



-----  
MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE  
-----

**PROGRAMME REGIONAL DE RESILIENCE DES SYSTEMES  
ALIMENTAIRES POUR L'AFRIQUE ORIENTALE ET AUSTRALE  
(P178566)  
MADAGASCAR**

**Manuel de sécurité  
et de gestion des petits barrages**

mai 2022

## Table des matières

Résumé.....	viii
Famintinana.....	xi
Summary .....	xiv
I. INTRODUCTION .....	1
I.1. Contexte stratégique.....	1
I.2. Contexte et justification du programme et du projet.....	1
I.3. Objectifs du manuel .....	2
I.4. Méthodologie adoptée.....	3
II. DESCRIPTION DU PROJET .....	4
II.1. Objectif de Développement du Projet (ODP).....	4
II.2. Composantes du projet .....	4
II.3. Les zones d’intervention du projet.....	11
II.4. Types d’activités potentielles engendrées par les composantes et les sous-composantes à mettre en œuvre .....	12
III. CADRE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL .....	14
III.1. Cadre national .....	14
III.1.1. Dispositions réglementaires en matière de gestion, entretien et police des ouvrages hydro-agricoles à Madagascar .....	14
III.1.1.1. Loi n°2014-042 du 09 janvier 2015 régissant la Remise en état, la Gestion, l’Entretien, la Préservation et la Police des Réseaux Hydroagricoles .....	14
III.1.1.2. Décret n°2013-070 du 01 mars 2013 fixant les normes malgaches de construction des infrastructures hydroagricoles contre les crues et les inondations (normes NIHYCRI), .....	15
III.1.1.3. Décret n°2017-850 du 26 septembre 2017 portant application de la loi n°2014-042 régissant la Remise en état, la Gestion, l’Entretien, la Préservation et la Police des Réseaux Hydroagricoles,.....	15
III.1.1.4. Les arrêtés subséquents.....	16
III.1.2. Textes relatifs aux associations des usagers de l’eau .....	16
III.1.3. Textes sectoriels sur l’environnement .....	16
III.1.3.1. Charte de l’environnement .....	16
III.1.3.2. Décret MECIE.....	17
III.1.3.3. Code de l’eau.....	17
III.2. Dispositions du CES en matière de sécurité des petits barrages .....	17
III.2.1. Généralité.....	17
III.2.2. Dispositions de la NES 4 sur la sécurité des barrages .....	18
III.2.2.1. Principes .....	18
III.2.2.2. Rapports sur la sécurité des barrages .....	19

IV. OUVRAGES HYDROAGRIQUES ET PETITS BARRAGES A MADAGASCAR .....	21
IV.1. Typologie des périmètres irrigués.....	21
IV.1.1. Ancienne typologie des périmètres irrigués .....	21
IV.1.2. Classification des périmètres irrigués selon la Loi n°2014-042.....	22
IV.1.3. Classement des infrastructures hydroagricoles selon le NIHYCRI .....	22
IV.2. Typologie technique des ouvrages hydroagricoles.....	23
IV.2.1. Les principaux ouvrages hydroagricoles .....	23
IV.2.2. Les barrages .....	23
IV.2.2.1. Les barrages de stockage .....	24
IV.2.2.1.1. Barrages en béton .....	24
IV.2.2.1.2. Barrages en terre .....	25
IV.2.2.1.3. Barrage en enrochement .....	25
IV.2.2.2. Les barrages de dérivation .....	26
IV.2.2.2.1. Dimensionnement d'un barrage de dérivation.....	26
IV.2.2.2.2. Seuil Déversant .....	27
IV.2.2.2.3. Radier .....	27
IV.2.2.2.4. Fondation .....	27
IV.2.2.2.5. Stabilité d'un barrage de dérivation .....	28
V. ASPECTS DE PROCEDURE : ETAPES, PLANS ET APPUI TECHNIQUE A L'ELABORATION ET LA MISE EN ŒUVRE DE SOUS-PROJETS .....	29
V.1. Classification du sous-projet .....	29
V.1.1. Grand barrage / petit barrage à risque de sécurité ou avec potentiel de devenir un grand barrage .....	31
V.1.2. Petits barrages et barrages à faible risque.....	33
V.1.2.1. Niveau de risque bas .....	35
V.1.2.2. Niveau de risque significatif .....	35
V.1.2.3. Niveau de risque haut .....	35
V.2. Conception du barrage et des infrastructures annexes.....	35
V.2.1. Cas de construction de barrage en terre .....	36
V.2.2. Cas de construction de barrage en enrochement.....	38
V.2.3. Cas de construction de barrage en béton.....	40
V.3. Tableau de bord pour rendre les aménagements résilients face aux aléas .....	41
V.4. Caractérisation des consistances et de la portée des études à conduire .....	41
V.5. Choix de l'entreprise et assurance qualité de construction .....	42
V.6. Contrôle et surveillance des travaux.....	43
V.7. Filtration et évaluation environnementale & sociale .....	43

VI. INSPECTION DE SURVEILLANCE ET DE SECURITE .....	45
VI.1. Exigences et procédures d’inspection et de surveillance de sécurité.....	45
VI.1.1. But .....	45
VI.1.2. Procédure et méthodes d'inspection .....	45
VI.1.3. La fréquence d'inspection .....	47
VI.1.4. Les inspections spécifiques .....	48
VI.2. Les inspections des barrages en terre.....	48
VI.3. Les inspections des barrages en enrochement.....	48
VI.4. Les inspections des barrages en béton .....	49
VI.5. La liste d'inspection.....	49
VI.6. L’équipement et l’assistance.....	49
VI.7. Comment faire face aux problèmes ? .....	50
VII. RUPTURE DE BARRAGE ET LA CLASSIFICATION DU DANGER DE BARRAGE .....	51
VII.1. Rupture d’un barrage .....	51
VII.2. Probabilité de rupture de barrage .....	52
VII.3. Conséquences de la rupture .....	52
VIII. GESTION DE LA SECURITE DES OUVRAGES ET DES PETITS BARRAGES.....	54
VIII.1. Objectif de la sécurité d’un barrage.....	54
VIII.2. Principes de sécurité d’un barrage.....	54
VIII.2.1. Responsabilité pour la sécurité d’un barrage .....	54
VIII.2.2. Leadership et la gestion de la sécurité.....	54
VIII.2.3. Justification pour les barrages et réservoirs .....	55
VIII.2.4. Optimisation et la protection.....	55
VIII.2.5. La limitation du risque aux individus.....	55
VIII.2.6. Protection des générations présentes et futures .....	55
VIII.2.7. La prévention des accidents.....	55
VIII.2.8. Préparation à l’avance et la réponse à l’urgence.....	56
VIII.3. Les processus et critères de gestion des ouvrages .....	56
IX. PLAN DE GESTION ET DE SURVEILLANCE DE LA SECURITE DES OUVRAGES.....	58
IX.1. Plan de supervision des travaux de construction et de contrôle qualité - CSQAP.....	58
IX.2. Plan d’instrumentation.....	59
IX.3. Plan d’exploitation et d’entretien .....	60
IX.3.1. Le contrôle de l’écoulement de l’eau.....	61
IX.3.2. La surveillance de routine .....	62
IX.3.3. Le remplissage et la vidange .....	62
IX.3.4. L’entretien .....	62

IX.4. Plan de préparation aux situations d’urgence .....	63
X. MECANISME DE GESTION DES PLAINTES .....	64
XI. Arrangement institutionnel.....	65
XI.1. L’UNGP et l’URGP .....	65
XI.2. Les collectivités territoriales décentralisées .....	65
XI.3. Les associations des usagers de l’eau (AUE) .....	66
XI.4. Les représentants du Ministère en charge de l’agriculture .....	67
XI.5. Les bureaux d’étude ou d’ingénieurs .....	67
XI.6. Les entreprises .....	68
XI.7. La communauté.....	68
CONCLUSION .....	69
XII. BIBLIOGRAPHIE.....	70

## Liste des annexes

ANNEXE 1 : FICHE D’INSPECTION VISUELLE .....	73
ANNEXE 2 : FICHES TECHNIQUES DE DEGRADATION DES OUVRAGES HYDROAGRIQUES.....	79
ANNEXE 3 : FICHES TECHNIQUES D’ENTRETIEN DES OUVRAGES HYDROAGRIQUES .....	90
ANNEXE 4 : EXEMPLE DE LISTE POUR L’INSPECTION VISUELLE.....	101

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Documents spécifiques considérés dans l’élaboration du MSGPB .....	3
Tableau 2 : Classes des périmètres irrigués selon NIHYCRI.....	22
Tableau 2 : Orientations concernant l’application des dispositions de l’Annexe 1 du CES/NES 4 dans différents types de sous-projets de grand barrage ou petit barrage à risque de sécurité .....	31
Tableau 4 : Orientations concernant l’évaluation du niveau de risque et les outils pour un petit barrage .....	34
Tableau 5 : Niveau de risque d’un barrage selon le système national.....	34
Tableau 6 : Contributions potentielles des communautés locales à la sécurité des petits barrages ...	46
Tableau 7 : Gouvernance de la sécurité des petits barrages : éléments souhaitables .....	46
Tableau 6 : Suggestions de fréquence d’inspection visuelle rapide et examen complet pour un petit barrage .....	47
Tableau 7 : Inspections spécifiques d’un barrage .....	48

## Liste des figures

Figure 1 : Localisation des régions cibles du PRSA à Madagascar .....	12
Figure 2 : Arbre de décision pour déterminer les exigences pertinentes en matière de sécurité des barrages selon la NES 4 .....	30

## Liste des acronymes

ACBP	: African Climate Business Plan (plan d'affaires climatique africain de nouvelle génération)
ADB	: African Development Bank
AFE	: Région de l’Afrique de Est et d’Afrique australe de la Banque mondiale
AIC	: Agriculture intelligente face au climat
AICCRA	: Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research for Africa
AID / IDA	: Association Internationale pour le Développement
ANDEA	: Autorité Nationale de l’Eau et de l’Assainissement
APD	: Avant-Projet Détaillé
APS	: Avant-Projet Sommaire
ASS	: Afrique subsaharienne
AUE	: Association des Usagers de l’Eau
BCH	: Bâche
BDF	: Barrage de Dérivation Fixe
BDM	: Barrage de dérivation Mobile
BIRD	: Banque Internationale de Reconstruction et de Développement
BPISA	: Bonnes Pratiques Internationales du Secteur d’Activité
BVPI	: Bassins versants et périmètres irrigués
CABIZ	: Centres d’agrobusiness
CASEF	: Projet de Croissance Agricole et de Sécurisation Foncière
CEMAGREF	: Centre d’Étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts (France)
CERC	Contingent Emergency Response Component / Composante conditionnelle d’intervention d’urgence
CES	: Cadre Environnemental et Social de la Banque mondiale
CFAMA	: Centre de Formation et d’Application du Machinisme Agricole
CGES	: Cadre de Gestion Environnementale et Sociale
CIGB	: Commission Internationale des Grands Barrages
CMS	: Centres de multiplication des semences
COVID-19	: Corona Virus Disease 2019
CP	: Canal Primaire
CR	: Cadre de Réinstallation
CS	: Canal Secondaire
CSQAP	: Plan de Supervision de la Construction et d’Assurance Qualité
DALO	: Dalot
DEG	: Dégradation
DGA	: Direction Générale de l’Agriculture
DGR	: Direction du Génie Rural
DIANA	: Diégo-Suarez, Ambilobe, Nosy Be Ambanja
DMM	: Dokany Mora ho an’ny Mpamokatra - Systèmes de bons d’achat d’intrants pour les producteurs
DR	: Drain
DRAE	: Direction Régionale de l’Agriculture et de l’Elevage
DRTP	: Direction Régionale des Travaux Publics
DSB	: Déssableur
DUC	: Dam Under Construction - Barrage en construction
EIE	: Etude d’Impact Environnemental
EIES	: Etude d’Impact Environnemental et Social
ENGREF	: École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (France)
ENT	: Entretien
EPP	: Plan de Préparation aux Situations d’Urgence
FAO	: Food and Agriculture Organization
FARA	: Forum pour la Recherche Agricole en Afrique
FCV	: Fragilité, Conflit et Violence

FDA	: Fonds de développement agricole
FERC	: Commission fédérale de régulation de l'énergie (États-Unis)
FERHA	: Fonds d'Entretien de Réseaux Hydro-Agricoles
FID	: Fonds d'Intervention pour le Développement
FIDA	: Fonds International de Développement Agricole
FIFAMANOR	: Fiompiana Fambolena Malagasy Norvéziana / Centre de recherche et de développement rural en agriculture et en élevage
FOFIFA/CENRADERU	: Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural
FPI	: Financement de Projets d'investissement
GBM / WBG	: Groupe de la Banque mondiale
GCRAI / ICGAR	: Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale
GES	: Gaz à effet de serre
GIE	: Groupements d'intérêt économique
GPI	: Grands Périmètres Irrigués
GPS	: coopératives de producteurs de semences
GRID	: Green, Resilient, and Inclusive Development
Ha	: Hectare
ICRISAT	: Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides
IITA	: International Institute of Tropical Agriculture
ILRI	: International Livestock Research Institute
IP	: Plan d'instrumentation
IPC3+	: Niveau aigu dans Cadre intégré de classification de la sécurité alimentaire IPC
l	: Litre
m	: Mètre
M <sup>3</sup>	: Mètre-cube
MDC	: Mission de Contrôle et surveillance des travaux
MECIE	: Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement
MENA	: Région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord de la Banque mondiale
MGE	: Manuel de Gestion et d'Entretien
MGP	: Mécanisme de Gestion des Plaintes
MINAE	: Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage
MIONJO	: Projet de soutien à des moyens de subsistance dans le sud de Madagascar
MPA	: Multiphase Programmatic Approach
MPI	: Micropérimètres irrigués
MS	: Diplôme de Master
MSGPB	: Manuel de Sécurité et de Gestion des Petits Barrages
NES	: Normes environnementales et sociales de la Banque mondiale
NIHYCRI	: Normes de Construction des Infrastructures Hydroagricoles contre les Crues et l'Inondation à Madagascar
O&MP	: Plan d'exploitation et d'entretien
ODCH	: Ouvrage de décharge
ODP	: Objectif de Développement du Projet
ONE	: Office National pour l'Environnement
PADAP	: Projet Agriculture Durable par une Approche Paysage
PAR	: Plan d'Action de Réinstallation
PART	: Partiteur
PAS	: Passerelle
PASB	: Passage à boeufs
PDDAA	: Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine
PEES	: Plan d'Engagement Environnemental et Social
PF	: Périmètres Familiaux
PFMA	: Analyse des modes de défaillance possibles
PGES	: Plan de Gestion Environnementale et Sociale
PGMO	: Procédures de Gestion de la Main d'œuvre

PhD	: Diplôme de Philosophiæ doctor
PIB	: Produit Intérieur Brut
PIGPP	: Plan Intégré de Gestion des Pestes et Pesticides
PMPP	: Plan de Mobilisation des Parties Prenantes
PPA	: Par Personne Active
PPI	: Petits Périmètres Irrigués
PREE	: PRogramme d'Engagement Environnemental (Cadre National)
PRS	: Prise sur Canal
PRSA	: Programme de résilience des systèmes alimentaires
PSDR	: Projet de Soutien au Développement Rural
PTF	: Partenaires Techniques et Financiers
s	: Seconde
SAMANGOKY	: Société pour l'Aménagement et la mise en valeur de la Vallée du bas Mangoky
SAVA	: Sambava Antalaha Vohémar
SOAMA	: Société Andapa MAmokatra
SODEMO	: Société pour le Développement Economique de la région de Morondava
SOMALAC	: Société malgache d'aménagement du Lac Alaotra
SPI	: Siphon Inversé
SRGR	: Service Régional du Génie Rural
TdR	: Termes de référence
UA	: Union Africaine
UNGP	: Unité Nationale de Gestion du Projet
URGP	: Unité Régionale de Gestion du Projet
USD	: United States Dollar (Dollar américain)
WDI	: World Development Indicators (Indicateur de développement mondial)

## RESUME

### Contexte et Justification

Madagascar prévoit de prendre part au Programme régional de résilience des systèmes alimentaires dans la zone de l’Afrique de Est et d’Afrique australe (AFE) et du Moyen-Orient et de l’Afrique du Nord (MENA). Il s’agit d’un programme basé sur l’approche à phases multiples dont la première prend la forme d’un financement de projet d’investissement, dans le cadre d’un appui de la Banque mondiale. Le programme répond aux stratégies des pays concernés et de la Banque mondiale sur les thèmes de l’agriculture, la gestion des ressources naturelles, le changement climatique, les politiques de développement et les renforcements de capacités, auxquelles les composantes du projet sont articulées.

### Description du projet

Le projet consiste à la première phase du Programme régional de résilience des systèmes alimentaires à Madagascar. L’objectif de développement est de « Améliorer la résilience des systèmes alimentaires et accroître la préparation à l’insécurité alimentaire dans les zones de projet sélectionnées ». Le projet consiste également à une série de sous-projets, dont une partie de la composante auront pour consistance la réhabilitation ou l’aménagement de périmètres irrigués, incluant des petits barrages.

Pour Madagascar, le projet aura une envergure nationale, tout en mettant l’accent sur les régions ayant des forts potentiels agricoles.

### Objectif du manuel de sécurité et de gestion des petits barrages

Le manuel de sécurité et de gestion des petits barrages est élaboré à l’endroit de tous les usagers, acteurs et bénéficiaires de petits barrages. L’objectif de ce manuel est de fournir des orientations spécifiques aux parties prenantes du projet concernant l’application des dispositions pertinentes du Cadre environnemental et social (CES). Ce manuel fournit en particulier des orientations sur l’utilisation d’une approche de gestion des risques à l’application des dispositions en matière de sécurité des barrages dans le cadre du projet. Il est complémentaire aux autres documents préparés pour le projet dans l’optique de gérer les risques environnementaux et sociaux : PEES, CGES, CR, PMPP, PGMO et PIGPP.

### Cadre légal national et Cadre Environnemental et Social de la Banque mondiale

Les dispositions figurent dans la NES 4 : Santé et sécurité des populations, et son Annexe 1 sur la sécurité des barrages. Cette NES 4 énonce que « Lorsque le projet concerne un barrage neuf ou existant, l’Emprunteur fournira des ressources suffisantes pour appliquer les dispositions en matière de sécurité des barrages. D’autre part, le cadre national légal est considéré, surtout en termes de gestion, entretien et police des ouvrages hydroagricoles à Madagascar ainsi que les classifications des barrages selon les normes nationales. Il en est de même pour les textes environnementaux et sur la gestion de l’eau.

### Classification des barrages concernés par le projet

Les périmètres irrigués concernés comporteront uniquement des petits barrages et à faibles risques. Les classifications nationales se portent sur le mode de gestion ou bien sur la superficie combinée avec les risques de perte de vie humaine. Les barrages seront inclus dans des périmètres autonomes ou

traditionnels, sans distinction de classes selon les superficies, mais n'appartenant pas à la sous-classe M qui comporte des risques sur la perte de vie humaine.

Les ouvrages principaux sont l'ouvrage de tête (barrage, ou prise au fil de l'eau), les régulateurs, les prises d'eau (ou prises de distribution), les partiteurs et les décharges. Tandis que les ouvrages secondaires sont les siphons, les bâches, ponts, chutes, etc. Les barrages sont généralement en béton dans le cadre des sous-projets prévus.

### **Dispositions sécuritaires relatives aux travaux et à la gestion des aménagements hydroagricoles**

Il n'y aura pas d'exigence de mobiliser des panels d'experts indépendants spécialisés en sécurité des barrages. Toutefois, les barrages doivent faire l'objet de mesures de sécurité définies et mises en œuvre par des ingénieurs compétents, en considération de la capacité du Projet/AUE, et doivent aussi être exécutées conformément aux bonnes pratiques internationales du secteur d'activité.

La conception devrait être précédée d'une évaluation des risques et sera ensuite proportionnée au résultat obtenu. Au-delà des exigences en termes de qualifications classiques dans le processus de passation de marché, un accent particulier à l'aspect sécurité des infrastructures est à insister dans le processus de recrutement des ingénieurs. Elle devrait être alignée aux BPISA qui sont des pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et expérimentés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou semblables, partout dans la région ou à travers le monde. L'adoption de telles pratiques devrait avoir pour conséquence que les technologies les mieux appropriées soient employées dans le cadre particulier du projet.

Vis-à-vis du cadre national, les normes malgaches (NIHYCRI) constituent une obligation réglementaire pour les aménagements hydroagricoles. Elles ont pour but d'assurer la résistance aux crues et inondations dans le cadre de la durée de vie technique du projet des infrastructures ainsi que la prévention de l'ensablement qui constitue un facteur aggravant, conduisant à la destruction des infrastructures, à un niveau de crues inférieures à celles pour lesquelles, elles sont dimensionnées.

Conformément au CGES du projet, chaque sous-projet devrait faire l'objet d'une filtration et ensuite d'une évaluation environnementale et sociale appropriée selon les dispositions des NES pertinentes et du cadre national. Chaque sous-projet sera de ce fait soumis aux procédures d'un permis ou d'une autorisation environnementale avec le cahier de charges environnementales annexé.

Au cours de son exploitation, le barrage et les infrastructures associées devront être inspectés pour identifier et anticiper les éventuelles défaillances. Les AUE auront à exécuter ces opérations selon des fréquences préétablies, conformément aux plans de gestion et de surveillance de la sécurité des ouvrages. En particulier, un plan de préparation aux situations d'urgence est à préparer et adopter par les AUE. Des renforcements de capacité seront à prévoir pour faciliter la prise en compte de ces plans dans le fonctionnement et la gestion des périmètres irrigués.

### **Mécanisme de Gestion des plaintes**

La mise en œuvre des diverses activités du Projet peut provoquer des situations conflictuelles, litigieuses voire contentieuses au sein des populations locales, comme entre autres en cas de défaillance des ouvrages, conflits dans la distribution de l'eau, mésentente avec les travailleurs du projet, etc. C'est pourquoi un mécanisme de gestion de ces situations a été établi dans le cadre du PMPP du projet. Le Projet s'engage d'avoir un mécanisme de gestion des plaintes et des doléances (MGP) mis à la disposition des parties prenantes et de la communauté.

Les Objectifs du MGP consistent à fournir un système d'enregistrement et de gestion des plaintes transparent, accessible à tous (plus particulièrement à toutes les parties prenantes), inclusif (y compris les personnes vulnérables et désavantagées), permanent (tout au long de la mise en œuvre du Projet), opérationnel, efficace et participatif.

### **Arrangement institutionnel**

Les parties prenantes seront principalement l'UNGP, l'URGP, les collectivités territoriales décentralisées, les AUE, les autres représentants du MINAE, les bureaux d'ingénieurs pour la conception et le contrôle/surveillance, les entreprises de travaux et la communauté des bénéficiaires.

## FAMINTINANA

### Fanoristoritana

I Madagasiakara dia mikasa ny handray anjara amin'ny Programa iraisam-paritra mahakasika ny tsangin'ny sehatry ny sakafo eto Afrika Atsimo, Atsinanana, Avaratra ary i Azia andrefana (AFE sy MENA). Io fandaharan'asa io dia misy dingana maro ka ny voalohany dia miendrika tetikasa famatsiana fampiasam-bola izay tohanan'ny Banky Iraisam-pirenena. Ny fandaharan'asa dia mifanaraka amin'ny paikadin'ireo firenena voakasika sy ny Banky Iraisam-pirenena araka ireto lohahevitra manaraka ireto: fambolena, fitantanana maharitra ny harena voajanahary, fiovan'ny toetr'andro, politikam-pampandrosoana ary ny fanamafisana ny fahaiza-manao, ka manodidina an'ireo ny sokajinasa voarafitra ao amin'ny tetikasa.

### Famaritana ny tetikasa

Ny tetikasa dia dingana voalohany amin'ny Fandaharan'asa iraisam-paritra mahakasika ny tsangin'ny sehatry ny sakafo eto amin'ny AFE sy MENA. Ny tanjona lehibe dia ny hanatsaràna ny tsangin'ny sehatry ny sakafo sy ny hampitomboina ny fahavononana amin'ny fiatrehana ny tsy fanjaran-tsakafo ao amin'ireo firenena voakasika.

