98	333	1065	999	66
2007	437	320	41	68	10	0	0	0	1	23	169	215	1283	1272	11
2008	94	272	55	25	12	2	0	1	3	59	175	249	945	928	17
2009	293	202	254	85	1	2	10	39	0	64	130	156	1233	1182	52
2010	208	288	211	13	6	8	0	17	0	51	282	254	1336	1306	30
2011	441	201	342	190	40	0	0	20	1	45	109	204	1591	1530	61
2012	274	132	114	92	8	1	0	0	0	147	137	286	1190	1181	9
2013	290	348	170	57	19	1	0	0	8	90	149	191	1321	1293	28
2014	321	297	100	35	6	0	30	0	23	21	115	202	1147	1089	59
2015	615	436	348	12	45	1	0	11	0	38	101	283	1889	1833	57
2016	268	303	265	3	14	7	0	0	5	15	272	183	1333	1308	26
2017	295	302	179	84	10	14	0	0	0	47	180	264	1373	1350	23
2018	425	203	169	109	0	0	3	0	16	45	167	199	1334	1315	19
2019	427	166	99	86	24	4	0	0	1	62	169	113	1150	1121	29
2005-2019	337	267	180	67	14	4	7	6	4	54	161	223	1299	1264	35
2005-2010	258	269	147	54	6	5	11	10	1	48	171	241	1172	1137	35
2015-2019	406	282	212	59	18	5	1	2	4	41	178	208	1416	1385	31
Variation	148	12	65	4	13	0	-11	-8	4	-7	7	-33	244	248	-4
Rel.Var.(%)	57%	5%	44%	8%	223%	-4%	-95%	-78%	529%	-15%	4%	-14%	21%	22%	-12%
Slope	11,97	-0,79	3,58	-0,10	0,81	-0,07	-1,11	-0,56	0,58	-0,43	2,33	-5,88	17,13	17,93	-0,80
R2	0,13	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00	0,13	0,05	0,12	0,00	0,03	0,18	0,10	0,11	0,03

Jours pluvieux (pluie >=1mm) - Ivory															
Days with rainfall (>=1mm) - Ivory															
Nb Rain Days	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Nb Rain Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005						1,0	2	0							
2006		18	11	10	1	3	5	1	0	3	8	22	82	72	10
2007	28	20	10	9	4	0	0	0	1	4	13	17	106	101	5
2008	15	16	10	3	2	1	0	0	1	7	14	19	88	84	4
2009	21	16	18	9	0	1	1	3	0	9	9	14	101	96	5
2010	11	21	18	2	2	3	0	1	0	5	13	19	95	89	6
2011	24	21	17	11	2	0	0	4	0	5	8	15	107	101	6
2012	25	15	15	12	3	0	0	0	0	11	17	18	116	113	3
2013	22	20	12	6	3	1	0	0	1	11	15	14	105	100	5
2014	27	20	14	4	1	0	3	0	3	3	8	15	98	91	7
2015	27	23	15	3	7	1	0	2	0	5	6	18	107	97	10
2016	18	19	17	1	3	1	0	0	2	3	16	21	101	95	6
2017	17	22	16	12	2	2	0	0	0	5	12	19	107	103	4
2018	25	17	8	10	0	0	1	0	3	3	14	15	96	92	4
2019	25	16	15	9	6	1	0	0	0	6	13	9	100	93	7
2005-2019	22	19	14	7	3	1	1	1	1	6	12	17	101	95	6
2005-2010	19	18	13	7	2	2	1	1	0	6	11	18	94	88	6
2015-2019	22	19	14	7	4	1	0	0	1	4	12	16	102	96	6
Variation	4	1	1	0	2	-1	-1	0	1	-1	1	-2	8	8	0
Rel.Var.(%)	19%	7%	6%	6%	100%	-33%	-85%	-52%	150%	-21%	7%	-10%	8%	9%	3%
Slope	0,25	0,06	0,11	0,00	0,14	-0,05	-0,13	-0,05	0,08	-0,08	0,15	-0,33	0,70	0,74	-0,04
R2	0,03	0,01	0,02	0,00	0,08	0,04	0,14	0,04	0,09	0,02	0,04	0,17	0,11	0,10	0,01

Annexe 3-4 Cumuls pluviométriques sur différentes périodes et périodes de jours pluvieux successifs

Moyenne des cumuls pluviométriques sur 7 jours - Andranomanelatra															
Mean of rainfall amounts on 7 days - Andranomanelatra															
Rain 7d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain 7d (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	142	26	58	19	5	2	0	1	3	16	33	84	32	54	2
2004	46	51	25	8	8	0	2	6	10	48	33	96	28	44	5
2005	52	66	46	13	12	0	2	0	5	8	26	104	28	45	4
2006	27	26	46	15	1	3	10	1	0	8	39	67	20	33	3
2007	158	49	18	11	7	0	1	0	0	21	42	61	31	52	2
2008	56	43	23	9	5	1	1	0	1	27	58	56	23	39	2
2009	69	66	47	23	0	4	10	14	3	17	17	37	26	40	6
2010	67	32	45	1	14	1	0	0	0	10	33	54	21	35	3
2011	53	56	44	29	6	0	0	1	2	25	27	34	23	38	2
2012	63	73	23	30	8	1	0	0	0	15	42	28	24	39	2
2013	55	54	36	4	3	0	0	0	3	43	65	54	26	45	1
2014	53	53	16	1	1	1	5	0	3	3	29	92	21	35	2
2015	86	86	37	11	3	0	2	4	0	28	40	79	31	53	2
2016	60	87	25	4	10	6	1	0	0	13	43	47	25	40	3
2017	56	75	53	11	0	5	0	0	1	15	50	52	27	45	1
2018	91	69	16	12	9	0	1	0	0	9	43	39	24	40	2
2019	53	59	18	26	2	2	0	0	11	23	31	17	20	32	3
2003-2019	70	57	34	13	5	2	2	2	3	19	38	59	25	42	3
2003-2008	80	44	36	12	6	1	3	1	3	21	39	78	27	44	3
2014-2019	67	72	27	11	4	2	1	1	2	15	39	54	25	41	2
Variation	-13	28	-9	-2	-2	1	-1	-1	-1	-6	0	-23	-2	-4	-1
Rel.Var.(%)	-17%	64%	-24%	-13%	-35%	126%	-52%	-41%	-20%	-29%	1%	-30%	-9%	-8%	-24%
Slope	-1,30	2,32	-1,07	-0,04	-0,18	0,10	-0,19	-0,15	-0,06	-0,33	0,52	-2,81	-0,27	-0,39	-0,10

Moyenne des cumuls pluviométriques sur 14 jours - Andranomanelatra															
Mean of rainfall amounts on 14 days - Andranomanelatra															
Rain 14d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain 14d (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	273	64	118	32	13	3	1	2	5	34	63	163	64	107	5
2004	92	101	55	19	14	0	5	10	24	86	77	185	56	88	10
2005	106	133	94	26	23	2	4	0	10	14	53	192	55	88	8
2006	62	57	93	30	2	6	18	4	1	15	85	137	43	68	6
2007	305	103	37	23	13	0	1	0	0	44	80	109	60	100	3
2008	125	88	43	20	12	3	2	1	1	46	121	120	48	80	4
2009	135	138	90	45	1	7	18	31	9	31	35	80	52	79	13
2010	129	65	88	6	24	2	1	0	0	20	66	108	42	69	5
2011	107	104	93	59	12	1	0	2	5	45	57	70	46	77	4
2012	121	146	48	60	16	3	0	0	0	27	80	63	47	78	4
2013	102	108	81	7	6	0	0	0	6	78	133	115	53	89	2
2014	101	104	38	2	1	2	8	1	6	7	56	184	43	70	4
2015	171	163	83	23	5	1	4	7	0	54	83	150	62	104	3
2016	130	172	52	7	16	17	1	0	0	22	83	104	50	81	7
2017	102	154	102	28	1	10	1	0	2	29	96	112	53	89	3
2018	174	139	36	23	18	0	2	0	0	18	85	77	48	79	4
2019	106	116	40	47	8	5	0	1	26	42	61	40	41	65	8
2003-2019	138	115	70	27	11	4	4	4	6	36	77	118	51	83	6
2003-2008	161	91	73	25	13	2	5	3	7	40	80	151	54	89	6
2014-2019	131	141	59	22	8	6	3	2	6	29	77	111	49	81	5
Variation	-30	50	-15	-3	-5	3	-2	-1	-1	-11	-2	-40	-5	-7	-1
Rel.Var.(%)	-19%	55%	-20%	-13%	-37%	142%	-47%	-46%	-19%	-28%	-3%	-26%	-9%	-8%	-21%
Slope	-2,77	4,14	-1,95	-0,07	-0,35	0,25	-0,33	-0,32	-0,12	-0,64	0,79	-4,89	-0,52	-0,77	-0,17