Ny faritra voarakitry ny tetikasa dia manerana ny nosy, saingy miompana bebe kokoa amin'ireo faritra malaza amin'ny fambolena.

### Tanjon'ny drafitra fiarovana sy fitantanana ny toha-drano madinika

Ity drafitra ity dia natao ho an'ireo mpampiasa, mpisehatra ary ny mpisitraka ny toha-drano madinika. Ny tanjona dia ny hanome torolalana manokana ho an'ireo mpiara-miombon'antoka amin'ny fampiharana izay voalazan'ny rafitra ara-tontolo iainana sy sôsialin'ny Banky iraisam-pirenena amin'ny lafin'ny fitantanana ireo mety ho loza hitranga amin'ny asa fanamboarana sy fampiasana ireo toha-drano madinika. Arak'izany dia mifameno tanteraka izy amin'ireo rafitra sy drafitra hafa isankarazany nomanina ho an'ny tetikasa mba hiatrehana sy hitantanana ireo lafiny ara-tontolo iainana sy sôsialy.

### Lalana velona sy ny Rafitra ara-tontolo iainana sy sôsialin'ny Baky Iraisam-pirenena

Ny fenitra ara-tontolo iainana sy sôsialy faha 4 mahakasika ny fahasalamana sy aro loza ho an'ny fiaraha-monina, ao amin'ny rafitra ara-tontolo iainana sy sôsialin'ny Banky Iraisam-pirenena, dia mamaritra ireo fepetra tokony horeaisina. Io fenitra io dia mamaritra fa ny ny tetikasa mahakasika ny toha-drano dia tsy maintsy manaraka ireo fepetra takiana mahakasika ny aroloza mifanaraka amin'izany. Etsy andaniny ny lalana malagasy nametraka ny fitantanana, fikojakojana ary ny fiarovana ny foto-drafitrasa fanodrahana tanimboly ary ihany koa ny fisokajiana ireo fotodrafitrasa. Ny lalàna mahakasika ny tontolo iainana sy ny fitantanana ny rano ihany koa dia azo ampiharina.

### Sokajin'ny tohadrano voakasiky ny tetikasa

Ny saha voatondraka ho voakasiky ny tetikasa dia ireo misy toha-drano madinika sy manana taha ambany amin'ny mety ho fiantraikan'ny loza. Amin'ny lalàna malagasy, ny fanasokajiana ireo saha voatondraka dia miankina amin'ny fomba fitantanana na koa amin'ny velaran-tany voatondraka sy ny mety ho fiantraika amin'ny fahafatesan'olona raha misy loza. Ireo toha-drano dia tafiditra amin'ireo saha voatondraka na mahaleotena na ara-drazana. Ny sokajy araka ny velaran-tany voatondraka dia mbola tsy voafaritra hatreto. Ny azo antoka kosa dia tsy misy tafiditra anatin'ny zana-tsokajy M izay mety hiteraka fahafatesana raha sanatraia misy loza.

Ny fotodrafitrasa voalohany dia ny toha-drano. Fa misy ihany koa ireo fotodrafitrasa mifandraika aminy toy ny lakan-drano, tetezana, fitaovana isankarazany, sns. Ny toha-drano dia hatao amin'ny vato sy fasika sy simenitra amin'ny ankapobeny.

### **Fepetra manokana hisorohana ny loza ami'ny asa fanamboarana sy ny fampiasana ny fotodrafitrasa**

Tsy takiana ny fampiasana ireo manam-pahaizana manokana amin'ny toha-drano sy ny aroloza. Tsy maintsy hisy anefa ny fepetra manokana horaisina hiantohana ny aroloza amin'ny fampiasana injeniera manana trai-kefa amin'ny fanamboarana toha-drano, sy mifanaraka amin'ny fenitra iraisam-pirenena.

Hisy ny fanombanana ireo mety ho loza mialohan'ny hanaovana ny kisarisarin'ny toha-drano, ka hifanaraka amin'izay loza mety hitranga ny famolavolana izany. Arak'izany, ankoatran'ireo traikefa takiana, dia hotsindriana manokana ny resaka aroloza amin'ny fomba fisafidianana ireo Injeniera. Izany dia tokony hifanaraka amin'ny fanao mahazatra maneran-tany amin'ny asa famamboarana toha-drano sy saha voatondraka. Arak'izany dia tokony ireo teknolojia mifanaraka amin'ny zava-misy eny antoerana no hampiharina.

Etsy an-daniny koa dia misy ireo fenitra malagasy mahakasika ny fanaovana asa amin'ny saha voatondraka. Ny tanjon'ireo dia ny hiatrehana ireo rano be sy tondra-drano mandritra ny fe-potoana voafaritra tamin'ny famolavolana ny fotodrafitrasa ary ihany koa hisorohana ny antsanga izay mety hampalaky ny fahasimban'ny fotodrafitrasa.

Araka ny rafitra itantanana ny tontolo iainana sy sôsialin'ny tetikasa, dia tsy maintsy hatao tombana ara-tontolo iainana sy sôsialy ny asa rehetra izay kasaina hatao mahakasika ny saha voatondraka. Hisy arak'izany ny fanarahana ireo fepetra mahakasika ny fahazoan-dalana ara-tontolo iainana takiana mifandraika amin'ny lalàna velona sy ny fenitry ny Banky Iraisam-pirenena.

Mandritra ny fampisàna ireo fotodrafitrasa dia hisy ny fisafoana takiana mba hahafahana mamantatra sy misoroka mialoha ireo izay mety ho olana. Ny fikambanan'ny mpampiasa rano no hanao izany araka ny vanim-potoana efa voafetra mialoha. Hisy ihany koa ny drafitra hiatrehana ireo izay mety ho loza harafitra isaky ny saha voatondraka ary hampiharin'ireo fikambanan'ny mpampiasa rano. Tsy maintsy hisy ny fiofanana sy fanamafisana traikefa mba hifehezan'izy ireo izany drafitra izany mandritra ny fampiasana sy fitantanana ny fotodrafitrasa.

### **Rafitra fitarainana**

Ny fanatanterahana ny asa kasain'ny tetikasa dia mety hiteraka tsy fifanarahana na ady eo amin'ny manodidina, tahaka ny olana vokatry fahasimban'ny fotodrafitrasa, ny ady amin'ny fizarana rano, na ihany koa ny tsy fifankazahoana amin'ireo mpiasa entin'ny tetikasa, sns. Noho izany dia napetraka ny rafitra fitarainana mba handravonana ny mety ho olana. Ny tetikasa dia manolo-tena ny hametraka io rafitra fitarainana io ho an'ny mpiara-miombon'antoka sy ny mponina.

Ny tanjona dia ny hametraka fomba ahafahana mandray sy mandrakitra ny fitarainana ary ny fikirakirana azy mazava tsara sy fantatry ny rehetra, indrindra ho an'ireo marefo, sy andraisan'ireo mpiara-miombon'antoka anjara, mandritra ny tetikasa manontolo. Arak'izany, ny rafitra fitarainana dia fomba iray napetraka ho an'ny tetikasa mba hisorohana sy hamahana ireo olana amin'ny alalan'ny fifandresen-dahatra sy ny fifanakalozana ho any amin'ny fifanarahana tsotra.

### **Fandaminana ho an'ny tetikasa**

Ny mpiara-miombon'antoka dia ny mpitantanana ny tetikasa (nasiônaly sy isam-paritra), ireo Vondrombahoakam-paritra itsinjaram-pahefana (faritra, kaominina), ny fikambanan'ny mpampiasa

rano, ireo injeniera/tekinsiana hamolavola sy hanara-maso ny asa, ny orinasa hanao ny asa ary ireo mpahazo tombontsoa.

# SUMMARY

## Background and Rationale

Madagascar plans to take part in the Regional Food Systems Resilience Program in the Eastern and Southern Africa (AFE) and Middle East and North Africa (MENA) regions. The program is based on a multiphase approach, the first of which takes the form of an investment project financing, funded by the World Bank. The program responds to the strategies of the involved countries and the World Bank related to the aspects of agriculture, natural resource management, climate change, development policies and capacity building, to which the project components are linked.

## Project description

The project is the first phase of the Regional Food Systems Resilience Program in Madagascar. The development objective is "To improve the resilience of food systems and increase food insecurity preparedness in selected project areas". The project also consists of a series of sub-projects, part of which will consist of the rehabilitation or development of irrigated perimeters, including small dams.

For Madagascar, the project will be national in scope, with an emphasis on regions with high agricultural potential.

## Purpose of the Small Dam Safety and Management Manual

The Small Dam Safety and Management Manual is intended for all users, stakeholders, and beneficiaries of small dams. The objective of this manual is to provide specific guidance to project stakeholders on the application of relevant provisions of the Environmental and Social Framework. In particular, this manual provides guidance on the use of a risk management approach to the application of dam safety provisions within the project. It is complementary to other documents prepared for the project to manage environmental and social risks: Environmental and Social Commitment Plan, Environmental and Social Management Framework, Resettlement Framework, Stakeholder Engagement Plan, Labor Management Procedures, and Integrated Pest and Pesticide Management Plan.

## National Legal Framework and World Bank Environmental and Social Framework

The provisions are relevant in the Environmental and social standards ESS 4: Health and Safety of Populations, and its Annex 1 on dam safety. This ESS 4 states that "Where the project involves a new or existing dam, the Borrower will provide sufficient resources to implement the dam safety provisions. In addition, the national legal framework is considered, especially in terms of management, maintenance and policing of hydro-agricultural works in Madagascar as well as the classification of dams according to national standards, and national regulation related to for environmental and water management.

## Classification of dams relevant to the project

The irrigated perimeters will consist only of small and low risk dams. The national classifications are based on the management mode or on the area combined with the risk of loss of human life. The dams will be included in autonomous or traditional perimeters, without distinction of classes according to surface area, but not belonging to sub-class M which involves risks on loss of human life.

The main structures are the inlet (dam, or run-of-river intake), regulators, water intakes (or distribution intakes), dividers and discharges. While the secondary structures are siphons, sump, bridges, waterfalls, etc. The dams are generally made of concrete for the planned sub-projects.

### **Safety provisions relating to the work and management of hydro-agricultural facilities**

There will be no requirement to mobilize independent panels of experts in dam safety. However, the dams must have safety measures defined and implemented by competent engineers, in consideration of the capacity of the Project/Water User Association and must also be carried out in accordance with Good International Industry Practice.

A risk assessment should be undertaken prior to the design and will then be commensurate with the outcome. Beyond the standard qualification requirements in the procurement process, special emphasis should be placed on the safety aspect of the infrastructure during the engineers' recruitment process. It should be aligned with Good International Industry Practice, which is defined as the exercise of professional skill, diligence, prudence, and foresight that would reasonably be expected from skilled and experienced professionals engaged in the same type of undertaking under the same or similar circumstances globally or regionally. The outcome of such exercise should be that the project employs the most appropriate technologies in the project-specific circumstances.

With respect to the national framework, the Malagasy standards (NIHYCRI) are a regulatory requirement for hydro-agricultural perimeter development. Their purpose is to ensure resistance to floods and inundations within the framework of the technical lifetime of the infrastructures as well as the prevention of silting up which constitutes an aggravating factor, leading to the destruction of the infrastructures, at a level of floods lower than those for which, they are dimensioned.

In accordance with the project's ESMF, each sub-project should be submitted for screening and then subjected to an appropriate environmental and social assessment according to the provisions of the relevant ESS and the national framework. Each sub-project may be therefore subject to the procedures of an environmental permit or authorization with the attached environmental specifications.

During its operation, the dam and related infrastructure will have to be inspected in order to identify and anticipate possible failures. The AUEs will have to carry out these operations according to pre-established frequencies, in accordance with the management and monitoring plan for the safety of the works. In particular, an emergency preparedness plan is to be prepared and adopted by the AUEs. Capacity building will be required to facilitate the incorporation of these plans into the operation and management of the irrigation schemes.

### **Grievance Mechanism**

The implementation of the Project's various activities may give rise to conflictual, litigious, or even contentious situations among the local populations, such as in the event of failure of the constructions, conflicts in the distribution of water, disagreement with project workers, etc. Therefore, a grievance mechanism has been established in the project's Stakeholder Engagement Plan. The Project is committed to having an operational Grievances Mechanism (GM) available to stakeholders and the community.

The objectives of the GM are to provide a system for recording and managing complaints that is transparent, accessible to all (especially all stakeholders), inclusive (including the vulnerable and disadvantaged), permanent (throughout the implementation of the Project), operational, effective, and participatory.

### **Institutional Arrangement**

The stakeholders will be mainly the National Project Implementation Unit, the Regional, level Project Implementation Unit, the decentralized territorial collectivities (governors and municipalities), the AUEs, other representatives from the Ministry of Agriculture and Livestock, the engineering firms for design and control/monitoring, the works companies, and the community of beneficiaries.

# I. INTRODUCTION

## I.1. Contexte stratégique

Les pays des régions d'Afrique de l'Est abritent 1,1 milliard de personnes, soit 15% de la population mondiale. Beaucoup de ces personnes sont pauvres (environ 30% de la population est restée dans la pauvreté en 2018 sur la base de 1,90 USD PPA par jour) et continuent de faire face à des difficultés pour accéder à des aliments sûrs et nutritifs chaque jour. Jusqu'à 59 millions de personnes dans l'AFE et la région MENA devraient être en situation d'insécurité alimentaire aiguë (IPC3+) d'ici juillet 2022. En réalité, huit des dix pays les plus touchés par l'insécurité alimentaire dans le monde font partie des régions AFE et MENA. La plupart de ces pays se caractérisent par une forte dépendance à l'égard des importations de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux et par une forte dépendance à l'égard des exportations de produits de base.

Bien que l'insécurité alimentaire soit de plus en plus répandue, il existe des points chauds (Hot-spot) évidents dans les régions où le problème s'aggrave à un rythme plus rapide. L'AFE compte notamment plus de pays en situation d'insécurité alimentaire que toute autre région du monde. La Corne de l'Afrique, y compris l'Éthiopie, le Sud-Soudan et la Somalie, qui sont tous en phase 4 (urgence) de la sécurité alimentaire intégrée (IPC), devraient être confrontés aux résultats les plus graves en matière de sécurité alimentaire d'ici juillet 2022. En 2021, Madagascar a été pour la première fois classé comme pays "hot-pot", avec Haïti, Nigeria, Sud-Soudan, Yémen et 23 autres pays, et ayant des difficultés à nourrir par ses propres productions. Par-dessus de tout cela, le pays ne vit pas de conflits armés qui sont les principaux facteurs pour les autres pays.

Le changement climatique est un facteur structurel majeur à long terme de l'insécurité alimentaire. Le changement climatique entraîne une augmentation de la fréquence et de la gravité des phénomènes météorologiques extrêmes dans les régions, contribuant aux chocs de production alimentaire dus aux sécheresses et aux inondations, qui passent d'une fois tous les 12,5 ans (moyenne pour 1982-2006) à une fois tous les 2,5 ans (moyenne pour 2007-2016) dans toute l'Afrique subsaharienne (ASS). Le climat influe également sur les vecteurs de ravageurs et de maladies qui nuisent aux cultures et aux animaux, comme en témoigne la probabilité accrue d'importantes invasions de criquets pèlerins, comme c'est le cas en Afrique centrale et dans certaines régions de la région MENA. Sur la période de 25 ans allant de 1982 à 2006, la production alimentaire par habitant en ASS a diminué de plus de 2,5% en deux ans (1983 et 1992 en raison de sécheresses induites par El Niño). De 2007 à 2016, la production alimentaire par habitant a diminué de plus de 2,5% pendant quatre ans (2007, 2009, 2011, 2016), la sécheresse et les inondations ayant joué un rôle important. Le maintien de la croissance de la production alimentaire par habitant à long terme devient donc de plus en plus difficile avec des revers plus fréquents dus aux conditions météorologiques.

## I.2. Contexte et justification du programme et du projet

Le secteur agricole et alimentaire reste une source importante de croissance économique et de création d'emplois dans l'AFE et la région MENA. Ensemble, l'agriculture de l'AFE et de la région MENA contribue pour 8% à la valeur ajoutée agricole mondiale (WDI, 2020). Au cours de la dernière décennie, la croissance agricole réelle en ASS a été de 4,3% entre 2000 et 2018, contre 3,2% en AFE, et 2,7% au niveau mondial. Le taux de croissance moyen du produit intérieur brut (PIB) entre 2000 et 2020 en Afrique subsaharienne a été de 8 %, et 0 % au niveau mondial (base de données WDI). Plus de 40 % de

la main-d'œuvre de l'Afrique subsaharienne, principalement des jeunes, occupe désormais des emplois non agricoles.

Le Programme de résilience du système alimentaire proposé s'aligne sur les principales stratégies régionales de la Banque mondiale. Il soutient la Stratégie d'aide à l'intégration et à la coopération régionales en Afrique (2018), la stratégie Fragilité, conflit et violence (FCV) et le Plan d'action sur le changement climatique 2021-2025 du Groupe de la Banque mondiale (GBM). Le Programme soutient directement la Stratégie élargie pour la région MENA et est bien aligné avec le document d'approche de la réponse à la crise COVID-19 du GBM pour atténuer les impacts socio-économiques de la crise COVID-19, et la stratégie de genre du GBM (Année fiscale 2016-2023) sur l'amélioration des résultats du développement humain, l'amélioration des opportunités économiques et la suppression des obstacles à la propriété des actifs. Le programme aborde systématiquement les risques liés au climat en utilisant l'approche GRID (Green, Resilient, and Inclusive Development) du GBM et cherche à promouvoir les investissements dans la résilience des systèmes alimentaires des régions AFE et MENA, faisant ainsi progresser l'engagement du GBM envers le plan d'affaires climatique africain de nouvelle génération (ACBP) pour 20 pays.

Le programme est également bien aligné sur les stratégies clés des clients et s'appuie sur les travaux analytiques approfondis réalisés au niveau national par la Banque mondiale et d'autres partenaires. Le programme est aligné sur l'Agenda 2063 de l'Union africaine, la Déclaration de Malabo sur l'agriculture africaine, le Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine (PDDAA) et les plans stratégiques du Forum pour la recherche agricole en Afrique (FARA). Le Programme est élaboré sous l'égide du Dialogue des dirigeants sur la sécurité alimentaire en Afrique (UA-WBG-FAO-ADB-FIDA, Kigali, 2019). Il s'appuie sur des bases analytiques solides, notamment les plans nationaux d'investissement dans l'agriculture du PDDAA. Le Programme complète l'Accélération des impacts de la recherche climatique du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI) pour l'Afrique (AICCRA) en reliant le même ensemble d'acteurs régionaux et nationaux à la frontière scientifique internationale des centres internationaux du GCRAI.

### I.3. Objectifs du manuel

Le manuel de sécurité et de gestion des petits barrages (MSGPB) est élaboré à l'endroit de tous les usagers, acteurs et bénéficiaires de petits barrages, pour servir de guide et outil, de manuel de gestion, d'entretien et de réparation dans le cadre des activités du projet constituant la première phase du Programme de Résilience des Systèmes Alimentaires à Madagascar. L'objectif est de fournir des orientations supplémentaires concernant l'application des dispositions pertinentes du Cadre environnemental et social (CES)<sup>1</sup> et aussi d'assurer le maximum de sécurité pour ces barrages ainsi que les activités connexes prévues dans leurs zones d'influences.

Il est à noter qu'à Madagascar, les barrages hydro-agricoles construits ou existants ne dépassent pas les 15 m de hauteur et les trois (03) millions de m<sup>3</sup> du volume d'eau du réservoir. Si bien que selon le classement figuré dans la NES 4, ils sont tous qualifiés dans la classe de petits barrages.

---

<sup>1</sup> En particulier, la note d'orientation sur la NES 4 traite la sécurité des barrages dans son Annexe 1 : Sécurité des barrages

## I.4. Méthodologie adoptée

Dans le cadre de la préparation du MGSPB, la démarche suivie est composée par une approche participative, en concertation avec l'ensemble des acteurs et partenaires concernés par les activités prévues par les composantes du Projet. Une telle approche a permis d'intégrer au fur et à mesure les avis et arguments des différents acteurs. Elle a consisté essentiellement dans une analyse approfondie de la documentation disponible (documents du projet et de planification au niveau régional, textes législatifs et réglementaires, données sur les milieux physiques et humains).

Le rapport a été préparé sur la base de l'approche méthodologique suivante :

- Analyse et revue des sources documentaires existantes, y compris les lois et les décrets portant sur l'environnement et l'évaluation de l'impact environnemental.
- Consultations virtuelles avec des représentants des principales parties prenantes

Parmi les principaux documents consultés, le document de base est la note de bonne pratique sur la sécurité des barrages préparé par le Pôle mondial d'expertise en Eau du Groupe de la Banque mondiale, et l'appui du Partenariat mondial pour la sécurité hydrique et l'assainissement. En outre, des documents à l'échelle nationale est consultée pour mieux répondre au contexte local en termes de types d'infrastructures couramment retrouvés dans le pays, comme listé dans le tableau 1 ci-dessous.

**Tableau 1 : Documents spécifiques considérés dans l'élaboration du MSGPB**

Projet/Programme	Document
Projet de soutien à des moyens de subsistance dans le sud de Madagascar (MIONJO)	Manuel de gestion et de sécurité des barrages (2020)
Projet Agriculture Durable Par une Approche Paysage (PADAP)	Elaboration d'un manuel de gestion et de sécurité des petits barrages (2016)
Programme National des Bassins Versants	Elaboration d'un manuel de gestion et de sécurité des petits barrages (2016)
Programme de développement de périmètres irrigués et d'aménagement de bassins versants	Guide d'intervention pour la mise en œuvre des projets (2006)
Programme National des Bassins Versants	Lettre de politique de développement des Bassins Versants et périmètres irrigués (2006)

## II. DESCRIPTION DU PROJET

### II.1. Objectif de Développement du Projet (ODP)

L'objectif de développement du projet est d'accroître la résilience des systèmes alimentaires et la préparation à l'insécurité alimentaire à Madagascar.

L'amélioration de la performance des systèmes agricoles et alimentaires du pays n'est pas seulement vitale pour réduire la malnutrition et l'insécurité alimentaire chronique ; elle est également essentielle pour créer des emplois, augmenter les revenus ruraux et réduire la pauvreté.

Il ne s'agit pas seulement d'atteindre une productivité plus élevée, mais plutôt d'atteindre et de maintenir des niveaux de productivité plus élevés tout en réduisant l'empreinte environnementale et la dépendance à l'égard d'une consommation non durable des ressources naturelles du pays.

Au lieu d'être le principal moteur de la déforestation, de la perte de biodiversité et des émissions de gaz à effet de serre (GES), l'agriculture peut faire partie de la solution. En encourageant l'adoption de technologies et de pratiques intelligentes sur le plan climatique et en donnant aux communautés les moyens de gérer directement et plus durablement les écosystèmes naturels et les ressources sous-jacentes (terres, forêts, sols, eau), des systèmes agricoles plus productifs et plus résistants permettront non seulement de répondre aux besoins alimentaires, nutritionnels et de subsistance de la population malgache, mais aussi de devenir un moteur essentiel de la diversification, de la transformation et de la croissance économiques.

### II.2. Composantes du projet

En accord avec le programme MPA plus large, le PRSA de Madagascar donne la priorité aux activités conçues pour traiter les vulnérabilités sous-jacentes et les moteurs des crises alimentaires et pour renforcer la productivité et la résilience des systèmes alimentaires. Le programme s'appuie sur la vaste expérience de la Banque en matière de soutien aux investissements dans l'agriculture et la gestion des terres à Madagascar. Les interventions proposées s'appuient en partie sur des investissements passés et actuels tels que le projet de développement de l'irrigation et de gestion des bassins versants (BVPI, P074086), le projet de gestion durable des paysages (PADAP, P154698) et le projet de croissance rurale et de gestion des terres agricoles (CASEF, P151469). Le BVPI visait à augmenter la productivité, à améliorer la capacité de gestion des ressources en eau et à restaurer les bassins versants associés dans les régions du centre et du nord de Madagascar. Le PRSA s'appuiera également sur l'expérience plus large de la Banque dans la région Afrique, comme ailleurs, pour aider les gouvernements à revitaliser les systèmes nationaux de recherche et d'innovation agricoles, à renforcer la collecte et la gestion des informations et des données, à développer et à déployer des outils robustes d'alerte précoce et d'aide à la décision, et à mobiliser des programmes de soutien public fondés sur des données probantes.

Toutes les activités à mettre en œuvre dans le cadre du PRSA décrites ci-dessous se déclinent en cinq (5) composantes : (i) Reconstruction d'une capacité de production résiliente ; (ii) Gestion durable des ressources naturelles ; (iii) Amélioration de la connectivité et de l'accès aux marchés pour les petits exploitants ; (iv) Coordination du projet, gestion des connaissances et diffusion ; (v) Composante de réponse aux urgences.

## **Composante 1 - RECONSTRUCTION D'UNE CAPACITE DE PRODUCTION RESILIENTE (9,6 millions de dollars IDA).**

Aligné sur le Pilier 1 du MPA, l'objectif de la Composante 1 est de renforcer la productivité et la résilience de la production alimentaire face aux chocs et aux facteurs de stress par le biais d'une recherche améliorée et du développement d'innovations et du renforcement des systèmes de prestation de services, d'information et de technologie.

Cet objectif sera atteint en finançant :

- la recherche agricole et le développement et le déploiement d'innovations intelligentes sur le plan climatique et de mécanismes de livraison pluralistes pour améliorer l'accès et l'adoption appropriée et durable par les agriculteurs.
- les infrastructures, les biens/équipements,
- le renforcement des capacités et l'assistance technique pour les biens et services publics ou semi-publics, tels que la recherche agricole et les systèmes d'information, les services de vulgarisation et de conseil, et les outils de gestion des risques.
- Le pilotage ou le développement, le cas échéant, l'utilisation d'approches public-privé, notamment l'agrégation de produits agricoles, les systèmes de bons d'achat d'intrants (Dokany Mora ho an'ny Mpamokatra, DMM) et les centres d'agrobusiness (CABIZ) pour améliorer la prestation de services.
- La fourniture des subventions de contrepartie et d'innovation par le biais du Fonds de développement agricole (FDA), et s'appuiera sur d'autres mécanismes de financement (microcrédit, garanties de crédit) pour encourager l'utilisation et la fourniture de biens et de services favorisant la résilience au niveau des exploitations agricoles, qui pourraient également générer d'importants co-bénéfices climatiques (par exemple, l'adoption de variétés adaptées au climat ou de races animales améliorées ; des technologies de production et de stockage des cultures économes en eau et en énergie, des kits d'irrigation à petite échelle ; des services de location d'équipements/machines ; la multiplication des semences certifiées, etc.)

### **Sous-composante 1.1 : Soutenir les systèmes semenciers pluralistes et informés sur le climat.**

Cette sous-composante vise à renforcer la capacité de recherche et le développement et la livraison de variétés améliorées de cultures vivrières et fourragères à haut rendement, résistantes au climat et riches en nutriments.

Les activités soutiendront les changements systémiques nécessaires pour améliorer les systèmes de semences informels et faciliter les liens complémentaires avec le système formel pour un meilleur accès à l'information, aux connaissances et aux compétences, l'expansion de la production de semences et l'amélioration des performances commerciales.

Cela sera réalisé :

- en soutenant le développement de la feuille de route nationale des semences pour les cultures ciblées (par exemple, le riz, le maïs, le sorgho, le manioc, la patate douce, le niébé),
- en renforçant la capacité des régulateurs de semences dans l'assurance qualité, et en identifiant et en abordant d'autres contraintes contraignantes qui entravent le développement de la chaîne de valeur des semences.

Pour cela, l'activité vise à :

- fournir une formation et un soutien au renforcement des capacités et à la commercialisation aux producteurs de semences, y compris les entreprises privées et les groupes d'agriculteurs.
- renforcer la capacité technique et opérationnelle des centres nationaux de recherche agricole (FOFIFA, FIFAMANOR) pour sauvegarder et assurer la fourniture de semences de pré-base et de base.
- financer la réhabilitation et la mise à niveau des centres publics et communautaires pour la multiplication, le traitement, le stockage et la commercialisation des semences
- soutenir et faciliter les alliances de recherche collaborative avec One CGIAR (par ex, AfricaRice, IITA, IPC, ICRISAT, ILRI) et d'autres partenaires pour accéder et déployer, par le biais d'écoles d'agriculture de terrain, de Lead Farmer, de centres de multiplication des semences (CMS), de Groupement de producteurs de semences (GPS) et d'autres modèles de démonstration participative, des variétés de semences plus nutritives (par exemple, patate douce à chair orange), à rendement plus élevé et résistantes au climat.

#### **Sous-composante 1.2 : Soutien à l'amélioration de l'accès à l'agro-mécanisation.**

Cette sous-composante soutiendra le développement et la fourniture aux petits exploitants agricoles d'innovations adaptées en matière de mécanisation agricole pour la préparation des terres, le semis (c'est-à-dire le semis direct), les technologies de fertilisation, le désherbage, la récolte et les pratiques de gestion post-récolte (c'est-à-dire le battage, la transformation) pour les cultures cibles. Le manque d'informations adéquates, le pouvoir d'achat limité et l'absence de modèles commerciaux durables pour fournir des services de machinismes agricoles sont les principales contraintes limitant l'adoption à Madagascar.

Pour surmonter ces contraintes, le projet :

- fournira des subventions de contrepartie aux fournisseurs de produits et services de machinismes agricoles, en particulier parmi les femmes et les jeunes, et
- soutiendra le développement d'une plateforme numérique pour mieux relier les petits exploitants, les groupes de producteurs et les agro-industries aux services de machinismes agricoles.
- renforcera également la capacité du Centre de Formation et d'Application du Machinisme Agricole (CFAMA). En collaboration avec One CGIAR, le projet soutiendra le développement d'équipements et de machines agricoles innovants ayant la portée de relever les défis qui entravent la productivité et de renforcer la résilience.

#### **Sous-composante 1.3 : Renforcement des systèmes de gestion et d'information sur la production agricole, les prix et les données météorologiques.**

Cette sous-composante soutiendra le développement de données et de systèmes d'information numériques qui sont essentiels à la collecte, l'évaluation, la gestion et la diffusion d'informations et de services de conseil pour une meilleure prise de décision parmi les acteurs de la chaîne de valeur agricole, des petits producteurs aux éleveurs, en passant par les agro-industriels et les décideurs. Il s'agit notamment de données sur la production agricole et l'approvisionnement alimentaire, la santé animale et végétale (par exemple, les épidémies de parasites ou de maladies animales), les prix et la disponibilité des semences, des engrais, des stocks alimentaires et d'autres informations sur le marché, la santé des sols et les informations météorologiques en temps réel ou prévues).

Les activités renforceront les capacités au niveau national des services agrométéorologiques et hydrométéorologiques (publics, privés et universitaires) pour :

- (i) recueillir des données sur les phénomènes hydrométéorologiques pour compléter les données et les infrastructures régionales et mondiales ; et
- (ii) fournir des services de prévision, d'alerte et de conseil basés sur l'impact aux communautés agricoles pour les aider à mieux anticiper et répondre aux menaces pour l'agriculture et la sécurité alimentaire.

### **Composante 2 : GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES (20,5 millions de dollars IDA).**

Aligné sur le pilier 2 du MPA, l'objectif de cette composante est de promouvoir une planification participative et une gestion des ressources naturelles et des infrastructures d'irrigation plus durable et dirigée par les communautés. Une meilleure gestion de la base de ressources naturelles (eau, terre, sol et végétation) au niveau du paysage et de l'exploitation est essentielle pour améliorer la sécurité alimentaire, renforcer la résilience et améliorer la séquestration du carbone.

Les activités du volet faciliteront et favoriseront :

- l'utilisation améliorée de l'eau, des sols et des forêts et la restauration des ressources dégradées afin de renforcer les fonctions naturelles et la base de capital naturel qui sous-tendent des systèmes alimentaires plus productifs et résilients.
- la gestion durable des bassins versants essentiels à l'agriculture irriguée et pluviale, la protection de la biodiversité, l'amélioration de la gestion de l'eau et des services d'irrigation, ainsi que la productivité accrue des ressources naturelles.
- l'adoption d'une approche intégrée et participative de la gestion des bassins versants en soutenant les populations rurales et les services décentralisés pour gérer les terres et les ressources naturelles de manière plus efficace et durable.

La composante contribuera à :

- (i) protéger les bassins versants en réduisant l'érosion et la sédimentation et en augmentant l'infiltration de l'eau ;
- (ii) augmenter la productivité et la durabilité de la production agricole basée sur des technologies agroécologiques et agroforestières ; et
- (iii) renforcer via une AT dédiée la capacité des communautés à mettre en œuvre des améliorations du paysage/bassin versant et des associations d'usagers de l'eau (AUE) à gérer durablement l'exploitation et la maintenance (E&M) des infrastructures d'irrigation.

Le projet financera l'étude et la mise en œuvre d'une approche innovante qui impliquerait non seulement les AUE mais aussi les coopératives et les groupements d'intérêt économique (GIE), conformément à la loi 2014-042 sur la réhabilitation, l'O&M des infrastructures d'irrigation. La composante se concentrera sur les investissements ayant des impacts environnementaux positifs à long terme, notamment la séquestration des GES et la réduction des émissions, et le soutien aux groupes communautaires.

La composante 2 comporte trois sous-composantes qui se soutiennent mutuellement : 1) Promouvoir la planification participative et renforcer la base de connaissances) ; 2) Soutenir les investissements dans la gestion durable des terres et de l'eau ; et 3) Améliorer la gestion de l'eau et les services

d'irrigation. La composante financera l'assistance technique, les travaux d'analyse et de conseil, les services de consultants, les travaux de génie civil, les coûts d'exploitation et les systèmes de subventions et de fonds renouvelables gérés par les communautés.

**Sous-composante 2.1 : Promouvoir la planification participative et renforcer la base de connaissances. En réponse aux défis associés à la gestion de l'environnement, et pour l'adaptation et l'atténuation du climat,**

Cette sous-composante :

- fournira des innovations pour construire des systèmes résilients basés sur la gestion durable des ressources naturelles.

- se concentrera sur la planification et le renforcement des capacités pour la gestion durable des bassins versants. Cela comprend, entre autres, :

- la préparation de plans de gestion des bassins versants, de plans de gestion locaux ou de sous-bassins versants préparés par un processus participatif,
- le soutien aux plateformes de communication et de négociation,
- ainsi que la formation et le renforcement des capacités des groupes communautaires en matière d'approches durables d'exploitation et de gestion.
- Le soutien : i) au renforcement des capacités institutionnelles et communautaires pour la gestion durable des ressources naturelles, y compris au sein des associations d'usagers de l'eau (AUE) ; ii) à l'amélioration de la gestion forestière et la restauration du paysage, y compris les techniques et technologies de réhabilitation des terres dégradées, le reboisement, la gestion des incendies, la construction de terrasses, l'agroforesterie et la foresterie productive pour l'énergie et le bois de construction ; iii) la planification, la cartographie, la collecte de données et la génération de connaissances.

- générera des données de base sur les conditions physiques pour le carbone du sol, la couverture forestière, l'utilisation des terres, l'utilisation et la demande d'eau, le flux d'eau et de sédiments, le statut et la diversification des moyens de subsistance, les estimations des émissions de gaz à effet de serre,

- procédera à la sensibilisation visant à éradiquer les pratiques négatives telles que les feux de brousse, l'agriculture sur brûlis et le brûlage excessif ou la production de charbon de bois dans les zones à risque.

- Fournira une assistance technique pour accompagner les communautés dans l'application de la gestion du paysage et des nouvelles techniques et pratiques. Un accent particulier sera mis sur l'identification des besoins, des préoccupations et des activités appropriées pour les femmes et les autres groupes vulnérables en matière de gestion forestière et de restauration du paysage.

**Sous-composante 2.2 : Soutenir les investissements dans la gestion durable des terres et de l'eau.**

Cette sous-composante se concentrera sur les investissements dans les actifs productifs, principalement par le biais de la gestion des ressources en eau, des services d'eau et de la gestion des bassins versants. Pour cela, les activités :

- amélioreront les fonctions des écosystèmes qui augmentent la productivité et la résilience des systèmes agricoles et alimentaires.

- amélioreront l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la promotion des fonctions écosystémiques plus saines en accord avec le contexte spatial, écologique et socio-économique.
- financeront les pratiques qui favorisent la conservation des sols et de l'eau pour une agriculture plus durable et productive ; des mesures agronomiques et des pratiques de AIC ; le contrôle des cours d'eau et des eaux (souterraines), y compris le stockage à petite échelle pour soutenir l'amélioration de la résilience et de la gestion de l'eau ; le pilotage de la collecte des eaux de pluie, la protection des bassins versants naturels, la restauration des berges, y compris l'agroforesterie, les systèmes sylvo-pastoraux et l'énergie rurale pour restaurer la couverture forestière et la recharge des nappes phréatiques ; le soutien des moyens de subsistance basés sur les ressources naturelles avec des groupes communautaires, tels que les produits forestiers non ligneux, l'apiculture, le charbon de bois vert et le tourisme basé sur la nature.
- augmenteront l'utilisation d'arbres et de boisés dans le paysage par la promotion du reboisement, de l'amélioration des pâturages, ainsi que des techniques d'agroforesterie et d'agroécologie, y compris les cultures intercalaires. Une attention particulière sera accordée aux opportunités offertes aux femmes et aux jeunes. L'approche participative utilisée dans la composante 2.1 pour la gestion des paysages et des bassins versants.
- comprendront également le suivi et l'évaluation de la santé et de la résilience des bassins hydrographiques en utilisant la télédétection et le suivi des processus.

#### Sous-composante 2.3. Amélioration de la gestion de l'eau et des services d'irrigation.

Dans le cadre de cette sous-composante, le projet :

- réhabilitera et améliorera les sites d'irrigation par gravité existants dans les régions ciblées. Le projet contribuera également à améliorer la gouvernance de l'eau par le renforcement des capacités des associations d'utilisateurs d'eau (AUE).
- donnera la priorité à l'introduction d'approches nouvelles et innovantes pour aider le gouvernement à gérer durablement les infrastructures clés telles que les barrages et les digues qui sont très vulnérables aux chocs climatiques et à la détérioration des performances due au manque de maintenance et d'entretien réguliers.
- facilitera l'opérationnalisation du Fonds d'entretien du réseau hydro-agricole (FERHA) afin que les infrastructures majeures telles que les barrages et les digues puissent bénéficier d'un entretien régulier (tous les 3-4 ans) et être réparées lorsqu'elles sont endommagées.

#### **Composante 3 : AMELIORATION DE LA CONNECTIVITE ET DE L'ACCES AUX MARCHES POUR LES PETITS EXPLOITANTS (28,8 millions de dollars IDA).**

Aligné sur le pilier 3 du MPA (Amélioration des marchés et de la commercialisation), l'objectif de la composante 3 est de promouvoir l'inclusion accrue des petits exploitants agricoles et des communautés rurales dans des chaînes de valeur et des marchés alimentaires nationaux plus compétitifs.

Les activités soutenues dans le cadre de cette composante mettront l'accent sur les possibilités d'améliorer, par le biais de programmes de formation, les compétences commerciales et la capacité d'entreprendre des jeunes et des femmes et de les aider à s'intégrer, grâce à des subventions de contrepartie, dans les chaînes de valeur de l'agriculture et de l'élevage. Une attention particulière sera accordée à la promotion d'investissements durables sur le plan environnemental et socialement responsables, ainsi qu'à ceux qui peuvent améliorer les résultats nutritionnels au niveau des ménages

et des communautés, tout en renforçant leur résilience aux chocs météorologiques et autres risques négatifs.

**Sous-composante 3.1 : Promouvoir la diversification et la valeur ajoutée pour améliorer les revenus, la nutrition et la santé.**

Cette sous-composante vise à améliorer la nutrition et la qualité des produits alimentaires et à accroître les possibilités de revenus en développant, en adaptant et en fournissant des technologies de transformation des produits agricoles. Tout en stimulant le développement et la consommation d'aliments de meilleure qualité et riches en nutriments, l'activité vise à soutenir la génération de nouveaux revenus et les opportunités d'emploi, en particulier chez les femmes et les jeunes.

La sous-composante financera des sous-projets qui : i) améliorent la valeur nutritionnelle du riz par le biais de variétés améliorées, de méthodes de transformation améliorées (par exemple, l'enrichissement des variétés locales populaires avec du zinc, du fer ou des vitamines ; la mini-bouillie) et la valorisation des sous-produits du riz ; ii) facilitent le développement d'aliments innovants à base de tubercules, de céréales et de légumineuses (par ex, farine de manioc/ patate douce) et d'aliments pour animaux (par exemple, épluchures de manioc) et de nouveaux produits semi-transformés innovants, diversifiés, nutritifs et faciles à cuisiner (aliments pour nourrissons enrichis), à diffuser dans les villages, en ciblant les centres nutritionnels, et dans les villes et les marchés urbains.

**Composante 3.2 : Réhabilitation et entretien décentralisé des routes rurales de desserte.**

Le projet financera la réhabilitation des infrastructures afin d'améliorer la connectivité des producteurs ruraux aux opportunités de marché et de faciliter le transport des produits agricoles. Une attention particulière sera accordée à la réhabilitation des routes de desserte qui sont essentielles pour les petits producteurs, en particulier les femmes rurales, pour accéder aux marchés des intrants et des produits. Les critères de sélection des routes seront basés sur une évaluation de leur rentabilité économique potentielle (potentiel de production de la zone de chalandise, nombre de producteurs, liens réels avec le marché). Le processus de sélection tiendra compte des priorités des régions et des communes afin de s'assurer de leur alignement sur les plans de développement, en coordination avec les chefs des bureaux décentralisés de la Direction Régionale de l'Agriculture et de l'Élevage (DRAE) du ministère de l'Agriculture et de la Direction Régionale des Travaux Publics (DRTP) du ministère des Travaux Publics.

**Sous-composante 3.3 : Construction et réhabilitation de laboratoires publics et équipements.**

Le projet financera la réhabilitation et la construction ainsi que l'acquisition d'équipements pour les laboratoires publics afin qu'ils puissent jouer leur rôle dans les contrôles de qualité et des normes SPS, l'épidémiologie-surveillance, la certification des semences, les contrôles de qualité des engrais et des pesticides, etc. La construction et/ou la réhabilitation seront fondées sur une évaluation des performances/une analyse des lacunes du laboratoire par rapport à des normes prédéterminées (par exemple, l'analyse des services vétérinaires de l'OIE) ou sur un appel à propositions visant à améliorer les performances du laboratoire par rapport à des normes spécifiques. Le projet soutiendra également l'entrée de laboratoires privés certifiés afin de garantir des conditions de concurrence équitables avec les laboratoires publics.

**Composante 4 : COORDINATION DU PROJET, GESTION DES CONNAISSANCES ET DIFFUSION (10,0 millions de dollars IDA).**

**Sous-composante 4.1 : Coordination et gestion du projet**

Cette activité soutient tous les aspects de la gestion et du suivi et de l'évaluation du projet. Elle comprend le financement des activités préalables au démarrage, le S&E, la conformité aux exigences fiduciaires, de passation de marchés, environnementales et sociales, y compris l'engagement de l'entreprise (comme les activités d'engagement des citoyens), la gestion des connaissances, la communication et les frais de personnel.

**Sous-composante 4.2 : Favoriser des politiques et des institutions éclairées par le climat et la coordination régionale.**

Cette sous-composante visera à : i) améliorer le cadre réglementaire et politique pour permettre la transformation numérique de l'agriculture ; ii) renforcer les programmes publics de soutien à l'agriculture ; iii) promouvoir l'harmonisation régionale des politiques de sécurité alimentaire, le renforcement du partage des connaissances et le commerce alimentaire intra-régional ; iv) renforcer le développement des capacités institutionnelles et professionnelles et techniques.

Il est prévu de :

- financer le développement et le déploiement de technologies numériques pour créer une agriculture plus inclusive, efficace, productive, saine et connectée qui soutiendra durablement la santé, le bien-être et les moyens de subsistance des communautés rurales
- faciliter l'évaluation de la performance des programmes de soutien des politiques publiques et l'identification d'alternatives politiques fondées sur des preuves et d'options pour réorienter le soutien des politiques publiques vers une agriculture plus forte, plus durable et plus résiliente.
- renforcer les connaissances et les compétences du personnel technique et de recherche clé dans les institutions publiques par le biais d'une formation technique à court et à long terme (PhD, MS) pour le personnel du MINAE et des institutions techniques et de recherche clés telles que FOFIFA, FIFAMANOR, CFAMA, le ministère de la recherche, le ministère de l'environnement et du développement durable, et le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. La formation portera, entre autres, sur les concepts de l'intelligence climatique, la modélisation des risques liés au changement climatique, les prévisions et la diffusion des données agro-météorologiques, l'analyse des big data (par exemple, les méthodologies d'estimation de l'augmentation de la productivité agricole, de la séquestration nette du carbone, de la réduction de l'érosion des sols, de l'augmentation de la couverture végétale, des émissions nettes de GES, la modélisation météorologique et hydrologique, les prévisions météorologiques par zone, la gestion des données en nuage, la cartographie des sols et de la couverture végétale).

**Composante 5 : COMPOSANTE DE REPONSE AUX URGENCES (CERC).**

Cette composante fournira une réponse immédiate à une crise ou une urgence éligible, selon les besoins. À la suite d'une crise ou d'une urgence éligible, l'Emprunteur peut demander à la Banque de réaffecter les fonds du projet pour soutenir la réponse d'urgence et la reconstruction. Cette composante puiserait dans les ressources financières non engagées au titre du projet provenant d'autres composantes du projet pour couvrir les interventions d'urgence.

### II.3. Les zones d'intervention du projet

D'une manière générale, la portée du projet est nationale. De ce fait, les principales interventions visent à renforcer les capacités des structures et institutions gouvernementales nationales afin de garantir leur capacité à fournir des produits et services agricoles innovants, notamment les centres de

recherche tels que FOFIFA, FIFAMANOR, CFAMA, et les structures financières telles que FDA et FERHA. En parallèle, le PRSA financera des investissements de réhabilitation des paysages et des infrastructures dans des régions cibles qui : i) s'alignent sur les priorités du gouvernement ; ii) présentent un fort potentiel d'augmentation de l'offre et de la demande alimentaire ; iii) offrent de fortes complémentarités avec d'autres investissements de la Banque et d'autres partenaires ; et iv) sont considérées comme vulnérables à l'insécurité alimentaire et/ou nutritionnelle.

Parmi la liste des régions cibles, qui sera affinée en consultation avec le gouvernement, figurent Analamanga, Vakinakaratra, Itasy, Antsinanana, Analanjirifo, Atsimo Atsinanana, Vatovavy, Fitovinany, Anosy, DIANA, SAVA, Boina et Betsiboaka. Les régions du sud de Madagascar, qui comptent parmi les plus vulnérables et les plus exposées à l'insécurité alimentaire et qui font l'objet du projet MIONJO (P171056, 200 millions de dollars US), bénéficieront également des investissements du PRSA grâce à un meilleur accès aux semences améliorées, aux informations météorologiques et commerciales et à d'autres améliorations systémiques.