Nombre de périodes de plus de 3 jours pluvieux successifs - Andranomanelatra															
Number of periods of more than 3 consecutive rainy days - Andranomanelatra															
CRD >=3	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CRD >=3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	2	1	1	2	0	1	0	0	0	0	1	2	10	9	1
2004	2	1	2	1	1	0	0	0	1	2	3	1	14	12	2
2005	3	3	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	12	12	0
2006	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	8	8	0
2007	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	5	1	13	13	0
2008	2	3	2	0	0	0	0	0	0	1	3	2	13	13	0
2009	4	2	3	1	0	0	1	0	0	2	1	4	18	17	1
2010	2	2	3	0	1	0	0	0	0	2	1	3	14	13	1
2011	2	4	2	0	1	0	0	0	0	1	2	3	15	14	1
2012	2	3	3	1	0	0	0	0	0	1	3	3	16	16	0
2013	3	4	2	1	0	0	0	0	0	1	2	3	16	16	0
2014	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	11	11	0
2015	3	4	2	0	0	0	0	0	0	2	1	3	15	15	0
2016	3	1	3	0	1	1	0	0	0	0	2	1	12	10	2
2017	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	11	11	0
2018	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	11	11	0
2019	3	4	3	1	0	0	0	0	0	2	1	1	15	15	0
2003-2019	2,3	2,6	2,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,9	2,2	2,2	13,2	12,7	0,5
2003-2008	2,0	1,8	1,5	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,7	2,8	1,5	11,7	11,2	0,5
2014-2019	2,3	3,0	2,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,7	1,8	2,2	12,5	12,2	0,3
Variation	0,3	1,2	0,5	-0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	-1,0	0,7	0,8	1,0	-0,2
Rel.Var.(%)	17%	64%	33%	-80%	0%	0%	#####	#####	-100%	0%	-35%	44%	7%	9%	-33%
Slope	0,02	0,12	0,05	-0,06	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,05	0,04	0,08	0,12	-0,04

Nombre de périodes de plus de 5 jours pluvieux successifs - Andranomanelatra															
Number of periods of more than 5 consecutive rainy days - Andranomanelatra															
CRD >=5	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CRD >=5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2003	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	0
2004	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	8	8	0
2005	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	6	0
2006	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0
2007	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6	6	0
2008	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	9	9	0
2009	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	7	0
2010	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	6	0
2011	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6	6	0
2012	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	7	7	0
2013	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6	6	0
2014	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	0
2015	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	8	8	0
2016	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	6	0
2017	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	5	0
2018	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	5	0
2019	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	6	6	0
2003-2019	1,4	1,4	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	1,1	6,1	6,1	0,0
2003-2008	1,5	1,3	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	1,0	6,2	6,2	0,0
2014-2019	1,5	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	1,0	5,7	5,7	0,0
Variation	0,0	0,2	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	-0,5	-0,5	0,0
Rel.Var.(%)	0%	13%	-40%	-100%	#####	#####	#####	#####	#####	-50%	0%	0%	-8%	-8%	#####
Slope	0,00	0,04	-0,04	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,03	-0,03	-0,03	0,00

Moyenne des cumuls pluviométriques sur 7 jours - Antsirabe															
Mean of rainfall amounts on 7 days - Antsirabe															
Rain 7d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain 7d (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	74	43	96	18	14	6	6	6	0	11	46	60	32	50	6
1962	35	80	44	11	10	1	0	1	2	13	66	84	29	48	3
1963	73	58	28	18	13	17	4	0	2	41	38	61	30	46	7
1964	48	72	18	6	2	7	8	1	0	22	73	77	28	45	4
1965	71	33	67	16	1	0	18	17	7	20	58	74	32	49	9
1966	28	29	34	20	9	4	6	6	10	15	24	58	20	30	7
1967	55	48	64	12	3	0	0	0			54				1
1968		19	32	19	10	3	1	2	3	1	29	71			4
1969	45	83	51	21	11	0	3	5	5	22	28	77	29	47	5
1970	76	39	56	6	2	1	0	0	0	14	74	39	26	43	1
1971	75	42	40	10	4	0	0	0	9	7	39	56	23	38	3
1972	50	57	25	19	17	4	11	10	0	37	26	54	26	38	8
1973	59	71	49	38	0	2	2	2	6	4	64	50	29	48	2
1974	22	35	42	61	16	10	1	1	2	44	18	54	26	39	6
1975	39	79	51	10	5	1	1	0	0	17	41	62	26	43	1
1995	61		14	50	17	1	0		0						5
1996		33	78	2	1	0	0	0	0		22				0
1997			21	13	8		1	1							
1998	50	73			1	3	0	2	14	11	6	69	23	42	4
1999	95	32	24	8	2	0	0	1	4		19	18	18	33	1
2000									0						
2001	148	58	43	5	0		3	5	0	10	12	50	30	46	2
2002	37	85	38	2	10	0	1	0	3	12	36	41	22	36	3
2003	84	36	71	10	5	2	0	1	2	5	23	55	25	41	2
2004	47	55	26	6	5	0	2	4	8	53	32				4
2005	44	86	147	21	14	0	2		3	7	18	69	37	56	5
2006	25	27	31	19	5	2	10	1	0	4	28	60	18	28	4
2007	144	44	12	11	12	0	0	0	0	13	34	62	28	46	2
2008	53	26	24	6	3	1	1	0	1	22	36	33	17	29	1
2009	74	56	32	22	0	1	13	3	3	15					4
2010	56	37	47	2	3	2	1	0	0	5	36	35	19	31	1
1961-1967	55	52	50	14	7	5	6	5	4	20	51	69	28	44	5
1968-1975	52	53	43	23	8	3	2	2	3	18	40	58	26	42	4
1995-2002	78	56	36	13	6	1	1	1	3	8	19	45	23	39	2
2003-2010	66	46	49	12	6	1	3	1	2	16	30	52	24	38	3
1961-1975	54	53	47	19	8	4	4	3	3	19	45	63	27	43	4
1995-2010	71	50	43	13	6	1	2	1	3	13	25	49	24	39	3
Variation	17	-3	-3	-6	-2	-3	-2	-2	-1	-6	-20	-13	-4	-5	-2
Rel.Var.(%)	32%	-5%	-7%	-34%	-26%	-75%	-48%	-59%	-22%	-32%	-44%	-22%	-13%	-11%	-39%
Slope	0,40	-0,08	-0,10	-0,16	-0,06	-0,08	-0,05	-0,06	-0,02	-0,14	-0,54	-0,41	-0,11	-0,15	-0,05

Moyenne des cumuls pluviométriques sur 14 jours - Antsirabe															
Mean of rainfall amounts on 14 days - Antsirabe															
Rain 14d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain 14d (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	108	88	194	36	28	11	13	13	2	24	84	123	60	94	13
1962	70	160	84	34	17	2	0	2	3	28	128	167	58	96	5
1963	144	118	61	36	26	36	8	0	4	82	78	118	59	91	15
1964	99	145	36	12	4	13	15	3	3	39	140	158	56	90	7
1965	147	64	132	35	1	1	34	37	13	42	105	157	64	97	17
1966	58	50	72	42	18	8	11	12	21	29	47	118	41	59	14
1967	108	97	127	25	7	0	0	0			102				2
1968		34	68	36	16	10	1	3	5	2	57	138			7
1969	93	166	97	48	22	0	6	10	10	47	52	156	59	94	10
1970	151	78	107	16	6	2	1	0	1	29	145	81	51	87	2
1971	140	95	77	23	6	0	0	0	18	13	79	110	47	77	5
1972	94	120	52	39	33	8	20	21	0	72	54	106	52	77	17
1973	122	141	99	74	0	5	4	5	9	10	128	98	58	96	5
1974	46	67	90	112	37	19	4	2	6	82	42	107	51	78	14
1975	77	161	92	30	10	1	2	0	0	30	87	121	51	85	3
1995	116		29	102	32	3	0		0						9
1996		61	160	4	1	0	1	0	0		44				0
1997			45	25	17		1	1							
1998	100	138			3	5	0	5	25	20	16	137	45	82	8
1999	185	69	48	16	5	0	0	2	8		45	36	38	67	3
2000															
2001	282	131	89	11	0	0	5	10	0	19	27	91	55	93	3
2002	81	167	80	4	19	0	1	1	6	25	72	83	45	73	5
2003	159	81	141	21	10	5	1	3	4	12	42	106	49	80	4
2004	93	115	54	13	8	0	3	6	19	97	71				7
2005	88	187	277	43	26	2	3		7	12	36	132	74	111	10
2006	53	60	65	36	11	3	17	5	1	8	61	121	37	58	7
2007	275	95	25	23	22	0	0	0	1	25	65	112	54	89	5
2008	116	56	42	18	7	3	1	0	2	37	75	71	36	59	3
2009	137	121	66	42	1	2	21	11	6	27					8
2010	111	76	89	7	6	3	1	1	0	11	70	71	37	62	2
1961-1967	105	103	101	31	15	10	12	9	8	41	98	140	56	88	11
1968-1975	103	108	85	47	16	6	5	5	6	36	80	115	53	85	8
1995-2002	153	113	75	27	11	1	1	3	7	16	41	87	46	79	5
2003-2010	129	99	95	25	11	2	6	4	5	29	60	102	48	76	6
1961-1975	104	106	93	40	16	8	8	7	7	38	89	126	54	86	9
1995-2010	138	104	86	26	11	2	4	3	6	24	52	96	47	77	5
Variation	34	-1	-6	-14	-4	-6	-4	-4	-1	-13	-37	-30	-7	-9	-4
Rel.Var.(%)	33%	-1%	-7%	-35%	-28%	-76%	-53%	-53%	-18%	-36%	-41%	-23%	-14%	-10%	-41%
Slope	0,84	-0,03	-0,22	-0,34	-0,13	-0,17	-0,11	-0,11	-0,04	-0,32	-0,97	-0,89	-0,22	-0,28	-0,11