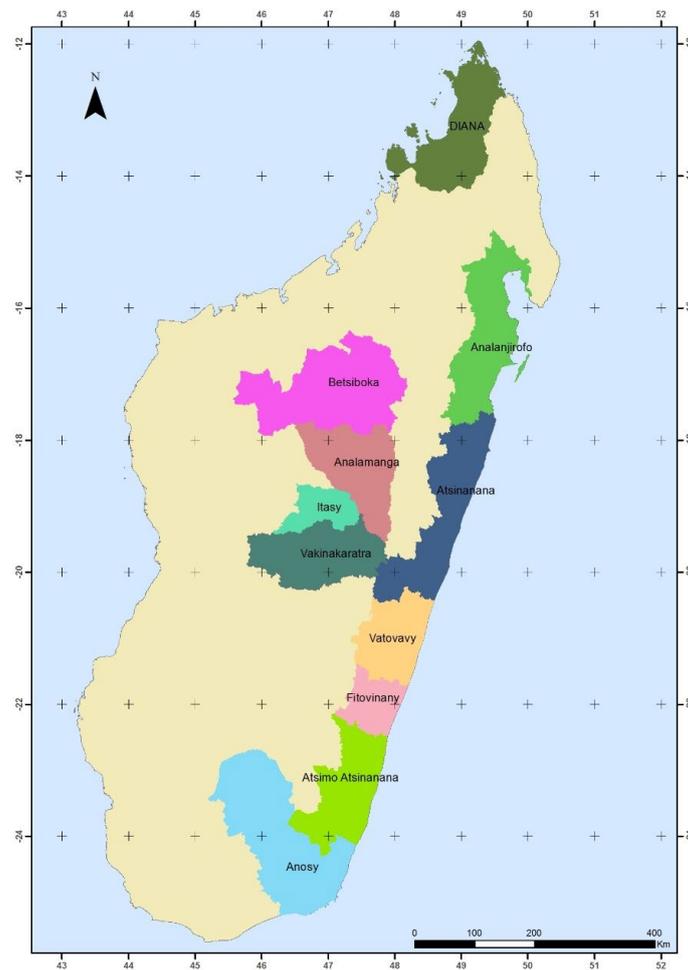


Figure 1 : Localisation des régions cibles du PRSA à Madagascar

#### II.4. Types d'activités potentielles engendrées par les composantes et les sous-composantes à mettre en œuvre

Suivant les composantes et les sous-composantes du Projet, différents types d'activités seront éventuellement à mettre en œuvre. Certaines d'entre elles vont concerner les petits barrages et des

dispositions devront être prises en conséquence par le Projet. Ci-après la liste non exhaustive des types d'activités :

- Le renforcement de la productivité et de la résilience de la production alimentaire face aux chocs par le biais d'une recherche améliorée et du développement d'innovation et du renforcement des systèmes de prestation de services, d'information et de technologie, notamment le renforcement technique et opérationnelle des centres nationaux de recherche agricole, la réhabilitation des centres publics et communautaire pour la multiplication, le traitement, le stockage et la commercialisation des semences ;
- Le soutien des systèmes semenciers pluralistes et informés sur le climat ;
- Le soutien à l'amélioration de l'accès à l'agro-mécanisation ;
- LE renforcement des systèmes de gestion et d'information sur la production agricole, les prix et les données météorologiques ;
- La gestion durable des ressources naturelles et notamment des bassins versants impliquant une utilisation améliorée de l'eau, des sols ; des forêts, des sites et des services d'irrigation la préparation de plans de gestion de bassins versants, de sous-bassins versants et un renforcement des connaissances de base des communautés locales agricoles,
- Le financement des activités d'amélioration des pratiques de la gestion forestière et la restauration du paysage y compris les techniques et technologies de réhabilitation des terres dégradées, le reboisement, la gestion des incendies, la construction de terrasses, l'agroforesterie et la foresterie productive pour l'énergie et le bois de construction ;
- La sensibilisation d'éradiquer les pratiques négatives telles que les feux de brousse, l'agriculture sur brûlis et le brûlage excessif ou la production de charbon de bois dans les zones à risque.
- La réhabilitation et l'amélioration des sites d'irrigation dans les régions ciblées ;

L'amélioration de la connectivité et de l'accès aux marchés des petits exploitants à travers la réhabilitation des routes rurales de desserte ; la construction de laboratoires publics et équipement.

## III. CADRE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL

### III.1. Cadre national

#### III.1.1. Dispositions réglementaires en matière de gestion, entretien et police des ouvrages hydro-agricoles à Madagascar

Les dispositions réglementaires en matière de gestion, entretien et police des ouvrages hydroagricoles sont définies suivant les lois et décrets ci-après :

##### III.1.1.1. Loi n°2014-042 du 09 janvier 2015 régissant la Remise en état, la Gestion, l'Entretien, la Préservation et la Police des Réseaux Hydroagricoles

Elle régit la remise en état, la gestion, l'entretien, la préservation et la police des réseaux hydroagricoles, et la réalisation des travaux et ouvrages d'infrastructure contribuant à l'aménagement et à la mise en valeur des terres desservies par ceux-ci, ainsi que les bassins versants attenants, sans distinction de mode ni de source de financement.

La détermination des périmètres dans l'une des catégories définies ci-dessus est prononcée par Arrêté du ministère chargé de l'Agriculture, sur proposition de la Direction Régionale chargée de l'Agriculture.

- **Réseau hydroagricole** : les barrages, les ouvrages hydrauliques, les infrastructures d'irrigation et de drainage ainsi que les pistes d'exploitation.
- **Ouvrages stratégiques** : les ouvrages non transférables des périmètres partenaires comprenant :
  - les barrages de retenue, dont l'entretien et la surveillance peuvent porter atteinte à la sécurité publique ;
  - les rivières et chenaux collecteurs servant d'alimentation aux périmètres concernés ainsi que les chenaux évacuateurs ;
  - les drains principaux et drains de ceinture ayant des bassins versants attenants aux périmètres irrigués ;
  - certains barrages de dérivation ou prises en rivière alimentant des canaux tête morte ainsi que les canaux d'amenée ou canaux tête morte correspondants;
  - les ouvrages particuliers dont l'entretien n'est pas à la portée des usagers, comme les tunnels ; et
  - les pistes d'exploitation des ouvrages stratégiques.

La liste détaillée des ouvrages stratégiques des périmètres partenaires d'une Région est déterminée et systématiquement mise à jour par voie d'Arrêté Régional, sur proposition de la Direction Régionale chargée de l'Agriculture.

- **Structure d'opération** : la structure en charge de la gestion, de l'entretien, de la préservation et de la police des ouvrages transférables d'un réseau hydroagricole appelée Associations d'Usagers de l'Eau (AUE). Elle est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie administrative et financière. Elle est composée de personnes physiques ou morales. Le régime juridique de la structure d'opération est celui décidé par ses membres, excepté les formes de groupement de personnes à vocation commerciale et sous réserve que les fonctions essentielles de gestion, d'entretien, de préservation et de police des réseaux hydroagricoles placées sous sa responsabilité soient assurées.

- **Organisme de gestion** : la structure publique ou privée en charge de la gestion, de l'entretien, de la préservation et de la police des ouvrages stratégiques non transférables d'un réseau hydroagricole. Elle est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie administrative et financière.
- **Transfert de gérance** : l'opération qui permet de transférer à une structure d'opération la gestion, l'entretien, la préservation et la police des ouvrages transférables d'un réseau hydroagricole.

### III.1.1.2. Décret n°2013-070 du 01 mars 2013 fixant les normes malgaches de construction des infrastructures hydroagricoles contre les crues et les inondations (normes NIHYCRI),

Au sens du présent décret, l'acronyme NIHYCRI dérivé du terme « Normes Malgaches de Construction des Infrastructures Hydroagricoles contre les Crues et les Inondations » s'entend de toutes règles de construction destinées aux travaux de construction d'infrastructures hydroagricoles dans le cadre de nouvel aménagement, de travaux d'extension sur des périmètres déjà aménagés ou de travaux de réhabilitation, pour les rendre résistants aux effets des crues et des inondations.

Ces mesures comprennent des spécifications sur la conception et le dimensionnement des infrastructures ainsi que des règles sur les travaux de construction et le contrôle.

Les normes de construction contre les crues et les inondations sont applicables à tout projet hydroagricole public ou parapublic.

Toutes constructions d'infrastructures hydroagricoles contre les crues et les inondations doivent se conformer aux prescriptions environnementales en vigueur.

Le présent décret et son annexe font obligatoirement partie des Cahiers de Prescriptions Spéciales de tout marché de construction, extension et réhabilitation d'infrastructures hydroagricoles, dans le territoire de la République de Madagascar.

### III.1.1.3. Décret n°2017-850 du 26 septembre 2017 portant application de la loi n°2014-042 régissant la Remise en état, la Gestion, l'Entretien, la Préservation et la Police des Réseaux Hydroagricoles,

La remise en état, la gestion, l'entretien, la préservation des périmètres traditionnels composant leur réseau incombent aux usagers.

Un périmètre traditionnel qui bénéficie d'un investissement public ou non public à caractère communautaire, devient un périmètre autonome.

Tout aménagement bénéficiant d'un investissement public ou non public à caractère communautaire devra avoir l'avis de la Direction en charge du Génie rural ou du service régional du génie rural dans les Régions.

Le passage d'un périmètre traditionnel à un périmètre autonome fera l'objet d'un acte d'engagement formel des usagers ou de la communauté, de se conformer au mode de gestion d'un périmètre autonome.

Le financement de la remise en état, de la gestion, de l'entretien, de la préservation et de la police des réseaux doit être assuré par la structure d'opération pour un périmètre autonome.

Le financement de la remise en état, de la gestion, de l'entretien, de la préservation et de la police des réseaux des périmètres partenaires doit être assuré par la structure d'opération pour la partie transférée et par l'organisme de gestion pour la partie non transférable.

Au cas où ces organismes de gestion n'existent pas, il incombe au Fonds de Remise en état et d'Entretien des Réseaux Hydroagricoles (FRERHA) National ou Régional, selon le cas, d'assurer la remise en état, la gestion, l'entretien, la préservation et la police des réseaux hydroagricoles.

#### III.1.1.4. Les arrêtés subséquents

- Arrêté n° 0290/91 du 18 janvier 1991 portant établissement de cahier des charges des prescriptions générales type relatif à la gestion, l'entretien et la police des réseaux hydroagricoles.
- Arrêté n° 4292 / 97 du 06 mai 1997 Portant approbation du cahier des charges de prescriptions spéciales relatif au transfert de gérance des ouvrages hydroagricoles aux structures d'opérations reconnues pour les grands périmètres irrigués et les micro-périmètres irrigués
- Arrêté n°1365/98 du 24 février 1998 Portant modification de certaines dispositions du cahier des charges de prescriptions spéciales relatives au transfert de gérance des ouvrages hydroagricoles des micro-périmètres irrigués aux structures d'opérations reconnues, objet de l'arrêté n°4293 du 06 mai 1997.

#### III.1.2. Textes relatifs aux associations des usagers de l'eau

Les textes relatifs aux Associations des Usagers de l'Eau (AUE) sont définis par :

- L'Ordonnance 60-133 du 03 octobre 1960 portant régime général des associations ;
- L'Ordonnance 75-017 du 13 août 1975 portant régime général des associations modifiant l'Ordonnance n°60-133 du 03 octobre 1960 notamment sur les articles 4 et 7 ;
- Le Décret 60-383 du 05 octobre 1960 portant application de l'ordonnance n°60-133 du 03 octobre 1960
- Le Décret 64-042 du 29 janvier 1964 relatif à l'application de l'article 6 de l'ordonnance n°60-133 du 03 octobre 1960 portant régime général des associations.
- Loi n°2014-042 du 9 janvier 2015 régissant la remise en état, la gestion, l'entretien, la préservation et la police des réseaux hydroagricoles ainsi que son décret d'application.

#### III.1.3. Textes sectoriels sur l'environnement

##### III.1.3.1. Charte de l'environnement

Conformément à l'Article 13 de la Loi N° 2015-003 du 25 janvier 2015 portant Charte de l'Environnement Malagasy actualisée, et ses modificatifs, les projets d'investissements publics ou privés susceptibles de porter atteinte à l'environnement doivent faire l'objet d'une Etude d'Impact Environnemental (EIE).

### III.1.3.2. Décret MECIE

En application de cet article 13 de la Charte de l'Environnement Malagasy actualisée, le Décret MECIE n°99-954 du 15 décembre 1999, modifié par le décret n° 2004-167 du 03 février 2004, fixe les règles et les procédures à suivre par les promoteurs pour la mise en œuvre d'une EIE.

Ce décret définit entre autres le champ d'application des études d'impact, les projets devant être évalués, le processus à suivre, le contenu de l'étude, la procédure d'évaluation et la participation de la communauté à l'évaluation. L'étude d'impact du promoteur doit satisfaire les exigences du décret et le projet sera évalué selon les règles qui y sont préétablies.

Les projets obligatoirement soumis à une EIE sont les suivants :

- Tout projet d'aménagement ou de réhabilitation hydroagricole de plus de 1 000 ha ;
- Tout prélèvement d'eau (eau de surface ou eau souterraine) de plus de 30 m<sup>3</sup>/h (8,5 l/s) ;
- Tout projet d'excavation ou de remblayage de plus de 20 000 m<sup>3</sup>.

Les projets obligatoirement soumis à un Programme d'Engagement Environnemental (PREE) sont les suivants :

- Tout projet d'aménagement ou de réhabilitation hydroagricole d'une superficie comprise entre 200 et 1 000 ha ;
- Toute utilisation ou déviation d'un cours d'eau, classé permanent, de plus de 50% de son débit en période d'étiage.

### III.1.3.3. Code de l'eau

La Loi N° 98-029 du 20 janvier portant Code de l'eau à Madagascar dispose entre autres :

L'eau d'irrigation des terres peut provenir des eaux de surface ou des eaux souterraines.

Toutes installations d'exhaure destinées à l'irrigation des terres respectent les normes de débit spécifique des cultures, fixées par décret. Les quantités d'eau prélevées ne doivent pas léser les autres utilisateurs de ressource disponible.

Tout projet d'irrigation initié par une personne morale ou physique de droit privée requiert l'avis de l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement en ce qui concerne l'utilisation des ressources en eaux (ANDEA) aussi bien de surface que souterraines.

## III.2. Dispositions du CES en matière de sécurité des petits barrages

### III.2.1. Généralité

En tant que projet appuyé par la Banque mondiale, la mise en œuvre du Programme Régional de Résilience des Systèmes Alimentaires pour Madagascar doit se conformer à des procédures et des règles spécifiques. Parmi ces premières, on cite le Cadre Environnemental et Social (CES) qui décrit l'engagement de la Banque mondiale en faveur du développement durable, à travers la Politique de la Banque et un ensemble de Normes environnementales et sociales conçues pour appuyer les projets

des Emprunteurs, dans le but de mettre fin à l'extrême pauvreté et de promouvoir la prospérité partagée. Le CES comprend :

- Une vision pour le développement durable qui décrit les aspirations de la Banque de s'engager en faveur de la durabilité environnementale et sociale, y compris une action collective plus forte pour soutenir l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.
- La Politique environnementale et sociale de la Banque mondiale pour le financement des projets d'investissement, qui énonce les exigences de la Banque (BIRD et / ou AID) concernant les projets qu'elle soutient à travers le financement des projets d'investissement.
- Les Normes environnementales et sociales et leurs Annexes, qui énoncent les dispositions qui s'appliquent à l'Emprunteur dans le but d'atteindre des résultats environnementaux et sociaux compatibles avec les Normes environnementales et sociales (NES).

En ce sens, les Normes environnementales et sociales ou NES permettront de (1) aider les Emprunteurs dans l'application des bonnes pratiques internationales en matière de durabilité environnementale et sociale ; (2) aider les Emprunteurs à s'acquitter de leurs obligations environnementales et sociales au niveau national et international ; (3) favoriser la non-discrimination, la transparence, la participation, la responsabilisation et la gouvernance ; et (4) améliorer les résultats des projets en matière de développement durable grâce à l'adhésion permanente des parties prenantes.

Le CES comprend 10 normes environnementales et sociales dont la NES 4 Santé et sécurité des populations est particulièrement pertinente dans le cadre de ce MSGPB.

## III.2.2. Dispositions de la NES 4 sur la sécurité des barrages

### III.2.2.1. Principes

La NES 4 sur la santé et la sécurité des populations reconnaît que les activités, le matériel et les infrastructures du projet peuvent augmenter leur exposition aux risques et effets néfastes associés au projet. En outre, celles qui subissent déjà l'impact du changement climatique peuvent connaître une accélération ou une intensification de ceux-ci à cause du projet. La prise en compte de considérations de qualité et de sécurité, et des questions de changement climatique dans la conception et la construction des infrastructures, y compris de barrages. Les dispositions en matière de sécurité des barrages de l'Annexe 1 de la NES 4 du CES s'appliquent aux barrages suivants :

- Les nouveaux grands barrages, définis comme étant des barrages ayant soit :
  - Une hauteur de 15 mètres ou plus, mesurée des fondations les plus basses à la crête ; soit
  - Une hauteur comprise entre 5 et 15 mètres, et retenant plus de 3 millions de mètres cubes d'eau.
- Tous les autres nouveaux barrages, quelle que soit leur taille ou leur capacité de rétention (appelés petits barrages), qui :
  - Sont susceptibles de présenter des risques pour la sécurité, comme
    - Une exigence de gérer des crues importantes ;
    - Un emplacement dans une zone de forte sismicité ;
    - Des fondations complexes et difficiles à préparer ;
    - La rétention de matériaux toxiques ; ou
    - Le potentiel de répercussions substantielles en aval.

- Pourraient devenir de grands barrages pendant leur durée de vie utile.

Si un barrage ne correspond à aucune de ces deux catégories, des mesures de sécurité définies par des ingénieurs qualifiés conformément aux bonnes pratiques internationales du secteur d'activité (BPISA) seront adoptées et mises en œuvre (voir également la section concernant les petits barrages et les barrages à faible risque).

Les barrages existants ou en construction, sur lesquels un projet de Financement de projets d'investissement (FPI) s'appuie ou peut s'appuyer, sont également traités à l'Annexe 1 de la NES 4. De plus amples informations figurent dans la section suivante sur l'Évaluation du niveau de sécurité des barrages existants et en construction sur lesquels des projets financés par la Banque mondiale s'appuient.

L'application spécifique des dispositions de sécurité conformément à l'Annexe 1 de la NES 4 est résumée ultérieurement dans le Tableau 3 : Orientations concernant l'application des dispositions de l'Annexe 1 du CES/NES 4 dans différents types de sous-projets de grand barrage ou petit barrage à risque de sécurité – page 31 pour les trois types d'opérations récurrentes impliquant des barrages :

- a) la construction de nouveaux barrages ou les barrages en construction ;
- b) la rénovation des barrages existants ; et
- c) les projets qui s'appuient ou peuvent s'appuyer sur les performances de barrages existants ou de barrages en construction.

Ce Tableau 3 : Orientations concernant l'application des dispositions de l'Annexe 1 du CES/NES 4 dans différents types de sous-projets de grand barrage ou petit barrage à risque de sécurité – page 31 fournit également des indications sur les principales dispositions en matière de sécurité :

- a) Examens par un panel d'experts indépendants (le Panel) des études associées au barrage, ainsi que de la conception, de la construction et du démarrage de l'exploitation du barrage ;
- b) Préparation et mise en œuvre des plans détaillés suivants : un plan de supervision des travaux de construction et de contrôle de qualité, un plan d'instrumentation, un plan d'exploitation et d'entretien et un plan de préparation aux situations d'urgence ;
- c) préqualification des soumissionnaires durant la passation du marché et l'appel d'offres<sup>2</sup> ; et
- d) Inspections périodiques du niveau de sécurité du barrage après sa construction, et mise en œuvre de mesures nécessaires pour remédier aux manquements à la sécurité.

### III.2.2.2. Rapports sur la sécurité des barrages

Les rapports sur la sécurité des barrages, que ce soit pour un grand barrage ou pour un petit barrage, selon NES 4 — Annexe 1. Sécurité des barrages, contiendront les informations énoncées ci-dessous et seront préparés de la manière suivante :

- a. Plan de supervision des travaux de construction et de contrôle de qualité.

Ce plan décrira de façon détaillée la structure organisationnelle, la dotation en personnel, les procédures, l'équipement et les qualifications nécessaires pour la supervision des travaux de construction d'un nouveau barrage ou de rénovation d'un barrage existant .Pour un barrage n'ayant

---

<sup>2</sup> En plus des procédures spécifiées dans le manuel des opérations du projet, l'UNGP pourra se référer à l'Annexe G de la note de bonne pratique sur la sécurité des barrages concernant les Aspects de la passation des marchés liés à la sécurité des barrages

pas une fonction de retenue, ce plan prend en compte les délais généralement longs des travaux de construction, abordant les exigences en matière de supervision au fur et à mesure de l'élévation du barrage en hauteur — y compris toute modification connexe des matériaux de construction ou les caractéristiques des matériaux utilisés pour la digue — sur un certain nombre d'années. Il sera préparé et soumis à la Banque pendant la préparation du projet.

b. Plan d'instrumentation.

Il s'agit d'un plan détaillé d'installation des instruments permettant de surveiller et d'enregistrer le comportement du barrage et les facteurs hydrométéorologiques, structurels et sismiques connexes. Il sera préparé et soumis au Panel et à la Banque avant l'appel d'offres.

c. Plan d'exploitation et d'entretien.

Ce plan décrit de façon détaillée la structure organisationnelle, la dotation en personnel, les compétences techniques et les formations requises ; les équipements et les installations nécessaires pour exploiter et entretenir le barrage ; les procédures d'exploitation et d'entretien et les modalités de financement correspondantes, y compris pour les inspections d'entretien et de sécurité à long terme. Le Plan d'exploitation et d'entretien d'un barrage n'ayant pas de fonction de retenue en particulier fera apparaître les changements qui pourraient être apportés à la structure du barrage ou la nature des matériaux des digues sur un certain nombre d'années. Les éléments requis pour la mise au point définitive du plan et le démarrage de l'exploitation sont normalement financés dans le cadre du projet. Un plan préliminaire sera préparé et communiqué à la Banque durant la préparation du projet. Ce plan sera ajusté et complété pendant la mise en œuvre du projet. Le plan définitif sera terminé au moins six mois avant le début du remplissage initial du réservoir. Les éléments requis pour la mise au point définitive du plan et le démarrage de l'exploitation sont normalement financés dans le cadre du projet.

d. Plan de préparation aux situations d'urgence.

Ce plan décrira les rôles des parties concernées en cas de rupture imminente du barrage ou lorsque l'évacuation du débit d'exploitation prévu menace la vie, les biens ou l'activité économique tributaires des niveaux de débit du cours d'eau. Il comprendra les éléments suivants : une description claire des attributions en matière de prise de décisions dans le cadre de l'exploitation du barrage ainsi que des communications d'urgence associées ; des cartes montrant les niveaux d'inondation dans différentes situations d'urgence ; les caractéristiques du système de prévision des crues ; et des procédures d'évacuation des zones menacées et de mobilisation des équipes et du matériel d'urgence. Le plan de communication d'urgence décrira le mécanisme par lequel les populations potentiellement touchées en aval seront informées. Le plan-cadre global et une estimation des fonds nécessaires pour l'élaboration du plan détaillé seront préparés et transmis à la Banque durant la préparation du projet. Le plan lui-même sera élaboré durant la mise en œuvre du projet et soumis au Panel et à la Banque pour examen au plus tard un an avant la date prévue de remplissage initial du réservoir.

## IV. OUVRAGES HYDROAGRIQUES ET PETITS BARRAGES A MADAGASCAR

Le projet de type d'aménagement de périmètres irrigués pour les plantations rizicoles constitue de loin le premier projet d'aménagement hydroagricole à Madagascar. Il vise à augmenter la production rizicole par le biais d'une bonne maîtrise d'eau, aussi bien en irrigation qu'en drainage.

### IV.1. Typologie des périmètres irrigués

La typologie des périmètres irrigués a évolué à Madagascar au cours de ces dernières décennies depuis la nouvelle Politique de l'Etat confiant la gestion de la plupart de ces périmètres à des Associations des Usagers de l'Eau (AUE).

#### IV.1.1. Ancienne typologie des périmètres irrigués

L'ancienne typologie, pouvant encore être retrouvée dans des documents de référence actuels, met en évidence l'existence de 3 types de périmètres irrigués qui sont les suivants :

- Les Micro-périmètres irrigués (MPI) :
  - Périmètres mis en place sur demande des communautés locales et avec leur participation en collaboration avec des projets financés par les bailleurs de fonds (FID, PSDR, ...), des organisations non gouvernementales ou les collectivités locales ;
  - Superficie inférieure à 200 ha ;
  - Equipement souvent sommaire, limité à l'ouvrage de prise et de tête et des ouvrages de franchissement ;
  - Conception technique limitée à la résolution des problèmes localisés ;
  - Exécution des canaux généralement à la charge des usagers ;
  - Entretien et encadrement laissés entièrement à l'initiative des usagers.
- Les Petits Périmètres Irrigués (PPI) :
  - Périmètres mis en place lors des vagues successives d'investissements visant à l'autosuffisance alimentaire principalement rizicole (années 1980) ;
  - Superficie comprise entre 200 et 3 000 ha ;
  - Qualité de conception et niveau d'équipement non homogènes ;
  - Entretien initialement à la charge de l'Etat puis transféré vers les AUE ;
  - Programme de réhabilitation de ces périmètres (1984-2000) basé sur l'approche progressive et participative.
- Les Grands Périmètres Irrigués (GPI) :
  - Périmètres mis en place et/ou conçus par l'Administration Coloniale ou dans le cadre de sociétés d'aménagements régionaux ;
  - Superficie supérieure à 3 000 ha ;
  - Qualité de conception très élevée et niveau d'équipement complet ;
  - Gestion et entretien confiée initialement à des sociétés d'Etat (SOMALAC, SAMANGOKY, SOAMA, SODEMO, ...).
- Les Périmètres Familiaux (PF) :
  - Périmètres aménagés manuellement par une seule famille ou par un groupe de familles ;

- Superficie comprise entre quelques ares et une dizaine d’hectares ;
- Equipement rudimentaire, éphémère, amovible (canaux en terre, ouvrages hydrauliques en bois, prises d’eau constituées par des saignées pratiquées sur les berges) ;
- Localisés dans les petites vallées ou en zones boisées côtières ;
- Aucune intervention de l’Etat ni dans l’investissement, l’entretien ou le fonctionnement mais des actions de formation et d’encadrement pour le développement des capacités des usagers

#### IV.1.2. Classification des périmètres irrigués selon la Loi n°2014-042

Elle est définie par la Loi n°2014-042 régissant la Remise en état, la Gestion, l’Entretien, la Préservation et la Police des Réseaux Hydroagricoles. Dans la nouvelle typologie, les périmètres irrigués sont répartis en trois catégories :

- Périmètre partenaire : un périmètre comportant une ou plusieurs infrastructures non-transférables et/ou stratégiques dont la gestion, l’entretien, la préservation et la police demeurent sous la responsabilité de l’Etat pour des raisons diverses comme la complexité de gestion ou les risques en cas de rupture, avec une participation partielle des usagers. Le reste du réseau est confié à une structure d’opération.
- Périmètre autonome : un périmètre ne comportant aucune infrastructure non transférable et géré entièrement par une ou plusieurs structures d’opération.
- Périmètre traditionnel : un périmètre n’ayant pas fait l’objet d’investissement de l’Etat ou autres organismes et géré par ses usagers, qui ne sont pas encore regroupés au sein d’une structure d’opération formelle.

Cette nouvelle typologie classerait les GPI et certains PPI à problèmes dans la catégorie des périmètres partenaires ; le reste étant classé au niveau des périmètres autonomes.

#### IV.1.3. Classement des infrastructures hydroagricoles selon le NIHYCRI

Les normes NIHYCRI donnent également un classement supplémentaire des périmètres irrigués selon sa superficie et des risques de ruptures des infrastructures clés. En effet, la classe d’un périmètre irrigué est d’abord définie par son étendue spatiale. Ensuite, il est attribué à chaque infrastructure (barrage, retenue et digue de protection) la sous-classe M, dans le cas où sa rupture risquerait de causer des pertes de vies humaines sur sa zone d’influence directe.

**Tableau 2 : Classes des périmètres irrigués selon NIHYCRI**

Classes	Caractéristiques
Classe I	Superficie supérieure à 3000 Ha
Classe II	Superficie comprise entre 1000 et 3000 Ha
Classe III	Superficie comprise entre 200 et 1000 Ha
Classe IV	Superficie comprise entre 75 et 200 Ha
Classe V	Superficie inférieure à 75 Ha

De ce fait, les périmètres irrigués sont répartis parmi 5 classes selon ces normes nationales. A ce stade, les informations à disposition ne permettent pas encore de définir les classes selon les superficies potentielles des périmètres concernés. La mention de la sous-classe M est ensuite motivée par les

risques particuliers sur les potentiels pertes de vie humaine en cas de défaillance d'une infrastructure du périmètre. La catégorisation d'un barrage dans cette sous-classe reviendra le figurer dans des petits barrages à risques, et donc nécessairement non éligible dans le cadre du projet. Il convient alors de préciser ces informations dans la présentation de chaque sous-projet concerné.

## IV.2. Typologie technique des ouvrages hydroagricoles

### IV.2.1. Les principaux ouvrages hydroagricoles

Les ouvrages constituent les points particuliers rencontrés dans un schéma d'aménagement hydroagricole. Leur étude revêt une très grande importance car la qualité d'un réseau d'aménagement hydroagricole dépend de la façon dont il est conçu, associé, calé, réalisé, enfin entretenu.

Dans un réseau d'irrigation, deux grandes classes d'ouvrages sont rencontrées :

- Les ouvrages ayant un rôle indispensable à la bonne distribution de l'eau, par exemple :
  - L'ouvrage de tête : barrage, ou prise au fil de l'eau ;
  - Les régulateurs ;
  - Les prises d'eau (ou prises de distribution) ;
  - Les partiteurs ;
  - Les décharges.
- Les ouvrages secondaires, utiles, mais ne concernant pas la distribution proprement dite, par exemple :
  - les siphons ;
  - les bâches ;
  - les ponts ;
  - les traversées d'eaux sauvages ;
  - les chutes.

Ces ouvrages sont tous rencontrés à Madagascar, mais leur présence dans un périmètre dépend de la taille du périmètre et du fonctionnement hydraulique du réseau d'irrigation. Le plus souvent, ils sont équipés d'appareillage hydromécanique correctement calé dans une enceinte de génie civil.

### IV.2.2. Les barrages

Les barrages constituent le principal ouvrage d'alimentation en eau d'un périmètre hydroagricole. Deux types de barrages peuvent être distingués selon le fonctionnement hydraulique :

- le barrage de stockage, et
- le barrage de dérivation.

Ces deux types sont rencontrés à Madagascar, mais ce sont surtout les barrages de dérivation qui sont les plus utilisés à cause de l'abondance du réseau hydrographique (ruisseaux et rivières) et du coût moins élevé de ce type de barrage par rapport à celui des barrages de stockage.

#### IV.2.2.1. Les barrages de stockage

Le barrage de stockage ou barrage de retenue sert à stocker une grande quantité d'eau (de milliers à millions de m<sup>3</sup>) pour assurer l'alimentation en eau du périmètre tout au moins pendant une campagne de culture. Le barrage constitue un plan d'eau énorme en amont qui peut servir à d'autres utilités (par exemple tourisme, pêche, etc. ...). En principe, aucun écoulement n'est possible en aval du barrage tant qu'il ne soit pas encore rempli. Une fois rempli, il laisse passer le surplus d'eau par l'intermédiaire de l'évacuateur de crue.

Deux types de barrages de stockage sont distingués selon les matériaux utilisés pour la construction :

- le barrage rigide, et
- le barrage souple.

Les barrages rigides sont essentiellement des barrages en béton armé, mais il existe également des barrages en maçonnerie de moellons. Aucune déformation de la structure n'est acceptable pour ce type de barrage.

Les barrages souples sont des barrages en terre ou des barrages en enrochement. Ils supportent une certaine déformation de la structure sans causer de dégâts énormes.

Ce sont surtout les barrages souples, plus particulièrement les barrages en terre, qui sont historiquement les plus utilisés dans un aménagement hydroagricole à Madagascar. Les barrages rigides sont souvent utilisés dans les cadres de nouveau projet de réhabilitation ou d'aménagement de périmètre irrigué.

##### IV.2.2.1.1. Barrages en béton

Trois types de barrages en béton sont distingués selon leur forme et leur comportement :

- le barrage poids ;
- le barrage à contreforts ;
- le barrage voûte.

Le barrage poids résiste à la poussée de l'eau par son propre poids. En général, la section générale du massif a un profil trapézoïdal dont le sommet est moins épais.

Le barrage à contreforts est constitué par deux éléments principaux :

- Le voile étanche qui est généralement en plancher, en dalle mince en béton armé ou bien en voûte. Dans ce dernier cas, le barrage à contreforts s'appelle barrage à voûtes multiples ;
- Les contreforts qui sont des murs verticaux recouverts d'éléments étanches assurant la stabilité.

La stabilité du barrage à contreforts est assurée par le poids propre du barrage et le poids de l'eau sur le voile étanche. Par rapport au barrage poids, le barrage à contreforts présente l'avantage d'utiliser moins de béton, de présenter parfois des qualités esthétiques supérieures.

Le barrage voûte est, comme son nom l'indique, constitué d'une voûte, parfois très mince à simple ou à double courbure. Il résiste, grâce à sa forme, à la poussée de l'eau qu'il reporte sur les terrains d'appuis en rive gauche et droite. Le barrage voûte s'applique surtout aux vallées étroites et profondes. La construction d'une voûte exige :

- Un béton soigné de première qualité ;
- Un coffrage beaucoup plus compliqué ;
- Des terrassements plus importants aux appuis ;
- Des injections finales délicates.

#### IV.2.2.1.2. Barrages en terre

Les barrages en terre sont constitués par des matériaux de granulométrie assez fine et étalée. Ils sont caractérisés par des matériaux extrêmement variés allant de l'argile pure très fine à des éléments très grossiers. Dans ce cas, des roches altérées facilement compactables sont utilisées, tels que des latérites, des schistes et grès. Il existe trois types de barrages en terre :

- 1° Le barrage homogène constitué d'un massif en terre compacté imperméable, muni d'un dispositif de drain dans sa partie aval et d'une protection mécanique contre l'effet de battillage dans sa partie amont ;
- 2° Le barrage à noyau étanche, constitué de noyau imperméable plaqué de part et d'autre, d'une ou plusieurs couches de matériaux plus grossiers relativement perméables et d'une protection dans sa partie amont ;
- 3° Le barrage à masque amont, constitué par un massif en matériaux perméables et d'un masque amont formé par une paroi étanche plaquée sur les talus amont du barrage.

Un des avantages bien connu des barrages en terre est leur facilité d'adaptation aux différents types des sols de fondation. Les matériaux de construction convenables peuvent se trouver sur place. La conception de l'ouvrage doit répondre aux conditions suivantes :

- Le tassement, la disposition du massif et le compactage des matériaux se font à l'aide des engins ;
- Les volumes à mettre en œuvre pour la construction d'un barrage en terre, sont en général importants ; 5 à 10 fois plus que pour un barrage en béton du type poids. La largeur en crête d'un barrage doit être suffisante et n'est jamais inférieure à 3 m pour qu'il n'y ait pas de circulation d'eau importante lorsque la retenue est pleine ;
- L'infiltration d'eau dans la digue et dans la fondation a une incidence très importante sur la stabilité de l'ouvrage. Par conséquent, il faut prévoir à l'intérieur du massif du barrage et éventuellement à l'intérieur des fondations de celui-ci un dispositif drainant et filtrant ;
- La submersion d'un barrage en terre au passage d'une forte crue est toujours un phénomène partiellement dangereux. Dans ce cas, la crue de projet doit passer sur l'évacuateur de crue et la revanche doit avoir une valeur minimale de 1,20 m à 1,50 m pour les petits ouvrages ;
- La pente du talus est fixée par les conditions de stabilité mécanique de massif et ses fondations. Le choix du type de la digue dépend des matériaux disponibles pour la construction.

#### IV.2.2.1.3. Barrage en enrochement

Un barrage en enrochement est essentiellement un grand tas de gros cailloux. La fonction de la résistance à la poussée de l'eau est assurée par le poids du massif. Ce tas de cailloux n'est pas imperméable par lui-même. Il faut adjoindre des organes d'étanchéité pour assurer cette imperméabilité.

Les organes d'étanchéité sont classés suivant leur position : amont ou interne, ou suivant leur rigidité : souple ou semi-rigide. La mise en place des blocs peut se présenter sous deux formes différentes :

- 1° Il est constitué par un empilage sec, rangé à la main avec des pentes peu déformables. Un masque de maçonnerie jointoyé eau ciment est prévu sur la face amont ;
- 2° On se contente de déverser des enrochements en vrac, le tas de blocs obtenu, moins redressé est sujet, à des forts tassements.

La stabilité du massif des barrages est uniquement assurée par le frottement intervenant entre les blocs. Dans ce cas, l'angle de son talus avec l'horizontal doit être inférieur à l'angle de frottement interne dépendant de la granulométrie des grains, de leur nature, de leur forme et surtout de leur indice de vide.

Le barrage en enrochement résiste assez bien au séisme, à condition que les pentes des parements soient bien adaptées et que les enrochements du parement soient bien arrimés.

#### IV.2.2.2. Les barrages de dérivation

Le barrage de dérivation ou barrage en rivière est un ouvrage installé en travers de la rivière pour dériver une partie de l'eau vers le périmètre, l'autre partie continue à suivre son chemin naturel après avoir traversé l'obstacle. Il sert également à maintenir un niveau d'eau suffisant à son amont, en vue d'assurer un débit convenable vers le périmètre. En période de crue, il doit permettre le passage des eaux excédentaires vers l'aval de la rivière.

Deux types de barrages de dérivation sont distingués : le barrage fixe et le barrage mobile.

Les barrages fixes peuvent être en béton, en maçonnerie de moellons ou en enrochement. Les barrages mobiles sont généralement en bois (aiguilles ou poutrelles) ou équipés de vannes réglables

Le choix du type de barrage est fonction du site, de la topographie, de la géologie, des structures annexes nécessaires, des conditions économiques, des dépôts et charriages de fond.

Les barrages en béton peuvent être fondés sur une assise rocheuse ou sur un sol meuble. En général, un barrage de dérivation comprend les éléments suivants :

- Le seuil évacuateur de crue (pour un barrage fixe) ou les vannes ou aiguilles ou poutrelles (pour un barrage mobile) ;
- Une ou plusieurs ouvrages de chasse (pour barrage fixe) ;
- L'ouvrage de prise d'eau ;
- Un radier amont ;
- Un bassin de dissipation d'énergie constitué par un radier aval suivi d'une protection en enrochement ;
- Un dessableur (en cas de besoin).

##### IV.2.2.2.1. Dimensionnement d'un barrage de dérivation

Le dimensionnement des différents éléments d'un barrage de dérivation est fonction de plusieurs paramètres :

- Le débit de crue du projet ;
- Le débit nominal du canal desservi ;

- Le débit solide de la rivière ;
- Les caractéristiques géotechniques du sol de fondation ;
- etc.....

#### IV.2.2.2.2. Seuil Déversant

Le dimensionnement du seuil déversant est basé sur le débit de crue du projet.

En principe, on devra tenir compte de la présence d'ouvrage de chasse pour le dimensionnement du seuil déversant (barrage à seuil fixe) ; mais en général les usagers ne respectent pas les consignes comme quoi cet ouvrage devra être complètement ouvert en cas de crue. Il faudra donc rester dans le cas défavorable pour le dimensionnement du seuil, c'est-à-dire considérer le barrage tout entier comme un seuil.

#### IV.2.2.2.3. Radier

D'une manière générale, le seuil déversant est muni d'un radier aval dont la longueur et l'épaisseur dépendent des contraintes hydrauliques telles l'énergie cinétique à dissiper et la sous-pression. Ce radier peut être séparé du corps du barrage (cas de bonne fondation) ou faire partie intégrante de l'ouvrage.

La présence d'un radier amont peut être indispensable selon la nature de la fondation.

Le radier aval doit être prolongé par une protection en enrochement arrêtée par des pieux en bois jointifs. L'ensemble "radier + protection en enrochement" joue le rôle de bassin de dissipation d'énergie.

#### IV.2.2.2.4. Fondation

En général, la fondation est la partie de l'ouvrage la plus importante, la plus coûteuse et la plus difficile à construire. Trois facteurs essentiels seront à prendre en compte dans la conception de la fondation :

- La sécurité de l'ouvrage contre les sous-pressions ;
- Les vitesses excessives de percolation sous fondation (cas d'un barrage construit sur fondation perméable) ;
- La sécurité de l'ouvrage contre les affouillements à l'aval, particulièrement par rapport à :
- La dissipation de l'énergie de chute d'une part dans le cas d'un barrage déversant ;
- La modification du régime des transports solides dans le cas d'une rivière à fond mobile et transport solide important.

L'ouvrage construit sur assise rocheuse doit être ancré sur le seuil rocheux par des fers d'ancrage.

L'ouvrage construit sur sol meuble doit être soigneusement muni de parafouilles adéquates. Souvent, il conviendra de les asseoir sur un ensemble de pieux battus. En plus, il faut prendre des précautions spéciales contre les dangers de renard sous les fondations et latéralement à l'ouvrage. Il faut pour cela que les lignes de fuite possibles aient une longueur suffisante pour que les vitesses de percolation restent inférieures à celles d'entraînement des éléments fins du terrain de fondation.

#### IV.2.2.2.5. Stabilité d'un barrage de dérivation

La stabilité d'un barrage de dérivation comprend :

- La stabilité au glissement ;
- La stabilité au renversement ;
- La stabilité à la flottaison ;
- La stabilité élastique ou condition de non-poinçonnement de la fondation.

Le calcul de stabilité nécessite une connaissance approfondie des actions auxquelles est soumis l'ouvrage, telles :

- La pression de l'eau sur les parois ;
- Les pressions dues aux sédiments dans l'eau ;
- Les sous-pressions ; et
- Le poids de la structure et de charges supplémentaires éventuelles.

## V. ASPECTS DE PROCEDURE : ETAPES, PLANS ET APPUI TECHNIQUE A L'ELABORATION ET LA MISE EN ŒUVRE DE SOUS-PROJETS

Dans le cadre de la mise œuvre des sous-projets d'aménagement et/ou de réhabilitation de périmètre irrigué prévus dans le cadre de la première phase du Programme de Résilience des systèmes alimentaires à Madagascar, les formalités administratives doivent se conformer à la fois au cadre national et aux dispositions des NES pertinentes, en particulier la NES 4. Pour ce faire, les étapes suivantes sont proposées pour servir de guides et instructions à l'UNGP et les autres parties prenantes concernées par le sous-projet.

### V.1. Classification du sous-projet

La classification du sous-projet hydroagricole permettra de définir les exigences pour la suite du processus tant sur les documentations requises que sur les acteurs à mobiliser. Ainsi, deux principaux critères, indépendamment de la catégorie prévue par le cadre national, sont déterminants pour cette étape :

- Nouveau barrage : grand barrage ou petit barrage
- Barrage existant ou en construction

Sur la base de ces critères, la figure 2 qui suit décrit les étapes, les plans, l'appui technique et certains autres aspects importants de l'élaboration et la mise en œuvre de projets lorsque la sécurité des barrages est en jeu. Elle analyse également deux domaines critiques de la gestion des risques liés à la sécurité des barrages (objet d'un examen récurrent) : la présélection des soumissionnaires et l'examen indépendant.

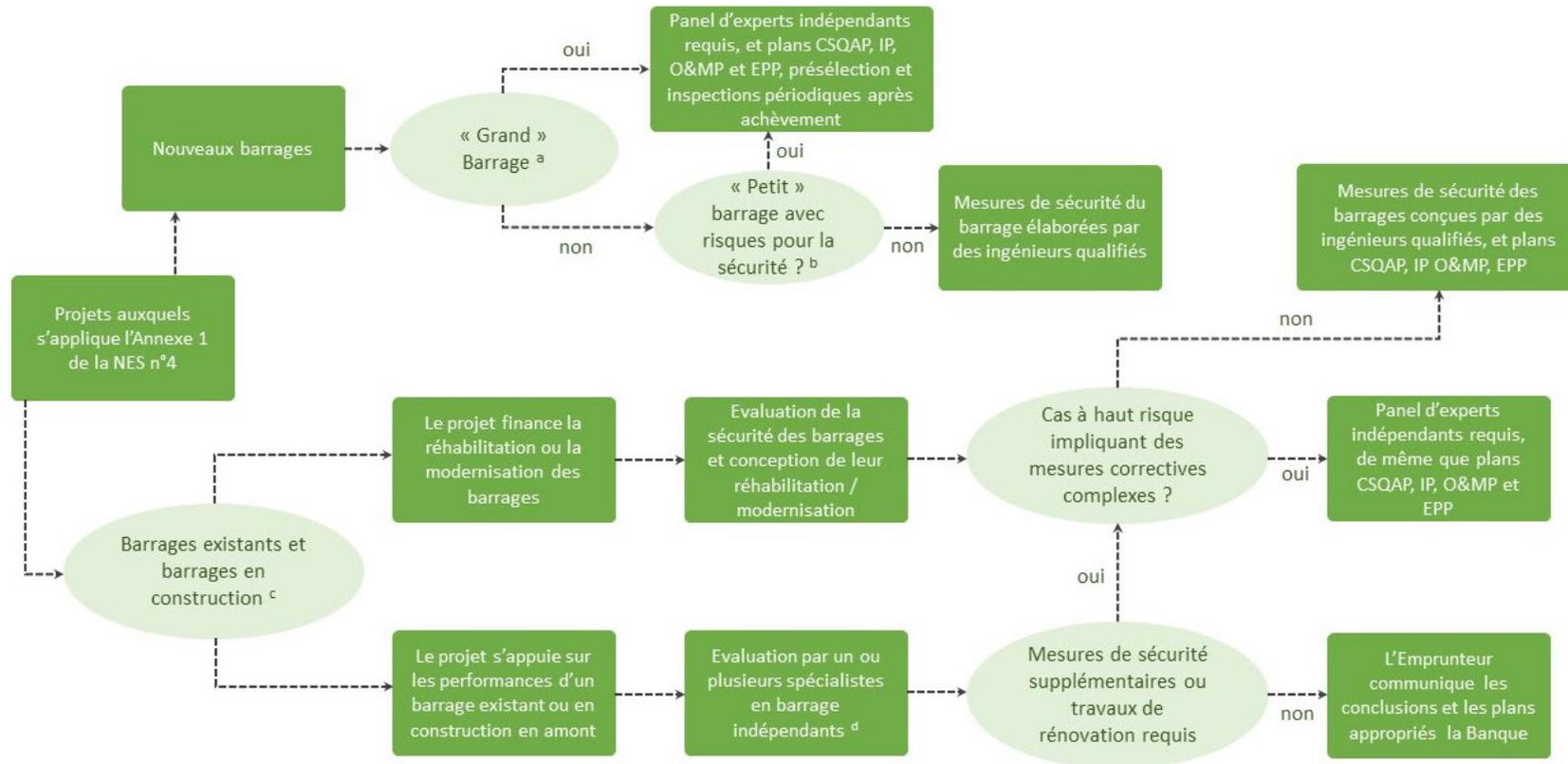


Figure 2 : Arbre de décision pour déterminer les exigences pertinentes en matière de sécurité des barrages selon la NES 4<sup>3</sup>

<sup>3</sup> CSQAP = Plan de supervision de la construction et d'assurance qualité ; EPP = Plan de préparation aux situations d'urgence ; CES = Cadre environnemental et social ; NES 4 = Norme environnementale et sociale n° 4 ; IP = Plan d'instrumentation ; O&MP = Plan d'exploitation et d'entretien.

a et b : comme défini au chapitre II.2 : a. Grands barrages et b. Petits barrages présentant des risques de sécurité potentiels ou censés être transformés en grands barrages,

c. Y compris les barrages pour lesquels les travaux de réhabilitation sont directement financés par des projets de la Banque mondiale, et les barrages dont la sécurité et la performance sont essentielles à la mise en œuvre de projets financés par la Banque mondiale.

d. Une évaluation ou des recommandations établies précédemment peuvent être acceptables, comme énoncé au paragraphe 10 de l'annexe 1 de la NES n° 4.

### V.1.1. Grand barrage / petit barrage à risque de sécurité ou avec potentiel de devenir un grand barrage

Les orientations suivantes concernent les grands barrages ou les petits barrages présentant des risques de sécurité ou bien pouvant devenir de grands barrages pendant leur durée de vie utile. Pour cette catégorie, les procédures à suivre pour les sous-projets peut être récapitulé dans le tableau 3 suivant. Les orientations sont regroupées selon le type considéré.