Nombre de périodes de plus de 3 jours pluvieux successifs - Antsirabe															
Number of periods of more than 3 consecutive rainy days - Antsirabe															
CRD >=3	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CRD >=3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	10	10	0
1962	0	2	3	1	0	0	0	0	0	1	2	4	13	13	0
1963	4	1	3	1	0	1	0	0	0	1	2	3	16	15	1
1964	2	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	5	12	10	2
1965	4	3	2	0	0	0	1	0	0	0	1	3	14	13	1
1966	2	1	1	2	0	0	0	1	0	1	1	3	12	11	1
1967	5	1	4	1	0	0	0	0			2				0
1968		1	1	1	1	1	0	0	0	0	3	2			2
1969	3	2	3	2	2	0	0	1	0	2	1	3	19	16	3
1970	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	4	3	15	15	0
1971	2	4	3	0	0	0	0	0	1	2	1	3	16	15	1
1972	2	3	2	2	1	1	0	0	0	2	0	2	15	13	2
1973	2	3	1	3	0	0	0	1	0	0	3	3	16	15	1
1974	1	3	2	3	0	0	0	0	0	2	1	4	16	16	0
1975	2	3	2	2	1	0	0	0	0	1	1	3	15	14	1
1995	1		0	1	1	0	0		0	0					1
1996		0	2	0	0	0	0	0	0		0				0
1997			1	1	1		0	0							
1998	0	2			0	0	0	0	2	1	0	1	6	4	2
1999	3	3	1	0	0	0	0	0	0		1	1	9	9	0
2000															
2001	2	3	3	0	0		0	1	0	2	2	1	14	13	1
2002	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	11	11	0
2003	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	11	9	2
2004	1	2	2	1	0	0	1	0	1	2	3				2
2005	3	2	1	0	1	0	0		0	1	2	2	12	11	1
2006	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	3	1	9	9	0
2007	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	2	2	11	10	1
2008	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	12	12	0
2009	4	2	3	0	0	0	0	0	0	3					0
2010	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1	1	3	13	13	0
1961-1967	2,9	1,3	2,1	0,7	0,0	0,3	0,3	0,1	0,0	0,7	1,6	3,5	12,8	12,0	0,7
1968-1975	2,1	2,6	2,1	1,6	0,6	0,3	0,0	0,3	0,1	1,1	1,8	2,9	16,0	14,9	1,3
1995-2002	1,6	2,2	1,5	0,3	0,3	0,0	0,0	0,2	0,3	0,8	0,8	1,5	10,0	9,3	0,7
2003-2010	2,3	1,9	1,8	0,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	1,0	2,0	2,2	11,3	10,7	0,8
1961-1975	2,5	2,0	2,1	1,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,9	1,7	3,1	14,5	13,5	1,0
1995-2010	2,0	2,0	1,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,9	1,5	1,9	10,8	10,1	0,7
Variation	-0,5	0,0	-0,5	-0,7	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,2	-1,2	-3,7	-3,4	-0,3
Rel.Var.(%)	-20%	0%	-23%	-58%	0%	-71%	-50%	-62%	200%	-1%	-10%	-40%	-26%	-25%	-29%
Slope	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,08	-0,07	-0,01

Nombre de périodes de plus de 5 jours pluvieux successifs - Antsirabe															
Number of periods of more than 5 consecutive rainy days - Antsirabe															
CRD >=5	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CRD >=5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0
1962	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4	4	0
1963	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	8	8	0
1964	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	6	0
1965	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	0
1966	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
1967	2	1	1	0	0	0	0	0			1				0
1968		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1			0
1969	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	9	9	0
1970	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	9	9	0
1971	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	5	0
1972	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	0
1973	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	9	9	0
1974	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	7	7	0
1975	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	6	0
1995	1		0	0	1	0	0		0	0					1
1996		0	2	0	0	0	0	0	0		0				0
1997			0	1	0		0	0							
1998	0	2			0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0
1999	3	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	5	5	0
2000															
2001	2	2	0	0	0		0	0	0	0	1	0	5	5	0
2002	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	6	0
2003	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0
2004	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	2				0
2005	1	0	1	0	0	0	0		0	0	1	2	5	5	0
2006	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0
2007	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5	5	0
2008	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	4	0
2009	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1					0
2010	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0
1961-1967	1,4	0,4	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,7	5,2	5,2	0,0
1968-1975	1,6	1,5	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	1,6	7,1	7,1	0,0
1995-2002	1,4	1,2	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,8	4,8	4,8	0,2
2003-2010	1,3	1,0	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	1,0	4,5	4,5	0,0
1961-1975	1,5	1,0	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	1,6	6,2	6,2	0,0
1995-2010	1,3	1,1	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,9	4,6	4,6	0,1
Variation	-0,2	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,7	-1,6	-1,6	0,1
Rel.Var.(%)	-13%	8%	19%	-20%	#####	#####	#####	#####	#####	-22%	-23%	-45%	-26%	-26%	#####
Slope	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,04	-0,04	0,00

Moyenne des cumuls pluviométriques sur 7 jours - Ivory															
Mean of rainfall amounts on 7 days - Ivory															
Rain 7d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain 7d (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005							2	0							
2006		68	37	19	1	3	10	1	0	11	23	76			3
2007	96	80	9	15	3	0	0	0	0	8	35	48	25	42	1
2008	22	64	13	6	2	1	0	0	0	14	41	58	18	31	1
2009	61	55	56	17	0	0	2	9	1	16	29	33	23	38	2
2010	46	74	46	3	2	1	0	4	0	12	61	61	26	43	1
2011	95	56	77	45	7	0	0	4	0	10	23	48	31	51	2
2012	61	32	25	21	2	0	0	0	0	32	33	64	22	38	0
2013	72	83	34	13	4	0	0	0	2	20	34	44	26	43	1
2014	72	76	20	8	1	0	7	0	5	6	25	45	22	36	3
2015	137	114	75	4	9	0	1	2	0	10	21	59	36	60	2
2016	66	72	60	2	3	2	0	0	1	4	63	45	26	45	1
2017	67	69	41	19	2	3				10	42	61	35	44	
2018	94	55	33	25	0	0	1	0	3	11	38	48	26	43	1
2019	90	45	22	20	5	1	0	0	0	16	37	21	21	36	1
2005-2019	75	67	39	16	3	1	2	1	1	13	36	51	26	42	2
2005-2010	56	68	32	12	1	1	3	2	0	12	38	55	23	39	2
2015-2019	91	71	46	14	4	1	0	0	1	10	40	47	29	46	1
Variation	35	3	14	2	2	0	-2	-2	1	-2	2	-8	6	7	0
Rel.Var.(%)	61%	4%	43%	16%	151%	18%	-86%	-79%	185%	-17%	6%	-15%	25%	18%	-17%
Slope	2,76	-0,20	0,72	0,05	0,13	0,01	-0,23	-0,12	0,13	-0,13	0,56	-1,41	0,42	0,39	-0,04

Moyenne des cumuls pluviométriques sur 14 jours - Ivory															
Mean of rainfall amounts on 14 days - Ivory															
Rain 14d (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
Rain 14d (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005							5	0							
2006		143	75	35	3	5	19	3	0	23	49	153			6
2007	187	161	20	29	6	0	0	0	0	16	68	92	48	82	1
2008	51	129	24	13	4	3	0	0	1	25	87	115	38	63	1
2009	119	113	111	34	0	1	3	18	5	29	57	69	47	76	5
2010	91	149	92	6	3	2	0	8	0	24	116	128	52	87	3
2011	179	126	151	89	15	0	2	8	0	20	43	99	61	101	5
2012	121	64	52	41	3	0	0	0	0	57	72	123	45	76	1
2013	147	171	67	24	11	0	0	0	3	38	71	90	52	87	3
2014	134	155	45	16	3	0	13	0	9	14	47	94	44	72	5
2015	272	222	154	13	16	0	2	3	0	18	44	109	71	119	4
2016	139	137	125	5	4	4	0	0	2	8	120	97	53	90	2
2017	129	144	80	40	4	6				19	87	120	70	89	
2018	185	116	67	47	0	0	1	0	5	23	71	101	51	87	1
2019	176	91	45	39	10	3	1	0	3	28	72	47	43	71	4
2005-2019	149	137	79	31	6	2	3	3	2	24	72	103	52	85	3
2005-2010	112	139	65	23	3	2	4	5	1	24	75	111	46	77	3
2015-2019	180	142	94	29	7	3	1	1	3	19	79	95	58	91	3
Variation	68	3	29	6	4	1	-4	-4	1	-4	3	-16	12	14	-1
Rel.Var.(%)	61%	2%	46%	25%	120%	33%	-80%	-83%	110%	-18%	4%	-15%	26%	19%	-17%
Slope	5,44	-0,66	1,58	0,24	0,22	0,06	-0,39	-0,29	0,28	-0,30	0,93	-2,54	0,86	0,82	-0,07



Nombre de périodes de plus de 3 jours pluvieux successifs - Ivory																
Number of periods of more than 3 consecutive rainy days - Ivory																
CRD >=3	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.	
CRD >=3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.	
2005							0	0								
2006		3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4			0	
2007	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	3	11	11	0	
2008	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8	8	0	
2009	2	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	10	10	0	
2010	2	3	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	12	11	1	
2011	4	3	2	1	0	0	0	1	0	1	0	3	15	14	1	
2012	4	3	4	2	0	0	0	0	0	1	1	2	17	17	0	
2013	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	10	10	0	
2014	1	6	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	12	12	0	
2015	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	4	13	12	1	
2016	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	12	12	0	
2017	4	4	2	2	0	0			0	2	2	2	16	16		
2018	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	10	10	0	
2019	4	3	3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	13	13	0	
2005-2019	2,8	2,9	1,6	0,9	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,4	1,0	2,5	12,2	12,0	0,2	
2005-2010	2,0	2,6	1,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	2,8	10,3	10,0	0,2	
2015-2019	3,4	2,6	1,8	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	2,4	12,8	12,6	0,3	
Variation	1,4	0,0	0,8	0,0	0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	-0,4	2,6	2,6	0,1	
Rel.Var.(%)	70%	0%	80%	0%	#####	-100%	#####	#####	#####	#####	0%	75%	-14%	25%	26%	25%
Slope	0,13	0,03	0,08	-0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	-0,09	0,20	0,22	0,00	

Nombre de périodes de plus de 5 jours pluvieux successifs - Ivory																	
Number of periods of more than 5 consecutive rainy days - Ivory																	
CRD >=5	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.		
CRD >=5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.		
2005							0	0									
2006		2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2			0		
2007	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0		
2008	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0		
2009	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	0		
2010	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	6	0		
2011	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	9	9	0		
2012	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	5	0		
2013	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0		
2014	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0		
2015	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	7	1		
2016	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	6	0		
2017	1	3	0	1	0	0				0	0	2	7	7			
2018	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5	5	0		
2019	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0		
2005-2019	1,5	1,6	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,1	5,2	5,2	0,1		
2005-2010	0,8	1,6	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	4,5	4,5	0,0		
2015-2019	1,8	1,8	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	5,8	5,6	0,3		
Variation	1,1	0,2	-0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	-0,8	1,3	1,1	0,3		
Rel.Var.(%)	140%	13%	-33%	100%	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	100%	-50%	29%	24%	#####
Slope	0,09	0,00	-0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,09	0,04	0,03	0,01		

Annexe 3-5 Pauses pluviométriques

Nombre de périodes de 4 à 7 jours secs successifs - Andranomanelatra																								
Number of periods of 4 to 7 consecutive dry days - Andranomanelatra																								
CDD 4-7	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.									
CDD 4-7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.									
2003	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4	3	1									
2004	1	1	1	0	1	0	0	0	2	1	2	0	9	6	3									
2005	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5	4	1									
2006	0	2	1	1	0	2	1	0	0	1	3	1	12	9	3									
2007	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	1	1	6	5	1									
2008	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	9	8	1									
2009	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	3	0	8	8	0									
2010	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	2	7	5	2									
2011	2	2	3	3	1	0	0	0	0	2	2	1	16	15	1									
2012	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	0									
2013	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	7	7	0									
2014	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	6	5	1									
2015	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0									
2016	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	4	3	1									
2017	1	0	2	2	0	0				3	0	0	8	8	0									
2018	1	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	2	8	7	1									
2019	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3	2	1									
2003-2019	0,8	0,6	1,0	0,9	0,3	0,3	0,3	0,0	0,2	0,8	1,2	0,7	7,1	6,1	1,0									
2003-2008	0,7	0,7	1,0	1,0	0,3	0,7	0,2	0,0	0,5	0,5	1,7	0,3	7,5	5,8	1,7									
2014-2019	0,7	0,5	0,7	0,3	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0	0,7	0,8	0,8	5,2	4,5	0,7									
Variation	0,0	-0,2	-0,3	-0,7	-0,3	-0,5	0,4	0,0	-0,5	0,2	-0,8	0,5	-2,3	-1,3	-1,0									
Rel.Var.(%)	0%	-25%	-33%	-67%	-100%	-75%	260%	#####	-100%	33%	-50%	150%	-31%	-23%	-60%									
Slope	0,01	-0,01	-0,01	-0,05	-0,03	-0,03	0,03	0,00	-0,06	0,02	-0,08	0,05	-0,16	-0,07	-0,09									

Nombre de périodes de 8 à 14 jours secs successifs - Andranomanelatra																								
Number of periods of 8 to 14 consecutive dry days - Andranomanelatra																								
CDD 8-14	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.									
CDD 8-14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.									
2003	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	5	3	2									
2004	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	4	2	2									
2005	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0									
2006	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5	2	3									
2007	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	3	1									
2008	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	2	1									
2009	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	4	2	2									
2010	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	4	3	1									
2011	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	2	1									
2012	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0									
2013	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1									
2014	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5	2	3									
2015	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	0									
2016	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4	3	1									
2017	1	0	0	1	0	2				0	0	0	4	2	2									
2018	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	4	0									
2019	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	2	7	4	3									
2003-2019	0,1	0,1	0,5	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	3,8	2,5	1,4									
2003-2008	0,2	0,3	0,5	0,5	0,7	0,0	0,3	0,2	0,3	0,3	0,0	0,5	3,8	2,3	1,5									
2014-2019	0,2	0,0	0,7	1,0	0,3	0,8	0,2	0,2	0,0	0,5	0,3	0,3	4,5	3,0	1,5									
Variation	0,0	-0,3	0,2	0,5	-0,3	0,8	-0,1	0,0	-0,3	0,2	0,3	-0,2	0,7	0,7	0,0									
Rel.Var.(%)	0%	-100%	33%	100%	-50%	#####	-40%	20%	-100%	50%	#####	-33%	17%	29%	0%									
Slope	0,00	-0,03	0,01	0,03	-0,02	0,08	-0,03	0,00	-0,03	0,02	0,02	0,00	0,05	0,06	-0,01									

Nombre de périodes de 4 à 7 jours secs successifs - Antsirabe															
Number of periods of 4 to 7 consecutive dry days - Antsirabe															
CDD 4-7	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CDD 4-7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	1	1	0	3	0	1	0	1	0	1	1	0	9	7	2
1962	2	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	8	6	2
1963	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	6	5	1
1964	3	1	2	1	1	2	1	1	0	1	2	0	15	10	5
1965	1	2	0	2	0	0	2	1	1	2	2	2	15	11	4
1966	2	1	3	3	1	0	0	0	1	1	1	1	14	12	2
1967	0	0	1	1	0	0	0	0			1				0
1968		1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0			0
1969	2	0	1	1	0	0	1	1	0	2	1	0	9	7	2
1970	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	8	8	0
1971	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	2	1	11	11	0
1972	1	0	2	0	1	0	1	2	0	2	1	1	11	7	4
1973	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	3	0
1974	1	1	0	1	0	4	0	0	1	2	2	0	12	7	5
1975	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0
1995	1		3	2	1	0	0		0	0					1
1996		1	0	0	0	0	0	0	0		0				0
1997			1	1	0		1	0							
1998	2	1			0	0	0	0	0	1	0	0	4	4	0
1999	1	0	1	1	0	0	0	0	0		1	1	5	5	0
2000															
2001	0	1	2	0	0		0	0	0	2	0	0	5	5	0
2002	3	1	1	1	2	0	0	0	0	1	3	0	12	10	2
2003	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	2	0	6	4	2
2004	1	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1				2
2005	1	0	1	1	0	0	0		0	0	0	0	3	3	0
2006	3	3	0	1	1	0	1	0	0	1	3	1	14	12	2
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	4	0
2008	2	1	3	0	1	1	0	0	0	0	2	3	13	11	2
2009	0	0	3	1	0	0	0	1	0	1					1
2010	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	7	7	0
1961-1967	1,4	1,1	1,1	1,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,3	1,0	1,1	0,5	11,2	8,5	2,3
1968-1975	1,4	0,3	1,4	1,0	0,1	0,5	0,3	0,4	0,1	1,0	0,8	0,6	8,1	6,6	1,4
1995-2002	1,4	0,8	1,3	0,8	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,8	0,3	6,5	6,0	0,5
2003-2010	1,0	0,9	1,3	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	1,4	1,2	7,8	6,8	1,1
1961-1975	1,4	0,7	1,3	1,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	1,0	0,9	0,6	9,5	7,5	1,8
1995-2010	1,2	0,8	1,3	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	1,2	0,8	7,3	6,5	0,9
Variation	-0,3	0,2	0,0	-0,6	0,1	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	-0,3	0,2	0,2	-2,2	-1,0	-0,9
Rel.Var.(%)	-19%	27%	2%	-49%	20%	-84%	-67%	-81%	0%	-25%	25%	40%	-23%	-13%	-52%
Slope	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,01	0,01	-0,06	-0,03	-0,03

Nombre de périodes de 8 à 14 jours secs successifs - Antsirabe															
Number of periods of 8 to 14 consecutive dry days - Antsirabe															
CDD 8-14	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CDD 8-14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
1961	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	4	3	1
1962	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	5	5	0
1963	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	1	6	3	3
1964	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
1965	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	4	1	3
1966	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	2	1
1967	0	1	0	1	1	0	0	0			0				1
1968		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1			0
1969	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	5	3	2
1970	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	5	3	2
1971	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	4	3	1
1972	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	4	2	2
1973	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1
1974	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	0
1975	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	0
1995	0		1	0	0	0	0		0	0					0
1996		1	0	0	0	0	0	0	0		2				0
1997			1	0	2		0	0							
1998	0	0			0	0	0	0	1	0	2	0	3	2	1
1999	0	2	1	0	0	0	0	1	0		1	1	6	5	1
2000															
2001	0	0	0	0	0		0	1	0	0	2	0	3	2	1
2002	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1
2003	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4	2	2
2004	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1				2
2005	0	0	1	1	0	0	0		0	0	0	0	2	2	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1	1
2007	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	5	4	1
2008	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	4	2	2
2009	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1					0
2010	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0
1961-1967	0,3	0,4	0,1	0,6	0,6	0,1	0,1	0,3	0,2	1,0	0,0	0,3	4,0	2,7	1,3
1968-1975	0,3	0,0	0,5	0,6	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0	0,5	0,5	0,3	3,7	2,6	1,0
1995-2002	0,0	0,6	0,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	1,4	0,3	3,5	2,5	0,7
2003-2010	0,0	0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	3,2	2,2	1,0
1961-1975	0,3	0,2	0,3	0,6	0,5	0,1	0,3	0,2	0,1	0,7	0,3	0,3	3,8	2,6	1,1
1995-2010	0,0	0,4	0,5	0,3	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8	0,2	3,3	2,3	0,9
Variation	-0,3	0,2	0,2	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,5	0,6	-0,1	-0,5	-0,3	-0,3
Rel.Var.(%)	-100%	92%	50%	-52%	-14%	-100%	-50%	15%	200%	-65%	213%	-30%	-14%	-12%	-24%
Slope	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	-0,02	-0,01	-0,01