**Tableau 3 : Orientations concernant l'application des dispositions de l'Annexe 1 du CES/NES 4 dans différents types de sous-projets de grand barrage ou petit barrage à risque de sécurité<sup>4</sup>**

<b>Sous-projet impliquant de nouveaux barrages ou des barrages en construction</b>	<b>Sous-projet impliquant la rénovation de barrages existants et impliquant la rénovation de barrages existants</b>	<b>Sous-projet qui s'appuie ou peut s'appuyer sur les performances d'un ou de plusieurs barrages existants et/ou en construction</b>
Conduite d'examen par un panel d'experts indépendants, de l'étude préalable, la conception et la construction du barrage jusqu'au parachèvement de l'évaluation de la performance du barrage après le premier remplissage du réservoir <sup>5</sup> .	L'Emprunteur évalue si le barrage est susceptible d'avoir des effets significatifs en aval ou s'il présente des caractéristiques techniques complexes (risque substantiel ou élevé). Un ou plusieurs spécialistes des barrages peuvent être requis pour mener l'évaluation à bien, concernant notamment les mesures nécessaires de rénovation/d'amélioration de la sécurité. Une analyse des modes de défaillance possibles <sup>6</sup> réalisée par	Passage en revue du rapport d'évaluation de l'Emprunteur par un ou plusieurs spécialistes indépendants concernant l'état des barrages existants ou en construction et le système de gestion de la sécurité des barrages <sup>7</sup> . Un ou plusieurs spécialistes indépendants peuvent être nécessaires pour évaluer l'état de sécurité du barrage et les procédures d'exploitation et d'entretien, dont les mesures correctives et d'amélioration

<sup>4</sup> CSQAP = Plan de supervision de la construction et d'assurance de la qualité ; DUC = Barrage en construction ; EPP = Plan de préparation aux situations d'urgence ; FERC = Commission fédérale de régulation de l'énergie (États-Unis) ; IP = Plan d'instrumentation ; O&M = Exploitation et entretien ; O&MP = Plan d'exploitation et d'entretien ; PFMA = Analyse des modes de défaillance possibles ; TdR = Termes de référence

<sup>5</sup> En cas de remplissage échelonné, l'Emprunteur peut dissoudre le panel d'experts lorsque, sur la base de l'avis exprimé par ce dernier, un niveau d'eau adéquat a été atteint.

Certains projets prolongent la période de mise en œuvre du projet pendant environ deux ans après l'achèvement du barrage et de ses ouvrages annexes, ce qui leur donne la possibilité de mener à bien une inspection et un suivi complets pendant environ une année après l'achèvement du premier remplissage du réservoir, ce qui constitue une bonne pratique

<sup>6</sup> La PFMA, à l'origine développée par la FERC, exige des propriétaires de barrages qu'ils procèdent à une évaluation qualitative des risques aux fins d'identifier les modes de défaillance possibles et de jauger les travaux de rénovation, les dispositifs de surveillance, etc., qui sont nécessaires. Elle sert de base à l'évaluation du niveau de sécurité des barrages et constitue une occasion de mener à bien une série d'améliorations en matière de sécurité qui pourraient être omises dans le cadre d'une approche traditionnelle fondée sur les normes. Une Note technique consacrée à l'Analyse des modes de défaillance possibles a été établie.

<sup>7</sup> La Banque mondiale peut accepter des évaluations préalables de la sécurité d'un barrage ou des recommandations concernant les améliorations à apporter au barrage existant ou en construction si l'Emprunteur apporte la preuve : a) qu'un programme de sécurité des barrages efficace est déjà en service et b) que des inspections complètes et des évaluations du niveau de sécurité du barrage existant ou en construction ont déjà été effectuées et fait l'objet de rapports, et sont jugées satisfaisantes par la Banque.

<b>Sous-projet impliquant de nouveaux barrages ou des barrages en construction</b>	<b>Sous-projet impliquant la rénovation de barrages existants et impliquant la rénovation de barrages existants</b>	<b>Sous-projet qui s'appuie ou peut s'appuyer sur les performances d'un ou de plusieurs barrages existants et/ou en construction</b>
	<p>un consultant individuel ou un cabinet conseil peut s'avérer nécessaire, selon les conclusions tirées ci-dessus.</p> <p>Un barrage à haut risque, qui impliquerait des travaux correctifs complexes et substantiels, nécessiterait la conduite d'examen par un panel d'experts.</p>	<p>requis pour atteindre un niveau de sécurité acceptable. La nécessité d'un panel d'experts sera examinée au cas par cas.</p> <p>Une analyse des modes de défaillance possibles, réalisée par un consultant individuel ou un cabinet-conseil, peut s'avérer nécessaire, selon les conclusions tirées ci-dessus.</p>
<p>Élaboration et mise en œuvre des plans détaillés suivants (plans de sécurité des barrages) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de supervision de la construction et d'assurance de la qualité</li> <li>• Plan d'instrumentation</li> <li>• Plan d'exploitation &amp; d'entretien</li> <li>• Plan de préparation aux situations d'urgence</li> </ul>	<p>Pour les projets qui prévoient des mesures de sécurité supplémentaires ou requièrent des travaux de rénovation pour les barrages, des plans détaillés de sécurité sont mis à jour ou établis s'ils n'existent pas encore. La portée et l'ampleur de ces plans doivent être proportionnelles aux travaux et à l'état du site.</p> <p>Pour un barrage présentant un risque élevé à substantiel ou des caractéristiques techniques complexes : mêmes dispositions que pour le financement par la Banque mondiale de nouveaux barrages ou de barrages en construction (y compris panel d'experts indépendants).</p> <p>Mettre en œuvre les mesures nécessaires identifiées dans l'analyse des modes de défaillance possibles.</p> <p>Pour un barrage présentant un risque faible à modéré, et en l'absence de caractéristiques techniques complexes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des ingénieurs qualifiés participent à la conception et à la supervision des travaux de rénovation ; et</li> <li>• Les plans de sécurité des barrages sont mis à jour ou établis s'ils n'existent pas encore.</li> </ul>	<p>Mesures de rénovation requises : mêmes dispositions que pour le financement par la Banque mondiale de la rénovation des barrages existants.</p> <p>Aucune mesure de rénovation n'est requise, mais le système de gestion de la sécurité des barrages de l'Emprunteur ne satisfait pas la Banque mondiale : mettre à jour ou établir et appliquer des plans de sécurité pour les barrages et offrir aux exploitants des barrages une formation en la matière.</p>
<p>Préqualification des soumissionnaires durant la passation du marché et l'appel d'offres</p>	<p>La présélection de soumissionnaires peut ne pas être requise, sauf si le projet prévoit des travaux de</p>	<p>Si des mesures de rénovation sont nécessaires, un mécanisme approprié de contrôle de la qualité doit être mis en place.</p>

<b>Sous-projet impliquant de nouveaux barrages ou des barrages en construction</b>	<b>Sous-projet impliquant la rénovation de barrages existants et impliquant la rénovation de barrages existants</b>	<b>Sous-projet qui s'appuie ou peut s'appuyer sur les performances d'un ou de plusieurs barrages existants et/ou en construction</b>
	rénovation substantiels et complexes.	
Inspections périodiques du niveau de sécurité du barrage après sa construction <sup>8</sup> , et mise en œuvre des mesures requises pour remédier aux manquements à la sécurité. Les procédures d'inspection périodique de la sécurité sont définies dans le Plan d'exploitation et d'entretien.	Les procédures d'inspection périodique de la sécurité sont définies dans le Plan d'exploitation et d'entretien.	Les procédures d'inspection périodique de la sécurité sont définies dans le Plan d'exploitation et d'entretien.

Source : Note de bonnes pratiques sur la sécurité des barrages, Octobre 2020

### V.1.2. Petits barrages et barrages à faible risque

Les barrages qui n'entrent pas dans les catégories précédentes, c'est-à-dire qui n'entraînent pas de risques potentiels pour la sécurité ou pourraient devenir de grands barrages, doivent faire l'objet de mesures de sécurité définies et mises en œuvre par des ingénieurs compétents. Lesdites mesures doivent prendre en compte la capacité du Projet et doivent être exécutées conformément aux bonnes pratiques internationales du secteur d'activité (BPISA<sup>9</sup>). Le projet peut nécessiter une assistance technique ou une formation pour satisfaire à ces exigences.

Dans ces circonstances, le projet confirmera, au moyen de l'évaluation environnementale et sociale, l'existence d'un risque nul ou négligeable qu'une défaillance potentielle de la structure du barrage ait des effets néfastes sur les communautés et les actifs locaux, y compris les actifs qui doivent être financés dans le cadre du sous-projet proposé. L'évaluation doit suivre la définition donnée précédemment, avec une mise en contexte adéquate. Ces barrages peuvent inclure des étangs piscicoles, des digues de limon localisées et des réservoirs de remblai.

Les sous-projets prévus dans le cadre des activités du projet devraient être normalement figurés dans cette dernière catégorie. En effet, ce sont des petits barrages ne présentant pas de risque de sécurité en termes d'exigence de gérer des crues importantes ; ni d'emplacement dans une zone de forte sismicité ; ni de fondations complexes et difficiles à préparer ; ni de rétention de matériaux toxiques ; ni de potentiel de répercussions substantielles en aval ; ni encore moins de susceptibilité de devenir de grands barrages pendant leur durée de vie utile. En se référant au cadre national, les périmètres concernés sont des périmètres autonomes ou traditionnels. Le gestionnaire est ou sera ainsi la communauté rurale bénéficiaire à travers l'Association des Usagers de l'Eau. Les barrages pourront être existant ou à construire.

<sup>8</sup> L'une des entités spécialisées de l'Emprunteur, un cabinet-conseil ou un panel d'experts peut mener à bien ces inspections. Les parties, quelles qu'elles soient, doivent être indépendantes de l'exploitant du barrage. La Banque mondiale peut dans le cadre du dialogue sectoriel avec le pays exiger la preuve que ces inspections ont bel et bien été conduites.

<sup>9</sup> NES n°4, Annexe 1, paragraphe 5. Veuillez-vous rapporter à la liste de références de la Note technique sur la sécurité des petits barrages (Word Bank 2020j).

Mais la classification en petit barrage selon la NES 4 est un critère d'éligibilité des sous-projets. A cet effet, les mesures de sécurité du barrage élaborées par des ingénieurs qualifiés devront suffire pour les préparatifs sur l'aspect de la sécurité des barrages. Dans tous les cas, le niveau de risque devrait être faible que ce soit pour un nouveau barrage ou un barrage existant. Dans le cas contraire, il convient de se référer au Tableau 3 : Orientations concernant l'application des dispositions de l'Annexe 1 du CES/NES 4 dans différents types de sous-projets de grand barrage ou petit barrage à risque de sécurité. Tout au long du document, bien que le terme barrage tout court est employé, il s'agit de petits barrages avec des barrages en terres et/ou en béton ne dépassant pas les 5 mètres de hauteur.

En somme, le tableau 4 suivant présente un récapitulatif des orientations concernant l'évaluation du niveau de risque et des outils nécessaires pour les petits barrages prévus par le projet, selon toujours la note de bonne pratique sur la sécurité des barrages et des dispositions de la NES 4.

**Tableau 4 : Orientations concernant l'évaluation du niveau de risque et les outils pour un petit barrage**

Évaluation du niveau de risque/outils	Orientations	Remarques
<i>Premier niveau (tous les barrages)</i>		
<b>Évaluation préliminaire des conséquences</b>	L'évaluation devrait couvrir : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Population à risque<sup>a</sup></li> <li>• Impact économique</li> <li>• Impact environnemental et social</li> </ul>	Il est toujours nécessaire d'évaluer les conséquences d'une défaillance ou d'un incident d'une manière adaptée au contexte local. Le degré de nécessité de cette information est proportionnel à la mesure dans laquelle l'analyse des risques sous-tend le processus décisionnel.
<b>Classification préliminaire des risques</b>	Se référer au système national de classification des barrages, s'il existe.	De nombreux pays ont mis au point des systèmes de classification des barrages <sup>b</sup> qui pourraient constituer un point de départ pour discuter des normes et exigences de sécurité requises pour les barrages impliqués dans des opérations de la Banque mondiale.
	Système de classification de nouveaux barrages	Cette classification du risque associé aux barrages est très simple à utiliser, avec quatre paramètres indirects pour évaluer la classe de risque des barrages (voir section sur la Classification du risque par l'Emprunteur).
	Système de classification de barrages existants	La classification des risques repose sur le concept de <i>risque</i> , lequel est le produit de deux facteurs : la probabilité d'une défaillance et la conséquence d'une défaillance (voir section sur les Modes de défaillance possibles et l'évaluation des conséquences).

Pour les niveaux de risque, le système national suivant est suggéré par le tableau 5 ci-dessous. Il a été adopté par les projets en cours dont le PADAP (P154698) et MIONJO (P171056). Il considère le risque selon les potentiels dégâts par les pertes en vie humaine et en termes de pertes économiques, environnementales ou essentielles à la survie.

**Tableau 5 : Niveau de risque d'un barrage selon le système national**

Niveau de risque	Perte de vie humaine	Pertes économiques, environnementales ou essentielles à la survie
Bas	Non attendu	Bas et généralement limité au propriétaire
Significatif	Non attendu	Oui
Haut	Probable. Un ou plusieurs attendus	Oui

L'objectif primaire d'un système de classification est de sélectionner des critères de conception appropriée. En d'autres termes, les critères de conception deviendront plus conservatifs comme le potentiel pour la perte de vie et/ou dégât de propriété augmente. Ce guide s'adresse aux usagers de barrage à classification du potentiel « Bas » et « Significatif » dont la rupture peut causer des pertes

socioéconomiques et environnementales importantes, non seulement au propriétaire mais à d'autres personnes.

#### V.1.2.1. Niveau de risque bas

Les barrages assignés à cette classe de niveau de risque bas sont ceux quand la rupture ou le disfonctionnement n'engendrera pas de probable perte de vie humaine et de faible perte économique et/ou environnementale. Les pertes sont principalement limitées à la propriété du possesseur.

#### V.1.2.2. Niveau de risque significatif

Le niveau de risque significatif concerne les barrages où la rupture ou disfonctionnement n'engendre pas de probable perte de vie humaine mais peut causer une perte économique, un dégât environnemental, une perturbation des constructions essentielles à la survie, ou peut donner un impact à d'autres soucis. Les barrages à classification du potentiel du danger significatif sont souvent localisés dans des zones en majorité rurale ou agricoles. Ils pourraient être également localisés dans des zones avec une population et des infrastructures importantes.

#### V.1.2.3. Niveau de risque haut

Les barrages assignés à la classification du niveau de risque élevé sont ceux où la rupture ou disfonctionnement causera probablement la perte de vie humaine.

## V.2. Conception du barrage et des infrastructures annexes

La conception devrait être précédée d'une évaluation des risques. Elle sera ensuite proportionnée au résultat obtenu. Les directives concernant la sécurité des ouvrages hydroagricoles sont développées ci-après de la conception, en passant par la construction, l'exploitation et l'entretien. Elles sont proposées aux parties prenantes pour servir de guide lors de la mise en œuvre des activités d'aménagement ou de réhabilitation d'ouvrages hydroagricoles incluses dans les composantes du projet constituant la première phase du Programme de résilience des systèmes alimentaires à Madagascar.

Comme il s'agit de petit barrage, le recours au panel d'experts en sécurité des barrages n'est plus exigé. Les études de conception seront confiées à des ingénieurs qualifiés dans le domaine de l'aménagement hydroagricole. Toutefois, au-delà des exigences en termes de qualifications classiques dans le processus de passation de marché, un accent particulier à l'aspect sécurité des infrastructures est à insister dans le processus de recrutement des ingénieurs.

La note d'orientation sur la NES 4 recommande des ouvrages de références en termes de conception de barrage. Trois d'entre elles sont particulièrement utiles pour la gestion de la sécurité des petits barrages :

- a. Cemagref Editions et Engref (France), avec le Comité français des grands barrages, Petits barrages : Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi (Cemagref et Engref, avec le Comité français des grands barrages, 2002), <https://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/pb2002-fr.pdf> ;

- b. CIGB (Commission internationale des grands barrages), « Petits barrages : Conception, surveillance et réhabilitation » (Bulletin 157, CIGB, Paris, 2016), <https://www.icold-cigb.org/GB/publications/bulletins.asp> ; et
- c. FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), Manual on Small Earth Dams : A Guide to Siting, Design and Construction (Rome, FAO, 2012), [www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf](http://www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf).

De plus, selon la NES 1, les BPISA sont des pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et expérimentés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou semblables, partout dans la région ou à travers le monde. L'adoption de telles pratiques devrait avoir pour conséquence que les technologies les mieux appropriées soient employées dans le cadre particulier du projet.

Vis-à-vis du cadre national, les normes malgaches NIHYCRI<sup>10</sup> constituent une obligation réglementaire pour les aménagements hydroagricoles. En effet, elles ont fait l'objet d'un décret où il est clairement précisé que « Le présent décret et son annexe font obligatoirement partie des Cahiers de Prescriptions Spéciales de tout marché de construction, extension et réhabilitation d'infrastructures hydroagricoles, dans le territoire de la République de Madagascar ». Elles donnent des prescriptions et exigences purement techniques en matière de conception, dimensionnement, construction, contrôle des travaux en relation directe avec les risques des crues et inondations sur les infrastructures hydroagricoles et leurs zones d'influence directes. Elles portent principalement sur :

- a) La résistance aux crues et inondations dans le cadre de la durée de vie technique projet des infrastructures ;
- b) La prévention de l'ensablement qui constitue un facteur aggravant, conduisant à la destruction des infrastructures, à un niveau de crues inférieures à celles pour lesquelles, elles sont dimensionnées.

### V.2.1. Cas de construction de barrage en terre

Les dispositions et exigences suivantes doivent être respectées pour la construction d'un barrage en remblai :

- Fondation

Toute couche arable<sup>11</sup> et la végétation doivent être retirées de la zone où le remblai doit être mis en place, et mises de côté. Ce matériau ne doit pas être mélangé avec le matériau argileux utilisé pour le corps de la digue. Le mélange de terre arable avec le matériau du corps de la digue peut réduire les coûts mais peut causer des ennuis à la construction et la sécurité du barrage. La matière organique dans la couche arable se décomposera en temps opportun, ce qui va provoquer des chemins de fuite qui se développeront plus tard, et peut même conduire à des difficultés à obtenir une imperméabilité suffisante dans le remblai dans le court terme.

La tranchée du noyau doit être creusée le long de la ligne médiane de la digue pour fournir une bonne protection contre les fuites sous la digue. La tranchée doit s'étendre sur toute la longueur de la digue

---

<sup>10</sup> <https://www.resiliencemada.gov.mg/documents/459>

<sup>11</sup> La couche supérieure contenant toute la matière organique comme de l'herbe ou des racines

et sur les butées. Il doit être suffisamment large pour permettre au matériau de construction d'atteindre la norme requise de compactage ; sa profondeur dépendra des conditions du sol du site.

Dans la plupart des cas, il n'est pas difficile de trouver des matériaux de fondation adéquats relativement proches de la surface, les sols supérieurs inadaptés (y compris la couche arable) sont d'abord retirés. Le matériau de fondation doit être suffisamment rigide et imperméable, doit s'étendre sur une profondeur suffisante pour permettre le stockage derrière le barrage, et doit être conservé sans fuite conséquente, mais aussi pour éviter tout tassement appréciable de la digue construite. Dans certains endroits, les sols supérieurs au-dessous de la couche arable sont doux, faibles ou contiennent des inclusions de gravier ou d'autres (tels que les matériaux calcaires) qui peuvent former un chemin de fuite. C'est une des raisons pour recommander l'inclusion d'une tranchée de coupure en dessous de la digue, peu importe le niveau, de sorte que le contenu des couches suivantes au-dessous la digue peut être vérifié avant que la construction du remblai ne commence.

- Sélection des matériaux

La plupart des murs de barrages sont construits avec des matériaux de la terre. Alors que la construction de barrages doit être pratique, et est limitée par les matériaux disponibles au sein de la distance économique, le choix de matériaux appropriés est vital pour la sécurité des barrages et de sa performance.

Cela s'applique non seulement aux matériaux utilisés dans le remblai, mais aussi aux matériaux sur lesquels il est fondé comme indiqué ci-dessus.

Le remblai doit être capable de retenir l'eau en toute sécurité. Cela se fait généralement par (i) veiller à ce que les matériaux pour le remblai contiennent suffisamment d'argile, et (ii) s'assurer que les matériaux soient bien compactés.

Les petits barrages ont tendance à être construits à partir de toute une gamme de types de sols, du sable à la plus collante des argiles noires. En général, chaque type de sol possède ses propres caractéristiques et des problèmes qui doivent être considérés lors de la conception du barrage.

Les sols les plus sensibles aux problèmes sont les suivants :

- Argiles dispersives qui sont celles qui se désintègrent spontanément en présence d'eau. Elles sont très fréquentes dans les climats arides et leur présence peut être suspectée si l'eau dans les barrages locaux et des cours d'eau ont normalement une apparence boueuse. Elles peuvent être sans problème pendant la construction d'une digue, mais deviennent une problématique quand le barrage est rempli d'eau ou contient de dépôt ;
- Argiles de haute plasticité dont le gonflement et le retrait provoquent des problèmes de fissuration. L'eau peut s'échapper à travers les mailles du filet et éroder la berge. Ces sols sont également difficiles à compacter sans laisser de vides à l'intérieur ;
- Matériau à faible teneur en argile pour fournir la force et l'imperméabilité.

L'utilisation de ces matériaux peut entraîner une fuite qui peut conduire à l'érosion autour de la tuyauterie des conduites de sortie (c'est-à-dire, l'enlèvement de sol invisible dans le remblai du barrage alors que les sols de surface restent intacts). Si une telle érosion n'est pas soignée, cela conduira à la rupture rapide, des fuites apparaissent en surface lorsque l'érosion interne a déjà bien progressé.

- Mise en place des matériaux de remblai

Cette mise en place devrait être faite en couches horizontales d'épaisseur uniforme. Le compactage nécessite que chaque nouvelle couche soit collée sur la couche précédente. Pour obtenir les meilleurs résultats, le matériau doit être placé avec une humidité suffisante pour le rendre malléable juste avant de devenir friable et pas mouillé qui colore les mains ou les flux de sous compactage.

L'optimum de teneur en eau pour le compactage est normalement déterminé par des essais de laboratoire. Les matériaux de remblai ne doivent pas seulement contenir suffisamment d'argile, ils doivent aussi être suffisamment compactés avec chaque couche compactée liée à celle du dessous.

Le compactage inadéquat peut résulter de l'utilisation d'un matériau qui est trop humide ou trop sec (les marges acceptables sont assez petites). Il faut noter qu'il est généralement plus facile à compacter et à manipuler un matériau qui est un peu en dessous de sa teneur en humidité optimale standard, et que cela se fait couramment avec des remblais à d'autres fins telles que les routes, mais la conséquence de l'utiliser est une augmentation marquée dans le potentiel de fuite du produit fini, donc il n'est pas approprié pour les barrages.

L'utilisation des engins à chenilles est déconseillée. Il est plutôt avantageux d'utiliser des rouleaux de compactage conçus pour le compactage et le malaxage des couches de sol.

## V.2.2. Cas de construction de barrage en enrochement

Un barrage en enrochement est essentiellement un grand tas de cailloux. En somme, ce type de barrage est formé de prisme de cailloux de section trapézoïdale. La fonction de la résistance à la poussée de l'eau est assurée par le poids du massif. Il est classé comme un ouvrage-poids.

Ce tas de cailloux n'est pas imperméable par lui-même. Il faut adjoindre des organes d'étanchéité pour assurer cette imperméabilité.

Les organes d'étanchéité sont classés suivant leur position : amont ou interne, ou suivant leur rigidité : souple ou semi-rigide.

La mise en place des blocs peut se présenter sous deux formes différentes :

- Il est constitué par un empilage sec, rangé à la main avec des pentes peu déformables. On prévoit sur la face amont un masque de maçonnerie jointoyée au ciment.
- On se contente de déverser des enrochements en vrac, le tas de blocs obtenu, moins redressé est sujet, à des forts tassements.

La stabilité du massif des barrages est uniquement assurée par le frottement intervenant entre les blocs. Dans ce cas, l'angle de son talus avec l'horizontale doit être inférieur à l'angle de frottement interne dépendant de la granulométrie des grains, de leur nature, de leur forme et surtout de leur indice de vide.

Le barrage en enrochement résiste assez bien au séisme, à condition que les pentes des parements soient bien adaptées et que les enrochements du parement soient bien arrimés.

La qualité de la roche est ainsi un facteur important dans le choix d'un barrage en remblai en enrochement et dans la conception de la structure. Des tests approfondis sont nécessaires pour juger si la roche est adaptée pour la construction.