Nombre de périodes de 4 à 7 jours secs successifs - Ivory															
Number of periods of 4 to 7 consecutive dry days - Ivory															
CDD 4-7	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CDD 4-7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005							0	0							
2006		1	0	2	0	0	2	1	0	0	4	0			3
2007	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	4	3	1
2008	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	7	7	0
2009	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	6	6	0
2010	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
2011	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0
2012	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	7	7	0
2013	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5	5	0
2014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0
2015	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	5	4	1
2016	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	5	5	0
2017	0	0	1	2	0	0				2	1	0	6	6	
2018	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	5	5	0
2019	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	4	11	10	1
2005-2019	0,2	0,4	0,9	0,9	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,8	1,2	0,7	5,4	5,1	0,5
2005-2010	0,3	0,6	1,0	0,8	0,4	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2	1,8	0,2	4,8	4,3	1,0
2015-2019	0,2	0,2	1,0	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,8	1,2	6,4	6,0	0,5
Variation	-0,1	-0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	-0,3	-0,2	0,0	1,2	-1,0	1,0	1,7	1,8	-0,5
Rel.Var.(%)	-20%	-67%	0%	50%	0%	#####	-100%	-100%	#####	600%	-56%	500%	35%	41%	-50%
Slope	0,01	-0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	-0,04	-0,02	0,00	0,11	-0,13	0,13	0,21	0,22	-0,08

Nombre de périodes de 8 à 14 jours secs successifs - Ivory															
Number of periods of 8 to 14 consecutive dry days - Ivory															
CDD 8-14	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Year	Rain. S.	Dry S.
CDD 8-14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Year	Rain. S.	Dry S.
2005							0	0							
2006		0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	0			2
2007	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	4	1
2008	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	2	1
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
2010	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3	0
2011	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	0
2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
2013	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	4	3	1
2014	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1	6	4	2
2015	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	0
2016	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3	1	2
2017	0	0	0	0	2	0				0	1	0	3	1	
2018	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0
2019	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2
2005-2019	0,0	0,0	0,3	0,9	0,7	0,1	0,1	0,0	0,1	0,6	0,3	0,2	3,1	2,2	0,9
2005-2010	0,0	0,0	0,4	0,8	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,2	0,2	3,0	2,5	0,8
2015-2019	0,0	0,0	0,2	0,6	0,8	0,2	0,0	0,0	0,3	0,4	0,4	0,0	2,8	1,6	1,0
Variation	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	-0,8	0,2	-0,2	-0,2	-0,9	0,2
Rel.Var.(%)	#####	#####	-50%	-25%	33%	0%	#####	#####	#####	-67%	100%	-100%	-7%	-36%	25%
Slope	0,00	0,00	-0,02	-0,03	0,03	-0,01	0,01	0,00	0,02	-0,09	0,01	-0,02	-0,02	-0,11	0,02

Annexe 3-6 Analyse du début de la saison des pluies

Explications sur les indicateurs utilisés

Critère utilisé par la DGM :

Pour définir la date de démarrage de la saison des pluies au sens saison agricole, la DGM utilise un critère proposé par Omotosho (1992) : ce critère est « l'obtention d'au moins 20 mm de pluies dans deux jours avec pas plus de 10 jours secs successifs ».

Omotosho JB. 1992. Long-range prediction of the onset and end of the rainy season. International Journal of Climatology.

DGM, 2019. Perspectives climatiques pour la saison chaude et humide 2019/2020 (octobre 2019 à avril 2020. DGM, Antananarivo. 18 p.

Ce critère a été repris tel quel. La seule différence étant que la DGM considère qu'un jour pluvieux doit avoir au minimum 0.85 mm de précipitation, et que pour nous c'est 1 mm.

Critères de type 1 : cumul X mm à partir du 1^{er} octobre

Obtention d'un cumul de pluie à partir du 1^{er} octobre de 20 mm, de 40 mm, de 100 mm.

C'est un simple indicateur météorologique.

Critères de type 2 : cumul X mm sur Y jours successifs, à partir du 1^{er} octobre

Obtention d'un cumul de pluie de 20 mm sur 2 jours successifs; de 40 mm sur 2 jours successifs; de 40 mm sur 5 jours successifs; de 60 mm sur 8 jours successifs;

Ce critère de type 2 indique une possibilité de semer, et/ou de commencer la germination si le semis a déjà été fait auparavant.

Critères de type 3 : combinaison d'un critère de type 2 avec une condition sur les 10, 20 ou 30 jours suivants

La condition sur les 10, 20 ou 30 jours suivants « le déclenchement » évalue la possibilité pour la culture de se développer correctement, en particulier au regard des conditions hydriques dans le sol.

Conditions sur les jours suivants :

- Critère de la DGM, à savoir « pas 10 jours secs »
- Critère de « bonnes conditions hydriques » du sol qui se réfère à l'état de la réserve hydrique du sol en surface, celui-ci étant estimé à partir d'un mini bilan hydrique tenant compte des pluies et des évapotranspirations potentielles durant les 10 ou 20 ou 30 jours suivants.

Modélisation de l'état de la réserve hydrique du sol en surface :

Nous avons simulé un mini-bilan hydrique des horizons de surface (fait pour 0-20 cm, 0-30 cm et 0-40 cm) en tenant compte de l'évapotranspiration potentielle ETo, de l'évaporation du sol, de la pluie, du ruissellement, des capacités de rétention du sol (humidités à la capacité au champ et au point de flétrissement permanent, desquelles on tire la réserve maximale du sol).

- Détermination de l'évapotranspiration potentielle ETo :

L'évapotranspiration potentielle de référence Penman-Monteith (ETo) a été calculée selon les standards de la FAO pour chaque jour pour Andranomanelatra (2003-2019) et pour Ivory (2005-2019) grâce aux données complètes recueillies par la station automatique CIMEL (températures, humidités, vent, rayonnement global). Pour Antsirabe nous avons utilisé des valeurs fixes (les mêmes pour toutes les années) déterminées pour chaque jour calendaire à partir des données d'Andranomanelatra : concrètement en calculant les moyennes interannuelles d'ETo d'Andranomanelatra puis en les lissant sur 10 jours.

- Evaporation du sol :

L'évaporation du sol Es a été simulée selon une petite fonction classique dépendant de l'évapotranspiration potentielle ETo, de la réserve maximale du sol (RMX) et de la réserve réelle de celui-ci (RES), c'est-à-dire de la quantité d'eau qu'il contient.

$$Es = ETo \times RES/RMX$$

L'évaporation du sol est considérée comme maximale et égale à ETo s'il pleut et si la quantité d'eau présente dans le sol (avec l'ajout de la pluie du jour) est supérieure à ETo.

Pour les jours sans pluie l'évaporation du sol est simulée par la fonction ci-dessus décrite, et décroît progressivement jour après jour.

- Ruissellement et pluie utile :

Pour établir le bilan hydrique nous avons considéré un certain ruissellement. Sur la base de différentes études développées à Madagascar il a été déterminé par la fonction ci-dessous :

$$Ruis = 0 \text{ si pluie} < 15 \text{ mm} ; Ruis = 0,15 \times (\text{pluie} - 15) \text{ si pluie} \geq 15 \text{ mm}$$

Cela conduit à un montant total ruisselé de 10% environ

La pluie utile, c'est-à-dire la pluie diminuée du ruissellement, est considérée pour le bilan hydrique.

- Bilan hydrique de la réserve du sol :

La quantité d'eau dans la réserve au jour j (RESj) est déterminée à partir de la quantité au jour précédent (RESj-1), de la pluie utile du jour (apport) et de l'évaporation

du sol du jour (sortie). Sa valeur (RES_j) est bornée par sa capacité maximale de rétention (RMX), qui est déterminée à partir de la profondeur et des valeurs considérées pour les humidités à capacité au champ et au point de flétrissement permanent.

- Etat de la réserve en eau du sol :

A partir des valeurs RES_j et RMX on peut déterminer l'état (de remplissage) relatif de la réserve du sol : RES% = RES/RMX

NB : RES% est noté « ASW % » dans les tableaux, à savoir « available soil water »

Etats moyens de remplissage de la réserve du sol - Andranomanelatra									
Average status of available soil water - Andranomanelatra									
	ASW % (20cm)			ASW % (30cm)			ASW % (40cm)		
	O	N	D	O	N	D	O	N	D
2003	16%	43%	87%	37%	67%	93%	56%	77%	95%
2004	53%	43%	62%	73%	67%	77%	81%	77%	84%
2005	16%	32%	96%	41%	47%	98%	59%	63%	98%
2006	0%	46%	65%	23%	65%	80%	46%	76%	86%
2007	21%	62%	46%	43%	79%	66%	60%	85%	76%
2008	16%	63%	62%	34%	79%	78%	54%	85%	85%
2009	12%	4%	68%	44%	40%	82%	61%	58%	87%
2010	4%	27%	70%	28%	52%	83%	50%	67%	88%
2011	28%	40%	54%	53%	65%	72%	67%	75%	81%
2012	15%	63%	54%	32%	79%	74%	52%	85%	82%
2013	30%	62%	77%	59%	78%	87%	72%	85%	91%
2014	0%	36%	68%	19%	63%	80%	43%	74%	86%
2015	25%	54%	86%	42%	71%	92%	59%	80%	94%
2016	6%	45%	64%	28%	65%	80%	50%	75%	86%
2017	7%	39%	85%	37%	57%	92%	56%	70%	94%
2018	5%	53%	53%	31%	68%	73%	52%	78%	81%
2019	32%	36%	5%	58%	61%	39%	70%	73%	57%
2003-2008	20%	48%	70%	42%	67%	82%	59%	77%	87%
2014-2019	12%	44%	60%	36%	64%	76%	55%	75%	83%
Variation	-8%	-4%	-9%	-6%	-3%	-6%	-4%	-2%	-4%
Rel.Var.(%)	-40%	-9%	-13%	-14%	-5%	-7%	-7%	-3%	-5%
Slope	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01

Etats moyens de remplissage de la réserve du sol - Antsirabe									
Average status of available soil water - Antsirabe									
	ASW % (20cm)			ASW % (30cm)			ASW % (40cm)		
	O	N	D	O	N	D	O	N	D
1961	0%	40%	82%	30%	63%	90%	51%	74%	93%
1962	1%	84%	88%	26%	91%	93%	48%	94%	95%
1963	45%	55%	73%	61%	73%	83%	73%	82%	88%
1964	20%	56%	91%	46%	75%	95%	62%	82%	96%
1965	9%	33%	78%	42%	60%	88%	59%	72%	91%
1966	5%	27%	49%	36%	52%	69%	55%	66%	79%
1967									
1968	0%	26%	71%	18%	51%	84%	43%	66%	89%
1969	10%	36%	80%	43%	61%	89%	60%	73%	92%
1970	0%	79%	58%	24%	88%	76%	47%	92%	83%
1971	0%	39%	71%	21%	53%	83%	45%	67%	88%
1972	32%	44%	55%	52%	68%	73%	66%	78%	81%
1973	0%	70%	78%	19%	83%	87%	44%	88%	91%
1974	24%	22%	67%	51%	49%	79%	66%	65%	85%
1975	7%	69%	75%	28%	83%	85%	50%	88%	90%
1995	0%	0%	56%	17%	25%	75%	42%	48%	83%
1996	0%	21%		17%	43%		42%	60%	
1997									
1998	3%	3%	68%	26%	33%	78%	48%	53%	85%
1999	13%	25%	13%	29%	50%	42%	51%	65%	60%
2000									
2001	0%	0%	42%	20%	28%	66%	44%	49%	76%
2002	2%	26%	53%	27%	54%	73%	49%	68%	81%
2003	0%	9%	74%	22%	45%	85%	46%	61%	90%
2004	38%	45%		64%	69%		75%	78%	
2005	4%	13%	93%	32%	36%	96%	53%	56%	97%
2006	0%	23%	72%	21%	50%	84%	45%	65%	89%
2007	1%	28%	47%	28%	56%	70%	50%	69%	79%
2008	11%	47%	48%	33%	70%	71%	53%	79%	79%
2009									
2010	0%	31%	56%	18%	49%	75%	43%	65%	83%
1961-1975	11%	49%	73%	36%	68%	84%	55%	78%	89%
1995-2010	5%	21%	57%	27%	47%	74%	49%	63%	82%
Variation	-6%	-28%	-16%	-8%	-21%	-10%	-6%	-15%	-7%
Rel.Var.(%)	-50%	-57%	-22%	-23%	-31%	-12%	-10%	-19%	-8%
Slope	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Etats moyens de remplissage de la réserve du sol - Ivory									
Average status of available soil water - Ivory									
	ASW % (20cm)			ASW % (30cm)			ASW % (40cm)		
	O	N	D	O	N	D	O	N	D
2006	15%	31%	84%	46%	57%	90%	61%	68%	93%
2007	1%	56%	58%	38%	72%	73%	54%	80%	81%
2008	12%	58%	75%	44%	74%	84%	59%	81%	88%
2009	24%	40%	67%	52%	62%	79%	65%	73%	85%
2010	19%	46%	81%	49%	66%	88%	63%	75%	91%
2011	21%	28%	59%	51%	54%	74%	64%	67%	81%
2012	23%	59%	58%	52%	74%	73%	65%	81%	81%
2013	18%	54%	55%	48%	71%	71%	62%	79%	79%
2014	3%	34%	48%	39%	59%	67%	56%	70%	76%
2015	3%	39%	73%	39%	61%	83%	56%	72%	87%
2016	1%	53%	68%	38%	70%	80%	54%	78%	85%
2017	10%	41%	66%	43%	63%	79%	59%	73%	84%
2018	17%	38%	59%	47%	61%	74%	62%	72%	81%
2019	23%	54%	24%	51%	71%	52%	64%	79%	65%
2006-2010	14%	46%	73%	46%	66%	83%	60%	75%	88%
2015-2019	11%	45%	58%	44%	65%	74%	59%	75%	81%
Variation	-3%	-1%	-15%	-2%	-1%	-9%	-1%	-1%	-7%
Rel.Var.(%)	-23%	-3%	-21%	-4%	-1%	-11%	-2%	-1%	-8%
Slope	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01

Date de démarrage de la saison culturale - Andranomanelatra								
Cropping season starting date (calendar) - Andranomanelatra								
	40mm	100mm	20mm/2j	20mm/2j	20mm/2j	40mm/2j	40mm/2j	40mm/2j
			pas 10JSec	RUOK 20J	RUOK 30J	pas 10JSec	RUOK 20J	RUOK 30J
2003	291	311	291	322	322	291	345	345
2004	277	297	276	276	276	277	277	277
2005	276	324	275	324	324	276	324	324
2006	304	318	315	315	315	315	315	315
2007	294	306	289	289	289	326	326	326
2008	301	304	298	298	298	304	304	304
2009	280	312	277	333	333	337	337	337
2010	305	325	295	324	324	325	325	325
2011	289	305	287	287	287	342	342	342
2012	299	316	299	299	299	333	333	333
2013	285	301	275	285	275	301	301	301
2014	311	318	307	307	307	342	342	342
2015	294	305	293	293	293	306	306	306
2016	301	322	301	322	301	322	322	322
2017	291	321	291	321	321	325	325	325
2018	302	315	282	313	313	346	346	346
2019	278	305	278	278	306	279	279	368
2003-2019	293	312	290	305	305	315	321	326
2003-2008	291	310	291	304	304	298	315	315
2014-2019	296	314	292	306	307	320	320	335
Variation	6	4	1	2	3	22	5	20
Rel.Var.(%)	2%	1%	0%	1%	1%	7%	2%	6%
Slope	0,44	0,21	0,02	-0,38	-0,13	1,68	-0,08	1,66

Date de démarrage de la saison culturale - Antsirabe								
Cropping season starting date (calendar) - Antsirabe								
	40mm	100mm	20mm/2j	20mm/2j	20mm/2j	40mm/2j	40mm/2j	40mm/2j
			pas 10JSec	RUOK 20J	RUOK 30J	pas 10JSec	RUOK 20J	RUOK 30J
1961	294	318	310	310	310	335	335	335
1962	303	310	298	298	298	320	320	320
1963	286	290	286	286	286	286	286	286
1964	280	304	280	304	304	280	312	312
1965	290	313	282	321	321	329	329	329
1966	294	317	284	317	330	317	317	350
1967								
1968	318	328	314	314	314	350	350	350
1969	297	306	298	298	298	351	351	351
1970	301	310	307	307	307	321	321	321
1971	321	326	321	321	321	328	328	328
1972	289	293	288	288	288	292	292	292
1973	309	318	312	312	312	326	326	326
1974	287	298	278	298	278	298	298	298
1975	303	310	303	303	303	304	304	304
1995	329	339	337	337	337	360	400	400
1996	319	337	319	319	337	319	319	357
1997								
1998	303	342	300	342	342	344	344	344
1999	301	305	301	301	301	302	302	302
2000								
2001	305	338	338	361	338	338	364	338
2002	296	316	296	314	337	316	316	350
2003	311	334	334	334	334	364	364	364
2004	285	292	277	292	277	302	302	302
2005	277	331	275	324	324	341	341	341
2006	316	331	315	315	315	338	338	338
2007	299	316	289	324	311	326	326	326
2008	301	304	301	301	301	304	304	304
2009								
2010	323	325	323	323	323	325	325	325
1961-1967	291	309	290	306	308	311	317	322
1968-1975	303	311	303	305	303	321	321	321
1995-2002	309	330	315	329	332	330	341	349
2003-2010	302	319	302	316	312	329	329	329
1961-1975	298	310	297	306	305	317	319	322
1995-2010	305	324	308	322	321	329	334	338
Variation	7	14	11	17	16	12	15	16
Rel.Var.(%)	2%	4%	4%	5%	5%	4%	5%	5%
Slope	0,19	0,33	0,27	0,41	0,37	0,29	0,31	0,31