- Immersion de l'enrochement

Le corps principal de remplissage est placé par décharge. La première partie du remblai est déversée par des grues à grappin, ou à partir des rampes sur les culées pour former une butte ou un massif. Le reste du remblai est déversé du haut de cette butte, ce qui permet aux roches de tomber en surface inclinée. L'effet combiné de coulissement, de chute et l'impact entraînent les pièces à devenir étroitement serrées les unes contre les autres. Le remblai rocheux ne devrait contenir pas plus de 15% de roches fines, car elles empêchent un bon compactage et font un drainage difficile de l'eau.

- Enrochement laminé

Si la roche est tendre et se décompose facilement en morceaux de moins d'un tiers de mètre cube, un enrochement laminé peut être utilisé. Il est placé en couches, puis roulé par bandage de rouleaux de caoutchouc épais et de rouleaux lourds vibrants. Quatre à huit passes sont nécessaires pour le compactage.

- Remodelage du remplissage

L'enrochement déversé suppose des pentes latérales de l'angle de repos. Si une pente plate est requise, elle peut être formée en introduisant des allées horizontales.

La membrane utilisée pour relever le remblai rocheux peut être une couverture épaisse ou un noyau de terre ou une membrane mince ou le paré de bois, béton, acier, asphalte, maçonnerie de moellons à sec ou maçonnerie de pierre.

La face du béton de ciment a une très longue vie, elle constitue une membrane étanche à l'eau sur les barrages en enrochement. Le parement peut être lié aux faces de la digue, soit versé directement sur la zone de transition décombe. Un lit de mortier est d'abord placé et pénètre quelques centimètres dans les décombres. Ceci est immédiatement recouvert avec du béton pour former une masse monolithique qui s'étend dans les gravats et est ainsi lié au barrage. Des nervures sont placées dans la partie inférieure de la dalle en forçant les rainures dans le revêtement. Le soutien à côtes n'est pas nécessaire si la liaison avec le soutien est efficace.

- Drain

Les tuyaux de sortie sous la paroi de barrage sont utilisés pour la libération contrôlée de l'eau du barrage (prise d'eau ou vidange). S'ils ne sont pas correctement installés, ils peuvent facilement fournir un chemin de fuite à partir du barrage, entraînant une défaillance au niveau du remblai à cause de la libération incontrôlée de l'eau.

Une installation correcte nécessite un remblayage et un compactage réalisés avec un soin extrême. L'utilisation de noyau de colliers des tuyaux à intervalles réguliers sous la digue peut réduire le risque de fuite.

Toutefois, une attention particulière est nécessaire pour assurer un compactage adéquat dans ces domaines, ce qui peut nécessiter l'utilisation de petits équipements spéciaux. Les tuyaux de sortie ou d'autres ouvrages devraient être placés dans le sol d'origine plutôt que dans le remblai. Autant que possible, la mise en place de ces structures dans le remblai lui-même devrait être évitée. Il est probable qu'ils seront endommagés pendant la construction de la digue et / ou lorsque tout tassement se produit, mais de tels dégâts seront invisibles. En raison des difficultés de compactage de remblai correctement autour d'un tuyau de sortie, il est préférable de remblayer avec du béton. Il ne faut jamais utiliser du sable ou tout autre matériau granulaire comme remblai.

Idéalement, les tubes d'acier avec revêtement intérieur en mortier de ciment et remblayés avec du béton doivent être utilisés. Les tubes en acier sans doublure peuvent corroder et être perforés dans les 20 ans et mener ainsi à l'érosion interne du remblai ou de la butée, entraînant par la suite la rupture du barrage. L'utilisation de béton de coupure de colliers et d'une vanne de garde en amont est considérée comme hautement souhaitable, mais ces caractéristiques elles-mêmes créent un besoin supplémentaire de soins et une attention particulière aux détails dans la conception et la mise en œuvre.

- Evacuateur de crue

Lors de la sélection d'un site pour la construction d'un évacuateur de crue, il faut prendre soin de choisir une zone où il n'y a pas eu de perturbation précédente du sol naturel. Le site proche des culées du barrage est préférable. Toutefois, l'évacuateur de crue devrait être limité à des endroits précis de la digue afin qu'aucun écoulement ne soit susceptible d'aller au-dessus et endommager le mur du barrage.

Beaucoup de problèmes peuvent se développer en fonction du type de l'évacuateur de crue et des matériaux à partir desquels il est construit. Si l'évacuateur de crue développe des problèmes qui passent inaperçus, la digue peut être en danger.

Il est recommandé de régulièrement inspecter et entretenir l'évacuateur de crue. En cas de doute sur un problème particulier, un ingénieur doit être consulté.

### V.2.3. Cas de construction de barrage en béton

- Fondation

Un barrage poids en béton destiné à être construit à travers une vallée fluviale serait habituellement mis sur une fondation rocheuse ou meuble en dessous des sols normaux d'une rivière qui se compose de sable, pierres branlantes et rochers. Toutefois, la fondation rocheuse ne peut pas toujours être totalement satisfaisante tout au long de la fondation projetée et de la zone d'appui, car il peut y avoir localement des fissures et des joints dont certains d'entre eux provoquent la mauvaise qualité de pierre concassée. Par conséquent, avant que le bétonnage se déroule, toute la zone de fondation doit être scarifiée et dans la plupart des cas renforcée artificiellement de telle sorte qu'il soit capable de supporter les charges qui seraient imposées par le barrage et le réservoir d'eau, et l'effet des sous-pressions de l'eau dans la fondation.

L'amélioration de la fondation d'un barrage en béton peut être effectuée par les principaux moyens suivants :

- Réalisation de trou d'ancrage pour la fondation rocheuse ou abatage de pieux en bois pour la zone de fondation ;
- Excavation des coutures de la roche pourrie ou faible et remplissage avec du béton ;
- Excavation des zones rocheuses faibles et remblayage de toute la zone excavée avec du béton ;
- Travaux de terrassement pour fabriquer des coupures de murs souterrains en béton à travers des canaux de fuite dans la fondation du barrage,
- Injection de la fondation pour augmenter sa force et pour la rendre imperméable.

### V.3. Tableau de bord pour rendre les aménagements résilients face aux aléas

Afin de rendre l'aménagement hydroagricole, incluant le barrage, résilient aux aléas potentiels, l'intégration du changement climatique dès la phase de conception du projet s'avère nécessaire. Ces aléas peuvent prendre la forme de cyclone, d'inondation, de sécheresse, d'envasement, etc. Les risques sismiques devraient aussi être pris en compte. Pour cela, un tableau de bord devra être élaboré en considérant les points suivants :

- Identification et compréhension de scénario de risques actuels et futurs ;
- Augmentation de la résilience des infrastructures existantes ;
- Adoption de design résilient des nouvelles infrastructures ;
- Garantie d'une réaction efficace et efficiente aux aléas ;
- Préservation des zones tampons naturels afin de garantir les fonctions protectives de la nature ;
- Renforcement de capacité nécessaire en conséquence pour les parties prenantes.

Ce tableau de bord donne une vue d'ensemble sur l'état des barrages, son mode de gestion, et les connaissances des acteurs sur les changements climatiques et des autres facteurs de risques auxquels les infrastructures seront exposées. De plus, il permet de faire un suivi sur l'évolution de l'application des différentes mesures à prendre sur la résilience des barrages face aux changements climatiques.

### V.4. Caractérisation des consistances et de la portée des études à conduire

Les études de l'aménagement hydroagricole devraient contenir au minimum les éléments ci-après :

- Etudes topographiques comprenant le bassin versant, le site du barrage et de la retenue, les sites des autres ouvrages hydroagricoles, la vallée de la rivière, les zones d'emprunt ;
- Etudes hydrogéologiques et géotechniques avec les enquêtes préliminaires et les travaux de reconnaissance, la géologie de la région et les conditions et propriétés spécifiques du site de la fondation avec les activités sismiques, la pédologie et l'hydrogéologie des sites, les études géotechniques des sites d'ouvrage et des zones d'emprunt, la détermination des propriétés des matériaux de construction ;
- Etudes hydrologiques comprenant l'estimation des différents débits de projet (apports de différentes fréquences, débits de crue de différentes fréquences, effets de laminage de crue, ...), l'évaporation, les caractéristiques des inondations, et les effets des changements climatiques ;
- Conception et dimensionnement des ouvrages comprenant, particulièrement pour la conception de barrage, le choix du type de barrage et le profil général du barrage, l'étude des infiltrations dans le barrage et dans les fondations, le dimensionnement hydraulique des différents composants du barrage, l'étude de stabilité des ouvrages, les dispositifs de protection contre les effets du changement climatique, les risques sismiques et volcaniques et les forces du tremblement de terre. A cet égard, il est fortement recommandé au Bureau d'étude de se référer à la fois aux normes malgaches et aux bonnes pratiques internationales du secteur d'activité ;
- Evaluation environnementale et sociale du sous-projet ;

- Etude de rentabilité économique du sous-projet ;

Ces études pourraient se faire en plusieurs phases selon les Termes de Référence (TdR) et le contexte de la planification. Elles comprendraient au minimum deux phases :

- Phase 1 :
  - Elaboration de l'Avant-Projet Sommaire (APS),
  - Etude de rentabilité économique du sous-projet
  - Elaboration de l'Avant-Projet Détaillé (APD),
  - Elaboration de l'évaluation environnementale et sociale (EIES ou PREE), conformément au CGES
  - Elaboration de la version provisoire du Manuel de Gestion et d'Entretien (MGE provisoire),
  - Elaboration du Plan d'Action de Réinstallation (PAR), si nécessaire, conformément au CR, et
  - Assistance à la passation de(s) marché(s).
- Phase 2 : Contrôle et surveillance des travaux d'aménagement ou de réhabilitation du périmètre irrigué.

Une phase d'encadrement et de formation des bénéficiaires pourraient être nécessaire avant la mise en service du périmètre irrigué. En effet, l'AUE chargée de gérer et d'assurer la durabilité des infrastructures devrait s'approprier des considérations techniques pertinentes pour mener à bien sa mission.

## V.5. Choix de l'entreprise et assurance qualité de construction

La qualité de construction est de toute importance à la sécurité des barrages. Les composants des ouvrages hydroagricoles et du barrage n'auront pas le niveau de sécurité ciblé ou adopté par le concepteur, si les matériaux de construction ou de fabrication ne sont pas égaux ou dépassent les spécifications de conception.

Quant à la construction concernée, les conditions suivantes sont nécessaires du point de vue de la sécurité des barrages :

- Les équipes de l'entreprise doivent être convenablement expérimentés et déterminés à atteindre les normes de travail spécifiées ;
- Le niveau de la supervision des travaux, les procédures d'assurance de la qualité et la continuité du concepteur, doivent être adaptés à l'ampleur et la complexité du barrage ;
- L'entreprise doit reconnaître que les incertitudes inhérentes peuvent persister après les enquêtes de conception mais peuvent seulement être révélées lors de la construction, et ont été mises en place pour faire face aux coûts découlant de ces exigences supplémentaires identifiées lors de la construction ;
- Toute zone identifiée dans le processus de conception, exigeant la confirmation par le concepteur lors de la construction, doit être totalement sous le contrôle du concepteur, et aucune modification de conception, même minime, ne doit être faite sans l'approbation formelle du concepteur ;
- Un rapport de conception détaillée et adaptée, montrant la structure telle que toutes les composantes du barrage et la fondation sont construites, doit être développé comme une

partie intégrante du processus de supervision de la construction, et doit être prêt après la fin de chaque composante afin qu'il y ait un succès à tout moment dans l'avenir.

Le choix de l'entreprise est soumis, non seulement à un critère financier, mais à plusieurs autres critères dont les travaux similaires effectués ou les expériences de l'entreprise, les moyens matériels à disposition, les personnels clés à mobiliser.

Le recours à des entreprises inexpérimentées et/ou à une supervision inadéquate peut être fatal à l'avenir de l'ouvrage. Il est ainsi important de sélectionner une entreprise sérieuse, digne de confiance, ayant à disposition des équipements appropriés et un personnel expérimenté et habitué à travailler sous la supervision d'un ingénieur expérimenté.

## V.6. Contrôle et surveillance des travaux

La supervision de la construction est une phase importante de la construction des ouvrages hydroagricoles. La supervision est destinée à s'assurer que les facteurs de conception et les exigences de spécifications techniques ont été effectivement respectés dans le produit final.

Certes, l'expertise du concepteur et du constructeur est déjà sollicitée. Mais, les expériences ont montré la pertinence du recours au service d'une mission de contrôle et surveillance des travaux, même avec les petits barrages. En effet, elle constitue le garant de l'UNGP pour que les travaux sont réalisés dans les règles de l'art, dont la présence permanente sur le chantier est indispensable. Elle permet également d'être plus réactif face aux contraintes et détails pas forcément identifiés lors de la phase de conception.

La bonne exécution des travaux constitue une étape importante de la sécurité des barrages après la conception. Les spécifications et les plans forment un ensemble cohérent d'instructions à suivre pour le constructeur. La MDC est ainsi un dispositif d'encadrement pour prévenir toute tentative de dérive par l'entreprise.

## V.7. Filtration et évaluation environnementale & sociale

Conformément au CGES du projet, chaque sous-projet devrait faire l'objet d'une filtration environnementale et sociale. Elle consiste en l'analyse préliminaire des risques environnementaux et sociaux associés au sous-projet. La nature et la portée des évaluations environnementales et sociales sont déterminées à l'issue de cette étape. Elle prend en considération à la fois les dispositions du cadre national et des NES pertinentes.

Généralement, cette combinaison conduit à la conclusion de la nécessité de la réalisation d'une ou plusieurs de ces instruments : Etude d'impact environnemental et social ; Plan de gestion environnementale et sociale ; Plan d'engagement environnemental et social (cadre national) ; plan de réinstallation ; ou autre document similaire.

Le cadre national malagasy requiert la soumission du dossier d'évaluation environnementale et sociale aux autorités compétentes, soit l'ONE pour l'EIES soit la cellule environnementale pour un PREE. A l'issue d'une évaluation positive, un permis ou une autorisation environnementale est assigné au promoteur du sous-projet, avec un cahier des charges environnementales à l'annexe.

L'évaluation environnementale et sociale traite entre autres des risques, effets et impacts potentiels ainsi que les mesures de mitigations associées, conformément au cadre national et aux NES

pertinentes, et aux impacts potentiels identifiés dans le CGES. Elle devrait aussi déboucher par la formulation des clauses environnementales et sociales, y compris les aspects sécurité de barrage, à inclure dans les DAO en vue du recrutement de l'entreprise chargée des travaux. Ces clauses traduiront les obligations de l'entreprise selon les principes et les dispositions des NES pertinentes, dont la sécurité des barrages de la NES 4. L'entreprise aura également à préparer son PGES relatif au chantier avant le démarrage des travaux. Il présentera concrètement les dispositions de l'entreprise pour la mise en œuvre des mesures de mitigation des impacts potentiels des travaux, à travers le plan de surveillance environnementale et le plan de suivi environnemental.

Enfin, l'évaluation environnementale et sociale devrait aussi couvrir les mesures de gestion durant la phase d'exploitation des infrastructures, c'est-à-dire une fois les travaux achevés. Ces mesures sont assignées au Maître d'ouvrage mais non plus à l'entreprise de construction. Dans ce contexte, l'UNGP et le maître d'ouvrage devront prendre en considération les capacités de l'AUE pour que les mesures proposées soient réalistes, techniquement et financièrement faisable selon leurs ressources à disposition.

## VI. INSPECTION DE SURVEILLANCE ET DE SECURITE

Comme mentionné auparavant, les aménagements hydroagricoles prévus dans le cadre du projet seront dans la catégorie des petits barrages. Les ouvrages doivent être conçus par des ingénieurs professionnels expérimentés dans le domaine, sans avoir à faire recours à un panel d'experts pour la sécurité des barrages. Investigation, exigence et procédure de conception

### VI.1. Exigences et procédures d'inspection et de surveillance de sécurité

#### VI.1.1. But

Le but d'un programme de surveillance est de disposer des informations pertinentes en termes de sécurité des barrages, et de pouvoir anticiper de tout type de symptôme de problèmes le plus tôt possible.

Les principales causes de rupture, pouvant souvent être évitées par une surveillance efficace et des programmes d'entretien, sont les suivants :

- Les fuites et les infiltrations ;
- Les glissements ;
- L'érosion ;
- La fissuration ;
- Le mouvement et la déformation de la digue ; et
- Les défauts structurels (conduites de sortie, évacuateur de crue).

La surveillance de la sécurité d'un barrage est un programme d'inspection visuelle régulière en utilisant un équipement simple et technique. C'est le moyen le plus économique et efficace pour le propriétaire pour maximiser la sécurité à long terme et la survie du barrage. Son but principal est de surveiller l'état et le rendement du barrage et de ses environs, en particulier les changements qui peuvent se produire. En tout, il faut toujours vérifier le niveau d'eau et la performance de l'évacuateur de crue aux changements inhabituels. Parfois, il peut être nécessaire de recourir à un ingénieur expérimenté en barrage, plus familier avec les problèmes et pouvant assurer une meilleure assistance et de prévenir ainsi tout manquement en cas de poursuites judiciaires.

#### VI.1.2. Procédure et méthodes d'inspection

La procédure de surveillance de la sécurité du barrage devrait être particulière à chaque barrage. Elle consiste essentiellement à un examen régulier, étroit et systématique de toute la surface du barrage et de ses environs immédiats. Ces procédures sont déjà des pratiques courantes dans le cas des grands barrages.

Dans le cas des petits barrages, elle pourrait être perçue comme des contraintes de formalités supplémentaires et chronophages. Le manque de sensibilisation des parties prenantes en est la principale raison. Toutefois, des programmes de surveillance adaptés peuvent généralement être mis au point. Ils seront simples mais systématiques et efficaces, fondés sur les principes avérés.

Une inspection de surveillance de la sécurité comprend la prise de mesures appropriées et en gardant un registre précis et concis des observations faites. Pour les petits barrages, il est recommandé d'obtenir des conseils en ingénierie professionnelle pour la mise en place le premier programme, en utilisant un ensemble de fiches de contrôle pour noter leurs observations. Ces procédures feront ensuite partie d'un programme de gestion de la sécurité des barrages. L'objectif premier est de déceler les problèmes à temps pour que des mesures puissent être prises en conséquence.

Enfin, comme les inspections seront réalisées par des membres de la communauté locale issus des AUE, les méthodes d'inspection seront adaptées au niveau d'instruction de ces derniers (voir tableau 6 ci-dessous). Une surveillance et une gestion locales semblent être la réponse logique pour assurer une exploitation sûre et fiable des installations. Toutefois, des formations élémentaires devront être fournies lors des programmes de renforcements de capacité en termes de sécurité des barrages. Elles se porteront sur des surveillances, des observations de routine, des mesures en cas de fuite, des tâches d'entretien de base et les protocoles à suivre en cas d'urgence.

**Tableau 6 : Contributions potentielles des communautés locales à la sécurité des petits barrages**

Que peuvent faire les communautés?	Avec une formation de base	Avec une formation plus approfondie
Surveillance	X	
Observations de routine	X	
Mesure des fuites (surtout sur les longues digues)		X
Tâches d'entretien de base		X
Suivre des protocoles d'urgence simples et clairs		X

À cette fin, il serait inapproprié de viser des procédures et des organisations sophistiquées. Il convient plutôt de commencer par des éléments souhaitables pour la gouvernance de base de la sécurité des petits barrages. Le tableau 7 suivant présente donc les éléments souhaitables dans la gouvernance de la sécurité des petits barrages, selon la note de bonne pratique sur la sécurité des barrages.

**Tableau 7 : Gouvernance de la sécurité des petits barrages : éléments souhaitables**

Sensibilisation des parties prenantes, en particulier des personnes qui vivent dans la zone de captage : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activité prévue</li> <li>• Raison de l'intervention</li> <li>• Étendue et durée des travaux</li> <li>• Effets probables et moyens d'y faire face</li> <li>• Rôle des différentes parties prenantes dans l'entretien de l'installation</li> </ul>
Déterminer l'entité qui sera chargée de la surveillance, de l'entretien et de l'exploitation, et lui en donner les moyens.
Cette entité doit être au niveau approprié le plus bas, dans l'idéal au niveau local (associations de consommateurs d'eau par exemple).
Créer une entité régionale ou nationale qui sera chargée de recueillir les informations relatives à la surveillance et d'aider l'entité locale si nécessaire.
Faciliter l'accès aux manuels ou guides appropriés pour la planification et la construction de petits barrages et les diffuser.
Former le personnel préposé pour qu'il ait une meilleure compréhension des tâches liées à la sécurité et assume un rôle de « formateurs de stagiaires » dans les formations qu'il pourra dispenser au niveau communautaire.
La formation doit couvrir au moins les éléments essentiels suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les causes des ruptures de barrages et leurs effets possibles</li> <li>• Les procédures d'intervention et la chaîne de commandement dans les situations d'urgence</li> <li>• Le diagramme de notification et les rôles et responsabilités des parties prenantes concernées</li> </ul>

Établir une description concise et claire des tâches, y compris des listes de contrôle.
Former périodiquement le personnel de surveillance.
Allouer un budget pour rémunérer le personnel de surveillance.

De toute ces considérations, une fiche d'inspection sous forme de formulaire serait la plus pratique en termes d'organisation. Des modèles de fiche d'inspection visuelle sont ainsi proposés en Annexe 1 pour servir de base. Compte tenu de la capacité des membres des AUE, la traduction en dialecte locale pourrait être nécessaire. Les fiches techniques de dégradation des ouvrages (en Annexe 2) serviront de base pour les informations à considérer pour le mode de remplissage du formulaire. Un exemple de checklist selon la note technique sur la sécurité des petits barrages est aussi présenté en Annexe 4. Egalement, les séances de renforcement de capacité des AUE pourront intégrer un module sur cette inspection visuelle des aménagements hydroagricoles, et aussi voir les perspectives d'amélioration des fiches d'inspection visuelles selon les types d'infrastructure à considérer. La logique est de limiter au strict minimum le nombre de canevas pour faciliter la reproduction des formulaires à remplir.

### VI.1.3. La fréquence d'inspection

Habituellement, les inspections devraient être faites pendant et après la construction et également pendant et immédiatement après le premier remplissage du stockage.

La fréquence d'inspection requis pour un programme efficace de surveillance dépend d'une variété de facteurs, dont :

- La taille ou la capacité du barrage ;
- L'état du barrage ; et
- Le potentiel de dommages résultant de la rupture du barrage.

L'adoption de la fréquence d'inspections pour un barrage et des infrastructures associées est généralement de l'organisation de l'AUE. Toutefois, des conseils professionnels peuvent s'avérer nécessaires pour les catégories des barrages dont l'état de dégradation pourraient présenter des risques considérables et élevés. Mais en règle générale, les fréquences d'inspection sont programmables et s'adaptent aux circonstances particulières d'exploitation.

Le tableau 8 donne des fréquences suggérées pour un programme de surveillance à deux niveaux adoptés par les directives de petits barrages au Rwanda, qui peut être retenu à Madagascar pour les barrages de stockage. Le plus haut niveau comprendrait une inspection pleine utilisant des équipements et techniques adaptés. Le deuxième niveau est envisagé comme une inspection visuelle rapide avec découverte de changements exceptionnels pendant la période entre examens consciencieux. Dans ce contexte, le recours à des techniciens plus expérimentés, et disposant des matériels appropriés, pourrait être envisagé.

**Tableau 8 : Suggestions de fréquence d'inspection visuelle rapide et examen complet pour un petit barrage**

Niveau de risque <sup>12</sup>	Fréquence
Inspection visuelle rapide	
Haut	Deux fois chaque semaine
Significatif	Chaque semaine

<sup>12</sup> Voir le Tableau 5 : Niveau de risque d'un barrage selon le système national

Bas	Bimensuel (2 fois par mois)
Examen complet	
Haut	Mensuel
Significatif	Trimestriel
Bas	Semestriel

#### VI.1.4. Les inspections spécifiques

Les inspections spécifiques seront exigées selon les événements exceptionnels tels que les tempêtes tropicales, les tremblements de terre et les inondations. Les inspections spécifiques devraient permettre au propriétaire d'un barrage à prendre conscience des défauts et des risques avant que la défaillance partielle ou totale se produise. Les périodes recommandées où des inspections supplémentaires à celles ci-dessus sont les suivantes et déterminées dans le tableau 9 ci-dessous.