Date de démarrage de la saison culturale - Ivory								
Cropping season starting date (calendar) - Ivory								
	40mm	100mm	20mm/2j	20mm/2j	20mm/2j	40mm/2j	40mm/2j	40mm/2j
			pas 10JSec	RUOK 20J	RUOK 30J	pas 10JSec	RUOK 20J	RUOK 30J
2006	294	319	293	293	293	338	338	338
2007	306	316	306	306	306	306	306	306
2008	301	319	301	301	301	320	320	320
2009	280	324	277	277	306	380	380	380
2010	297	322	295	322	322	322	322	322
2011	290	328	289	328	328	328	328	328
2012	298	303	297	297	297	300	300	300
2013	301	308	301	301	301	302	302	302
2014	307	330	307	330	307	307	365	307
2015	306	326	305	305	305	306	306	306
2016	318	320	318	318	318	320	320	320
2017	301	323	293	321	321	325	325	325
2018	286	327	327	327	327	328	328	328
2019	282	317	278	306	306	366	366	366
2005-2019	298	320	299	309	310	325	329	325
2005-2010	296	320	294	300	306	333	333	333
2015-2019	299	323	304	315	315	329	329	329
Variation	3	3	10	16	10	-4	-4	-4
Rel.Var.(%)	1%	1%	3%	5%	3%	-1%	-1%	-1%
Slope	-0,02	0,29	0,79	1,74	1,14	0,20	0,58	0,20

ANNEXE 4 : Références – bibliographie et sites internet

Evolutions climatiques à Madagascar

Climate change in Madagascar ; recent past and future. 2008. Mark Tadross, Luc Randriamarolaza, Zo Rabefitia, Zheng Ki Yip. Climate Systems Analysis Group, University of Cape Town, South Africa, and National Meteorological Office, Antananarivo, Madagascar. February 2008. 17 pages. <https://docplayer.net/15729983-Climate-change-in-madagascar-recent-past-and-future.html>

Les tendances climatiques et les futurs changements climatiques à Madagascar – 2019. DGM, RIMES, CGPU. Antananarivo, Madagascar. Octobre 2019. 22 pages.

Rapport technique « Climate Change Scenarios for Madagascar », RIMES et DGM, Juillet 2019.

Perspectives climatiques pour la saison chaude et humide 2019/2020 (octobre 2019 à avril 2020). Direction Générale de la Météorologie. Antananarivo, Madagascar. Octobre 2019. 18 pages.

Omotosho JB. 1992. Long-range prediction of the onset and end of the rainy season. International Journal of Climatology.

Stratégies nationales de gestion des risques et d'adaptation (Madagascar)

Politique nationale de gestion des risques et des catastrophes. Présidence de la république, février 2016. 13 pages (VF). <http://www.bngrc-mid.gov.mg/bngrc2/index.html>

Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes (SNGRC) 2016-2030. CPGU, BNGRC, PNUD, Septembre 2016, 37 pages. https://www.mg.undp.org/content/madagascar/fr/home/library/crisis_prevention_and_recovery/publication_2.html

Stratégie Nationale de Gestion des Risques et des Catastrophes Antananarivo, Madagascar. Fainula K. Rodriguez (Consultante Internationale. Directrice de Planification et de Programmes APDMC), février 2003, 102 pages. <http://docplayer.fr/6541844-Strategie-nationale-de-gestion-des-risques-et-des-catastrophes-antananarivo-madagascar-project-mag-99-005-a-07-31-05-31-undp-cns.html>

Troisième communication nationale à la convention cadre des nations unies sur le changement climatique. Ministère de l'Environnement et des Forêts. Octobre 2017, 162 pages. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/682743015_Madagascar-NC3-1-MADAGASCAR%20Third%20National%20Communication%20of%20UNFCCC_0.pdf

Site BNGRCC+ : Bureau National de Coordination REDD+ Madagascar : <https://bnc-redd.mg/fr/>

Site CPGU : Cellule de Prévention et Gestion des Urgences. www.primature.gov.mg/cpgu/

Site Desinventar Disaster Loss and Damage Database of Madagascar - <https://www.desinventar.net/DesInventar/>

Politique nationale de lutte contre le changement climatique. Ministère de l'Environnement et des Forêts. 2008, 10 pages. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mad146465.pdf>

Programme d'action national d'adaptation au changement climatique. Ministère de l'Environnement, des eaux et des Forêts. Direction générale de l'environnement. 2005 ; 75 pages. <https://unfccc.int/resource/docs/napa/mdg01f.pdf>

Stratégie d'adaptation et d'atténuation aux effets et impacts du changement climatique. Ministère de l'agriculture, Secrétariat général, Service de l'environnement. Octobre 2010, 16 pages.

Plan directeur de la recherche sur l'environnement lié au changement climatique 2015-2019. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie, de la Mer, des Forêts avec la coopération du projet PARRUR. Novembre 2015, 68 pages. http://www.mesupres.gov.mg/IMG/pdf/pdr_environnement_lie_au_changement_climatique.pdf

Pour un Processus de Plan National d'Adaptation (PNA) qui Répond aux Questions de Genre à Madagascar. Ministère de l'Environnement de l'Écologie, et des Forêts de Madagascar, République de Madagascar ; Février 2019, 28 pages. <http://napglobalnetwork.org/wp-content/uploads/2019/03/napgn-fr-2019-pour-un-processus-de-pna-qui-reponde-aux-questions-de-genre-a-madagascar.pdf>

Analyse institutionnelle des Plates-formes Nationales et des organes référents de la Réduction des Risques de Catastrophes. SYNTHÈSE DE LA SITUATION A MADAGASCAR. Saholy RAMBININTSAOTRA, consultante BNGRC, Mai 2008. 21 pages. https://www.preventionweb.net/files/14920_14920FinalreportInstitAnalysisNPMad.pdf

Stratégies paysannes d'adaptation

Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne. Etude de capitalisation réalisée sur les terrains de coopération d'AVSF. Mai 2012. 50 pages. <https://www.avsf.org/public/posts/700/>

[caracterisation-des-strategies-d-adaptation-au-changement-climatique-en-agriculture-paysanne.pdf](#)

Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar. Cas des régions Sud-ouest, Sud-est et des zones périurbaines des grandes agglomérations. Hélène Delille de l' AVSF. Octobre 2011, 108 pages. <https://www.avsf.org/public/posts/704/perceptions-et-strategies-d-adaptation-paysannes-face-aux-changements-climatiques-a-madagascar.pdf>

Agriculture Climato-Intelligente (AIC)

L'agriculture climato-intelligente pour répondre aux enjeux du changement climatique. Communiqué de presse – Cirad, INRA, IRD, Agropolis, WageningenUr, FAO, Agreenium, CGIAR, CCAFS, GFAR. 18 mars 2015. <https://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/communiques-de-presse/2015/l-agriculture-climato-intelligente-pour-repondre-aux-enjeux-du-changement-climatique>

Pour une agriculture intelligente face au climat- Politiques, pratiques et financements en matière de sécurité alimentaire, d'atténuation et d'adaptation. FAO, 2010. 55 pages. <http://www.fao.org/3/a-i1881f.pdf>

Analyse des actions menées par l'IRD autour du Changement Climatique à Madagascar (2005-2015). Eric BLANCHART. 17 pages. https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD_frMG817MG817&sxsrf=ACYBGNTNLnF6ueI3liftYS

Agroécologie

L'agroécologie en pratiques, guide élaboré par Agrisud International. 20 ANS D'APPRENTISSAGE EN ANGOLA - BRESIL – CAMBODGE - GABON - HAITI - INDE - LAOS - MADAGASCAR - MAROC – MAURITANIE -NIGER - RD CONGO - SAO TOME E PRINCIPE - SENEGAL - SRI LANKA. Edition 2010, 188 pages. http://www.agrisud.org/wp-content/uploads/2013/05/Guide_Francais.pdf

Agroecology, The Bold Future of Farming in Africa. TOAM and AFSA, 2016, 88 pages. <https://afsafrica.org/wp-content/uploads/2019/05/agroecology-the-bold-future-of-farming-in-africa-ebook1.pdf>

L'agroécologie à Madagascar. Analyse des conditions d'adoption paysanne de diverses techniques agro-écologiques à partir des expériences de coopération d'AVSF. Brice Dupin, Mai 2011. 74 pages. <https://www.avsf.org/public/posts/667/l-agroecologie-a-madagascar-analyse-des-conditions-d-adoption-paysanne-de-differentes-techniques-a-partir-de-l-experience-d-avsf.pdf>

Intégration Agriculture-Elevage-Agroforesterie pour le développement du Moyen Ouest. Matinée du développement rural. Tahina RAHARISON, mai 2015. 32 pages. http://gsdm-mg.org/wp-content/files/Intgration_Agriculture-Elevage-Agroforesterie_pour_le_dveloppement_du_Moyen_Ouest.pdf

Rapport d'étude d'impact des pratiques agroécologiques diffusées dans le cadre des blocs agroécologiques par le projet HOBA. T. RAHARISON, J.F. BELIERES, V. RANDRIAMIARANA, RAKOTONDRAMANANA, GSDM, 2018, 118 pages. http://gsdm-mg.org/wp-content/files/Rapport_Etude_Impact_AE_Bloc_Projet_HOBA_VF.pdf

Agriculture de conservation (AC / SCV)

Manuel pratique du semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). Application à Madagascar. GSDM/ CIRAD. Antananarivo. Husson O, Séguy L, Charpentier H, Rakotondramanana, Michellon R, Raharison T et al. 2013. 716 pages. <http://gsdm-mg.org/documentations/scv-en-general/>

Contraintes agronomiques liées à l'adoption de l'AC. Cas de Moyen-Ouest du Vakinankaratra. Document pédagogique GSDM/Cirad n°3,5 pages. https://agritrop.cirad.fr/572987/1/document_572987.pdf

Pratiques de l'agriculture de conservation, effets agronomiques et socio-économiques à long terme. Document pédagogique GSDM/Cirad n°5, 6 pages. http://agritrop.cirad.fr/572995/1/document_572995.pdf

Projets à Madagascar

BVPI

RAPPORT D'ACTIVITES FINAL. BVPI SEHP. Octobre 2006 -janvier 2013. BRL, 200 pages

RAPPORT DE CAPITALISATION ZONE DES HAUTS PLATEAUX PROJET BVPI SEHP. 192 pages. http://gsdm-mg.org/wp-content/files/Rapport_synthGSDM-BVPI.pdf

Document de travail BVPI MESURE D'IMPACT DES ACTIVITES DU PROJET BVPI-SE/HP DANS LE MOYEN OUEST DE LA REGION DE VAKINANKARATRA. Analyse économique sur le réseau de fermes de références (RFR) sur l'adoption de l'agriculture de conservation. 46 pages. <https://www.researchgate.net/publication/237015908>

Documents de travail BVPI-SE-HP MESURE D'IMPACT DES ACTIVITES DU PROJET BVPI-SE/HP DANS LE SUD EST DE MADAGASCAR. 68 pages. <https://www.researchgate.net/publication/235949745>

Manitatra

Evaluation finale externe du projet pilote MANITATRA dans la Région Sud-Est de Madagascar et Moyen Ouest du Vakinankaratra. Rapport final – Version longue. Mai 2016. Document préparé par le CABINET IDACC Consulting. 77 pages. http://open-library.cirad.fr/files/6/2236_116.pdf

UP SCALING CSA IN FARMING'S SYSTEMS TO MITIGATE CLIMATE CHANGE AND TO IMPROVE FOOD SECURITY IN THE MID WEST AND SOUTH EAST OF MADAGASCAR MANITATRA PROJECT, Avril 2016 GSDM, 46 pages. http://gsdm-mg.org/wp-content/files/Final_Report_MANITATRA.pdf

Le projet MANITATRA 2 en réponse au changement climatique, à l'insécurité alimentaire et au réchauffement climatique. TOKIHERINIONJA Tanjonarilesa F., Octobre 2019. Atelier de sensibilisation, 21 pages.

PADAP

PROJET AGRICULTURE DURABLE PAR UNE APPROCHE PAYSAGE (PADAP). République de Madagascar, Banque Mondiale, Agence Française de développement, GEF. 34 pages. <http://www.padr.gov.mg/wp-content/uploads/2018/04/Pr%C3%A9sentation-PADAP.pdf>

FICHE DE PROJET (PADAP) PROJET D'AGRICULTURE DURABLE PAR UNE APPROCHE PAYSAGE. 8 pages. <http://www.maep.gov.mg/wp-content/uploads/pdf/Fiche%20de%20projet%20PADAP%20pour%20%20PRM2.pdf>

Etudes préparatoires du Projet d'Agriculture Durable par une Approche Paysage (PADAP) Paysages d'Izafo et de Soanierana Ivongo Région Analanjirofo Madagascar. Rapport définitif, Cirad. Septembre 2018. 423 pages. https://agritrop.cirad.fr/589326/1/CIRAD_PADAP.pdf

PAPAM

Rapport annuel 2017, Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole à Madagascar (PAPAM), Agro-écologie et Agriculture de Conservation. GSDM, mai 2018. 48 pages. http://open-library.cirad.fr/files/6/2367_Rapport_annuel_2017_GSDM.pdf

Projet PAPAM C2 Vakinankaratra. Intensification agro-écologique pour l'amélioration de la productivité agricole. Agrisud Atelier « Interface Recherche et Développement » Antsirabe, Février 2018. 18 pages.

Programme ASA

Plaquette programme ASA : <http://www.asamada.eu/>

Projet PROTANA et PROPAFAN : <http://www.asamada.eu/les-axes-dactivites-asa/filieres-maraichage-arboriculture-fruitiere-poulet-fermier/>

Fiches d'itinéraire technique de PROPAFAN (PROFessionnalisation des Filières Agricoles Périurbaines d'Antananarivo Nord)

Culture_haricot-vert : ITINERAIRE TECHNIQUE Type de Culture : HARICOT VERT. Utilisateurs : Producteurs Leaders. http://www.asamada.eu/wp-content/uploads/2016/03/Culture_haricot-vert.pdf

Culture_pomme-de-terre : ITINERAIRE TECHNIQUE Type de Culture : POMME DE TERRE Utilisateurs : Producteurs Leaders. http://www.asamada.eu/wp-content/uploads/2016/03/Culture_pomme-de-terre.pdf

Support_-arboriculture-fruitière :

Fiche Outil-Participant (OP) Formation - Session 4 : ARBORICULTURE. Utilisateurs : Producteurs Leaders. http://www.asamada.eu/wp-content/uploads/2016/03/Support_-arboriculture-fruiti%C3%A8re.pdf

Etude de la filière légumes sur les Hautes Terres de Madagascar - régions Analamanga, Itasy, (pomme de terre, tomate, oignon, carotte, haricot vert et chou) Réalisé, sous la coordination de Fert. Hélène Manguin-Salomon et Nivo Rakotonirainy. Juin 2012, 84 pages. https://www.fert.fr/v2/wp-content/uploads/2014/06/MDG_etude-filiere-legumes-Fert-Ceffel-Fifata-2012.pdf

PRADA

Site : <https://www.giz.de/en/worldwide/62405.html>

http://www.mpae.gov.mg/wp-content/uploads/pdf/TDR_Consultant-conception_180813.pdf

http://www.maep.gov.mg/wp-content/uploads/pdf/Factsheet%20PrAda%20170519_giz.pdf

Luttes phytosanitaires

ATELIER ARACHIDE. Techniques agroécologiques de lutte contre les bioagresseurs. Prof RAVELOSON RAVAOMANARIVO Lala Harivelo. Faculté des Sciences – Université d'Antananarivo. 32 pages

Techniques de lutte intégrée contre la bactériose de la pomme de terre. VM, Projet PARRUR, FIFAMANOR, CNRE, UA, CIRAD et ANSES. 20 pages

Suivi des populations et évaluation de l'abondance des insectes utiles et nuisibles des cultures du maïs dans le Moyen Ouest du Vakinankaratra. SAFIDIMALALA A.H., Mémoire M2, Master SPAD, 2019, 74 pages.

Présentation du CLA (biologie et identification, gestion et projet de lutte). RAZAKAMANANA HARISOA N. DPV. Février 2019, 32 pages

Système push-pull contre chenille légionnaire. <https://www.facebook.com/>

[AgriculturebyProfessional/S_A%3A1578475550945&ei=HqAVXtGrOdGO8gL27JDQDw&q=Analyse+des+actions+men%C3%A9es+par+l%E2%80%99IRD+autour+du+Changement+que&oq=Analyse+des+actions+men%C3%A9es+par+l%E2%80%99IRD+autour+du+Changement+Climatique&gs_l=psy-ab.3..35i39.203142.204442..205129...0.0..0.785.3814.5-5j1.....0....1..gws-wiz.1eU5wXmRcdo&ved=0ahUKewjRsoDU1_PmAhVRh1wKHXY2BPoQ4dUDCAs&uact=5](https://www.facebook.com/AgriculturebyProfessional/S_A%3A1578475550945&ei=HqAVXtGrOdGO8gL27JDQDw&q=Analyse+des+actions+men%C3%A9es+par+l%E2%80%99IRD+autour+du+Changement+que&oq=Analyse+des+actions+men%C3%A9es+par+l%E2%80%99IRD+autour+du+Changement+Climatique&gs_l=psy-ab.3..35i39.203142.204442..205129...0.0..0.785.3814.5-5j1.....0....1..gws-wiz.1eU5wXmRcdo&ved=0ahUKewjRsoDU1_PmAhVRh1wKHXY2BPoQ4dUDCAs&uact=5)

LISTE DES DOCUMENTS

ETUDE CHAÎNE DE VALEUR MAÏS ET SOJA

01. Augmentation de l'offre en maïs et soja et conditions de contractualisation avec le secteur de production d'aliments pour l'élevage - Volet 1 : Production

02. Augmentation de l'offre en maïs et soja et conditions de contractualisation avec le secteur de production d'aliments pour l'élevage - Volet 2 : Chaîne de Valeur

03. Impacts du changement climatique sur certaines chaînes de valeur des Hautes Terres et propositions de mesures d'adaptation : ce que la science et les expériences précédentes nous enseignent

04. CAPITALISATION DES PRATIQUES ET MODELE DE SYSTEME D'ENTRETIEN DE PISTES RURALES ET DU MECANISME DE FINANCEMENT

05. ANALYSE DE BESOINS EN FORMATION

En lien avec la Stratégie de Formation en cascade

06. ANALYSE COMPARATIVE ENTRE LES SEXES DANS LES CHAINES DE VALEUR DU PROJET CASEF

07. ÉTUDE DIAGNOSTIC RELATIVE AU POTENTIEL DE CROISSANCE DE LA CHAÎNE DE VALEUR LAIT ET PRODUITS DÉRIVÉS

ETUDE CHAÎNE DE VALEUR POMME DE TERRE DANS LES RÉGIONS D'ANALAMANGA, ITASY ET VAKINANKARATRA

08. Importance de la culture de la pomme de terre pour les exploitations agricoles et rentabilité de la production de plants de semence et de consommation

09. Modalités de financement et de contractualisation

10. Opérateurs économiques de l'aval de la chaîne de valeur pomme de terre : rôles, activités et besoins

11. Revue des modalités de gestion des GCV et capitalisation des expériences de crédit stockage

12. Identification d'un modèle technique pour la production d'haricot vert biologique à diffuser auprès des paysans

13. STRATEGIE D'EGALITE DE GENRE

14. GUIDE DE BONNE PRATIQUE ENVIRONNEMENTALE ET AGRICOLE