**Tableau 9 : Inspections spécifiques d'un barrage**

Evènement	Composantes à considérer
Avant un orage prédit majeur	Inspecter les talus, l'évacuateur de crue et les conduites de sortie
Pendant et après les orages sévères	Inspecter les talus, l'évacuateur de crue et les conduites de sortie
Pendant et après une violente tempête de vent ou cyclone	Inspecter la pente amont pour les dommages causés par l'action des vagues
Après un tremblement de terre	Vérifier tous les aspects du barrage, que ce soit directement sentis sur le terrain du propriétaire ou rapportés par les médias locaux

### VI.2. Les inspections des barrages en terre

L'inspection des barrages en terre repose sur les éléments suivants :

- L'inspection visuelle : c'est une méthode qualitative qui intègre de très nombreux paramètres et qui permet de détecter de l'ordre de 90 % des anomalies et désordres susceptibles d'affecter l'ouvrage ;
- La vérification périodique du bon fonctionnement des vannes (de prise d'eau, de vidange et, le cas échéant, d'évacuation des crues). Cette vérification doit être systématique à l'occasion des visites techniques approfondies, mais l'exploitant peut procéder à des essais plus fréquents ;
- L'auscultation : c'est une méthode quantitative qui est basée sur l'analyse des mesures fournies par une instrumentation spécifique à chaque ouvrage.

### VI.3. Les inspections des barrages en enrochement

Une inspection d'un barrage en enrochement devrait suivre les mêmes principes que celle d'un barrage en terre, en particulier si la barrière imperméable est localisée dans le corps du barrage. La pente

amont, la crête, et la pente aval devraient être examinées pour vérifier l'érosion, l'affaissement, l'infiltration, et la grande végétation. Le réglage des composants amont du barrage devrait être inspecté pour les conditions qui pourraient causer des fuites. Des fissures au niveau des faces de béton pourraient exister, ainsi que les déchirures dans un revêtement intérieur flexible. Toute fissure importante dans une face de béton ou toute déchirure dans un revêtement intérieur flexible devrait être réparée. La couche protectrice sur un revêtement intérieur flexible devrait aussi être maintenue pour assurer la performance soutenue.

## VI.4. Les inspections des barrages en béton

Les barrages en béton sont plus rigides que les barrages en terre ou en enrochement. Ils sont donc moins tolérants pour le mouvement. Un petit déplacement d'une section du barrage pourrait affecter la stabilité de la structure ou causer des fuites considérables à travers ou sous le barrage. Tout mouvement de la structure pourrait aussi compromettre son lien avec un contrefort. De plus, les infiltrations concentrées au pied aval du barrage ou au contact de la butée devraient être examinées pour assurer qu'un cheminement ne se produise pas à travers la fondation ou les zones de butée.

Les surfaces en béton devraient être examinées pour éviter la détérioration due aux intempéries ou aux mouvements extrêmes, ou à d'autres actions chimiques, à l'érosion, à la cavitation, au vandalisme, et aux autres forces destructrices. Tapoter la surface avec un marteau ou avec quelque appareil localisera la partie du béton peu solide.

Les problèmes de la structure sont indiqués par les fissures, la cassure du béton en grande portion, le détachement des joints, l'affaissement. Les taches de rouilles peuvent indiquer l'existence de rouille interne et la détérioration d'acier. Le sol de l'évacuateur de crue et les blocs de protection des talus devraient être également vérifiés.

## VI.5. La liste d'inspection

La façon la plus approfondie et la meilleure méthode pour obtenir de bons résultats est d'utiliser une liste de contrôle pour enregistrer les résultats des inspections régulières. Il rappellera ce qu'il faut rechercher et devenir un dossier de l'état du barrage lors des dernières inspections. Bien sûr, ces dossiers doivent être systématiquement stockés afin que les informations sur eux puissent être facilement récupérées. Cela peut être utile dans le cas d'un problème en développement.

Des modèles de fiches d'inspection sont proposés à l'Annexe 1. En même temps, des modèles de formulation de remplissage est suggérés en Annexe 2.

## VI.6. L'équipement et l'assistance

L'équipement d'un barrage fournit les données pour déterminer si la structure complète fonctionne comme elle a été conçue. Il fournit une surveillance continue de la structure, et est un indicateur de tout ce qui peut mettre en danger sa sécurité. L'ampleur et la complexité de l'équipement d'un barrage dépendent de la dimension de la structure, le but projeté, et la capacité pour perte de vie et dégât de propriété en aval.

Les éléments types d'équipement incluent :

- Les profils et conditions, difformités, infiltrations ou zones humides (aspect visuel)
- Les niveaux de l'eau du réservoir qui expriment les charges sur la digue et le comportement de l'inondation
- La hauteur de pluie locale qui est en rapport avec les infiltrations de l'origine
- L'écoulement et infiltrations distinguables qui expriment le contrôle des lignes de courant d'eau
- La clarté des vitesses d'infiltration qui est en rapport avec le potentiel d'érosion de la digue ou de la fondation
- Les pressions de l'eau dans le barrage et les sous-pressions dans les fondations sont en rapport avec comportement structurel

L'équipement nécessaire d'un barrage pourrait comprendre de simples seaux et chronomètre pour mesurer la vitesse de l'infiltration à travers un petit barrage à faible danger, à tout équipement précité pour un grand barrage à danger élevé.

Les points d'assistance, aussi bien pour les infiltrations ou pour les autres zones qui ont besoin d'attention devraient être notés et marqués en permanence. Toutes les données devraient être enregistrées sur une forme appropriée. L'assistance peut être salutaire seulement si les observations sont enregistrées dans une forme de chemin ordonnée pour une performance claire. L'assistance habituelle doit être accompagnée par un système efficace de résultats d'évaluation et prend action si c'est nécessaire. Les opérations, entretien et manuel de la surveillance devraient contenir des valeurs maximales pour les articles critiques (par exemple l'infiltration évaluée, les pressions de l'eau, et les déformations) pris par l'Ingénieur. Si les valeurs critiques sont atteintes, la matière est reportée à l'Ingénieur approprié pour une révision et action immédiate.

## VI.7. Comment faire face aux problèmes ?

Un programme systématique de surveillance devrait être mis en place pour faire face à n'importe quel problème sur le barrage. La surveillance aidera à découvrir le plus vite possible les problèmes avant qu'ils n'engendrent des travaux de réparation majeure. Il est alors urgent d'identifier les problèmes typiques classés dans une des catégories suivantes : infiltration et fuite, érosion, fissure, déformation et mouvement, défauts de structure de béton et obstruction de l'évacuateur de crue.

Lorsqu'une préoccupation importante existe, il est fortement recommandé que les autorités compétentes et les services d'urgence soient informés le plus tôt possible afin que la réponse appropriée puisse être mise en œuvre. Toute demande d'aide à un problème en développement doit être faite rapidement avant que le problème ne se développe en quelque chose de grave. Lorsque l'on cherche l'aide d'un ingénieur en barrage, il faut s'assurer qu'il soit en mesure d'expliquer l'ampleur du problème, son emplacement, la rapidité avec laquelle il évolue et l'état actuel des entrées et des niveaux d'eau. Si l'ingénieur n'est pas familier avec le barrage, il est utile d'avoir des dessins prêts pouvant être envoyés par e-mail ou via les réseaux sociaux si possible. Un élément clé à retenir est que l'impact d'un barrage ne sera considérablement réduit que s'il y a moins d'eau dans le barrage. Pour cela, il faut être prêt à vider le barrage si un problème grave se développe.

Si un problème de fuite se produit, il faut toujours faire appel à un ingénieur expérimenté qui donnera tous les conseils nécessaires pour réparer la fuite, pour éviter toute perte de vie et tout danger exposé à ce genre de problème.

## VII. RUPTURE DE BARRAGE ET LA CLASSIFICATION DU DANGER DE BARRAGE

### VII.1. Rupture d'un barrage

Le diagnostic sur le terrain au niveau des zones d'intervention du projet d'une part, les activités inscrites dans le descriptif du projet d'autre part, ont permis d'affirmer que le Projet interviendra dans le financement des petits barrages existants en besoin de réhabilitation ou des barrages temporaires/saisonniers (traditionnels) emportés par des crues lors de la saison des pluies et rétablies aux mêmes endroits au moment de l'irrigation. Une remise en état et/ou une modernisation de ces ouvrages est (sont) à prévoir. La localisation, la taille et les fonctions de ces ouvrages existants ne constituent pas une menace potentielle sur la vie humaine mais des dommages économiques (pertes de récolte au niveau des périmètres en aval) peuvent survenir en cas de rupture/défaillance. Le recours à la prestation d'ingénieur compétent est requis pour améliorer la sécurité et à renforcer la prévention des risques. Ce spécialiste définira les mesures de sécurités pour ces ouvrages par la préparation et la mise en œuvre des plans détaillés de sécurité, en fonction des risques et des contextes particuliers à chaque périmètre irrigué.

Les barrages sont des structures complexes sujettes à plusieurs forces qui peuvent causer leur rupture. Ces forces sont actives durant la vie entière du barrage. Et le fait qu'un barrage s'est tenu en sécurité pendant des années n'est pas nécessairement une indication de résistance à toute épreuve.

Une des forces déduisant la rupture est le suintement à travers le barrage ou sa fondation. Tous les barrages suintent, mais si le suintement est trop fort dans le barrage, cela peut causer une rupture structurale (le glissement de terrain des matériaux dans le barrage). Si le suintement arrive à la surface du sol sur ou sous le barrage et apparaît trop vite, cela peut amener de la terre en dehors du barrage ou de la fondation et causer une érosion interne ou une rupture de la conduite.

Une autre possibilité de rupture de barrage est d'être surélevée ou usée. La surélévation est le résultat d'avoir une capacité inadéquate d'évacuation de crue d'urgence ou de l'évacuateur de crue bouché. Les raisons et la prévention d'une rupture de barrage sont traitées à travers ce guide.

La rupture d'un barrage ne signifie pas nécessairement l'écroulement d'un barrage. Plus généralement, cela peut signifier la rupture des objectifs de sa conception ; d'où un dégât quelconque d'un barrage en cours d'écroulement (tels que développement de cassures, effondrement ou érosion localisés) ou un échec quelconque de retenir l'eau comme conçu (tel que fuite d'eau excessive à travers, au-dessous ou autour du barrage) ou une inaptitude à passer les crues d'eau entrant via l'évacuateur d'eau, peut être considéré comme une rupture du barrage, bien que quelques ruptures peuvent être plus sérieuses que les autres.

Dans le cas où un barrage est en rupture, son propriétaire est susceptible d'être légalement tenu pour responsable de tous les dégâts causés. Pour minimiser la possibilité de rupture et les responsabilités liées, un propriétaire doit :

- Recourir aux services d'un ingénieur convenablement qualifié pour concevoir et construire le barrage ;

- Faire des inspections périodiques visuelles du barrage<sup>13</sup> ;
- Surveiller les conditions qui peuvent affecter la sécurité du barrage ;
- Effectuer une maintenance régulière<sup>14</sup> ;
- Mener des réparations quand c'est nécessaire pour accéder à une conception courante et les standards de construction ; et
- Avoir un ingénieur expérimenté en barrage qui investiguera les conditions inhabituelles pouvant engendrer une rupture totale ou partielle du barrage.

## VII.2. Probabilité de rupture de barrage

Un barrage peut rompre par le passage de l'eau en-dessous, par-dessus, à travers ou autour de lui. Pour éviter la rupture, il doit être bien connecté au sol et construit en utilisant les meilleurs matériaux et méthodes pour le rendre résistant aux fortes crues, fuites et érosions.

Certes, les ruptures de barrages ne soient pas souvent. Il existe toutefois quelques évènements de ruptures de petits barrages dans le pays.

En général les ruptures engendrent une perte totale du barrage. Dans ces cas, les coûts de leur réparation sont très élevés, et probablement supérieurs aux coûts originaux de construction du barrage entier. Les barrages, même de taille modeste, devraient être conçus et supervisés par un ingénieur expérimenté en barrage. Les conseils d'un ingénieur expérimenté devraient aussi être recherchés si des problèmes ou des doutes se produisent après la mise en service du barrage.

Les trois modes majeures de ruptures des petits barrages sont :

- La sédimentation derrière le barrage : les dépôts de sédiments bouchent la sortie et les structures d'admission ;
- La perte en suintement à travers la fondation et la digue ;
- Le rendement bas et le bas volume d'eau stockée dans le barrage.

Les causes les plus communes des ruptures de petits barrages seraient les suivantes :

- La conception n'est pas adéquate (hydrologique, géotechnique, hydraulique) ;
- Les investigations entreprises sont très limitées et par conséquent, la connaissance des conditions de terrains est pauvre ;
- Les méthodes de placement de la digue sont du standard, mais non pas en tenant en compte les particularités du terrain ;
- Il manque de pratique de gestion de débits d'eau ;
- Les fréquences de la maintenance ou l'inspection sont inadéquates.

## VII.3. Conséquences de la rupture

En cas de rupture d'un barrage, la libération soudaine de l'eau et de débris pourrait entraîner des pertes de propriétés, des pertes de vie ou de blessures et de dommages aux propriétés situées en aval (parcelles de culture, bassin d'élevage, maisons, bâtiments, routes, bétails, etc.). En outre, il pourrait

---

<sup>13</sup> Voir Annexe 1 Fiche d'inspection visuelle et Annexe 2 Fiches techniques de dégradation des ouvrages hydroagricoles

<sup>14</sup> Voir Annexe 3 Fiches techniques d'entretien des ouvrages hydroagricoles

y avoir des dommages environnementaux importants. Cela peut prendre la forme d'un ravinement et la perte de la flore et de la faune.

## VIII. GESTION DE LA SECURITE DES OUVRAGES ET DES PETITS BARRAGES

### VIII.1. Objectif de la sécurité d'un barrage

L'objectif de la sécurité d'un barrage est d'assurer la durabilité des infrastructures par rapport aux aléas ainsi que de protéger la population, la propriété et l'environnement contre les effets nocifs du disfonctionnement ou la rupture du barrage. Pour s'assurer que le barrage fonctionne, tout en un standard de sécurité pouvant être raisonnablement achevés, des mesures doivent être prises pour atteindre les trois objectifs fondamentaux de sécurité :

- Contrôler la libération de décharges nocives en aval du barrage ;
- Restreindre la probabilité des événements qui peuvent mener à une perte de contrôle au-delà du volume stocké, du lieu de déversement et d'autres décharges ;
- Atténuer la gestion d'accident sur terrain et/ou planifier en urgence les conséquences de telles situations au cas où cela va se produire.

Ces objectifs de sécurité fondamentaux s'appliquent au barrage et aux activités à tous les stades de la viabilité du barrage, incluant la planification, la conception, la manœuvre, la construction, la mise en service, le fonctionnement ainsi que l'arrêt de service et la fermeture.

### VIII.2. Principes de sécurité d'un barrage

Les principes de sécurité d'un barrage forment un ensemble qui est applicable dans son intégralité même si en pratique, les différents principes peuvent être plus ou moins importants par rapport aux circonstances particulières.

#### VIII.2.1. Responsabilité pour la sécurité d'un barrage

La première responsabilité pour la sécurité d'un barrage revient au propriétaire du barrage ; mais la responsabilité du gestionnaire est également engagée du fait que c'est lui qui a la charge de l'exploitation et de l'entretien du barrage.

Dans le cadre de la gestion d'ouvrages hydroagricoles, le gouvernement, par le biais du ministère en charge de l'Agriculture et de ses départements compétents concernés (DGR), est en fin de compte responsable d'assurer la sécurité du public, de la propriété et de l'environnement, autour et en aval du barrage.

#### VIII.2.2. Leadership et la gestion de la sécurité

Le leadership et la gestion effectifs pour la sécurité devraient être établis et soutenus dans les organisations responsables des risques de barrage. La sécurité devrait être accomplie et maintenue par les moyens du système de gestion effective qui intègre tous les éléments de la gestion.

Le système de gestion devrait aussi assurer la promotion d'une culture de sécurité, l'évaluation régulière de la performance de la sécurité, et l'application des leçons apprises par expérience.

### VIII.2.3. Justification pour les barrages et réservoirs

Les barrages, les réservoirs et les activités qui augmentent les risques de la sécurité des barrages, rapportent un bénéfice global à la société. Pour les activités de barrages et de réservoirs qui devraient être justifiées, les bénéfices qu'elles fournissent à la société dans l'ensemble devraient dépasser leurs coûts et les risques qu'elles créent. Pour l'objectif d'évaluation des bénéfices et des risques, toutes importantes conséquences positives et négatives du fonctionnement des barrages et réservoirs devraient être tenues en compte.

### VIII.2.4. Optimisation et la protection

Il est recommandé que la protection doive être optimisée pour fournir le plus haut niveau de sécurité qui peut être raisonnablement accomplie. Les mesures de sécurité appliquées aux barrages qui augmentent des risques de société sont considérées à être optimisées si elles fournissent le plus haut niveau de sécurité pouvant être accompli durant la vie entière du barrage, sans poser un fardeau irraisonnable à la société et sans limiter excessivement son utilisation.

### VIII.2.5. La limitation du risque aux individus

Des mesures de contrôle de risques de la sécurité de barrage devraient assurer qu'aucun individu ne subit un risque de nuisance inacceptable. La justification et l'optimisation de la protection ne garantissent pas en elles-mêmes qu'aucun individu incluant les employés et les opérateurs ne subit un risque de nuisance inacceptable.

### VIII.2.6. Protection des générations présentes et futures

Les gens, la propriété et l'environnement, présents et futurs, devraient être protégés des effets de rupture du barrage et autres risques du réservoir. Il faut raisonnablement tenir compte du fait que les décisions prises pour la gestion de la sécurité de barrage dans le présent affecteront les générations futures et par conséquent auront des impacts que plusieurs générations humaines traverseront.

### VIII.2.7. La prévention des accidents

Tous les efforts raisonnablement praticables devraient être faits pour éviter et atténuer la rupture de barrage et les écoulements accidentels.

Pour assurer que la probabilité d'un accident entraînant des conséquences nuisibles est extrêmement basse, il faudrait prendre des mesures pour accomplir ce qui suit :

- Eviter qu'une rupture ou des conditions anormales (incluant les brèches de la sécurité), pouvant amener à une fuite incontrôlée de toute part du volume stocké, se produisent ;
- Eviter l'intensification de tels incidents ou conditions anormales qui se produisent.

### VIII.2.8. Préparation à l'avance et la réponse à l'urgence

Des arrangements appropriés devraient être faits pour la préparation à l'avance et la réponse à l'urgence sur la rupture de barrage et les écoulements accidentels. Les buts primordiaux de la préparation à l'avance et la réponse à l'urgence d'une brèche de barrage sont les suivants :

- Assurer que des arrangements sont en place pour une réponse effective sur la scène et, comme convenu, aux niveaux local, régional, national à une urgence de brèche de barrage ;
- Assurer que pour les incidents raisonnablement prévus, les conséquences de l'inondation seraient mineures ;
- Pour des incidents ou ruptures quelconques, prendre des mesures pratiques pour atténuer les conséquences quelconques pour la vie humaine et la santé, la propriété et l'infrastructure, ainsi que l'environnement.

### VIII.3. Les processus et critères de gestion des ouvrages

Deux types de tâches de gestion d'un aménagement hydroagricole sont couramment distingués :

- Le fonctionnement des ouvrages ; et
- Le maintien en état des caractéristiques techniques de l'aménagement.

L'objectif principal de la gestion est d'assurer la pérennité des ouvrages afin qu'ils offrent une meilleure sécurité. Les principaux critères de gestion apparaissent sur :

- Le constat des états des ouvrages ;
- L'identification des dégradations ;
- L'analyse des causes de dégradation ; et
- L'observation des effets et de l'évolution des dégradations.

**L'exploitation** comporte essentiellement :

- La surveillance des ouvrages ;
- La police des eaux ;
- L'enregistrement des données physiques nécessaires à la gestion (compteur de volume, temps de fonctionnement des ouvrages) ;
- L'établissement des comptes, redevances, factures .... ;
- La contribution au développement technologique des méthodes et des appareillages d'irrigation ; ...

La **maintenance**, recouvre deux ensembles de concepts :

- Le premier est lié au caractère prévisible ou au contraire au caractère exceptionnel des opérations. Dans le premier cas, les opérations sont programmées de manière régulière, selon une fréquence qui dépend des types d'équipement eux-mêmes. Dans le second cas, elles sont nécessitées soit par des accidents et des pannes exigeant de grosses réparations, soit par le vieillissement des ouvrages ou des matériels, soit par leur obsolescence exigeant rénovation ou reconstruction, modernisation ou réhabilitation ;
- Le second concept est lié à la qualification des intervenants. On peut parler, sous cet angle de vue, soit "d'entretien courant" (celui qui peut éventuellement être fait par le personnel qui est chargé de l'exploitation), soit "d'entretien spécialisé" (celui qui doit être fait par du personnel spécialisé, ce dernier chargé aussi des réparations et des dépannages) ;

L'organisation de la fonction de maintenance ne peut se concevoir qu'au sein de la fonction générale de gestion de l'aménagement qui englobe aussi la fonction d'exploitation. C'est sous cet angle de vue, et en accordant un rôle dominant à l'exploitation, fonction même du service de l'utilisateur, que sont abordés les facteurs essentiels de l'organisation :

- Structurer les moyens en hommes, en fonction des responsabilités à assumer selon le mode de gestion ;
- Équiper les gestionnaires en moyens matériels adaptés aux besoins ;
- Assurer de façon rigoureuse le financement des opérations de maintenance et disposer d'un outil de mesure des coûts ;
- Former tous les intervenants et assurer leur motivation ;
- Se doter des outils de mesure et d'informations qui traduisent l'état de fonctionnement des équipements.

Tous ces termes d'organisation doivent être définis ou redéfinis dès le stade de la conception de l'aménagement.

## IX. PLAN DE GESTION ET DE SURVEILLANCE DE LA SECURITE DES OUVRAGES

Les exigences de la NES 4 en matière de gestion de sécurité des ouvrages et plus particulièrement des barrages nécessitent la préparation et la mise en œuvre des documents suivants :

- Plan de supervision des travaux de construction et de contrôle de qualité ;
- Plan d'instrumentalisation,
- Plan d'exploitation et d'entretien,
- Et le plan de préparation aux situations d'urgence.

### IX.1. Plan de supervision des travaux de construction et de contrôle qualité - CSQAP

L'objectif du CSQAP est d'établir dans le détail l'organisation, les effectifs, les procédures, les équipements et les qualifications requis pour superviser la construction d'un nouveau barrage ou les travaux de remise en état d'un barrage existant. La première étape consiste à définir, pendant l'élaboration du projet, des termes de référence (TDR) pour l'entité qui supervisera les activités de construction. Cette entité peut être une société de conseil agissant en qualité de maître d'œuvre, un ingénieur du maître d'ouvrage ou un représentant de l'employeur (selon le type de contrat de construction). Dans les cas particuliers où des ingénieurs internes chevronnés et compétents sont disponibles, il peut s'agir du maître d'ouvrage lui-même, par l'intermédiaire de l'un de ses départements spécialisés. Le CSQAP doit être adapté au type de barrage, à sa taille, à l'état du site de construction, etc.<sup>15</sup>

La supervision de la construction est une phase importante de la construction des ouvrages hydroagricoles. La supervision est destinée à s'assurer que les facteurs de conception et les exigences de spécification ont été effectivement inclus dans le produit final. L'expertise du concepteur et du constructeur est tout à fait différente, il y a de nombreux problèmes de conception subtils mais importants, même avec les petits barrages, qui peuvent être facilement compromis par le processus de construction, mais qui ne sont pas évidents pour l'observateur non averti, mais ont un potentiel pour provoquer la rupture de l'ouvrage.

Si la préparation des fondations, la sélection des matériaux, l'installation des ouvrages de sortie et de l'évacuateur de crue, et le compactage talus ne sont pas correctement effectués, la sécurité du barrage sera compromise. Il est totalement déraisonnable de vouloir construire un barrage sans avoir une spécification appropriée et des plans dans le contrat. Non seulement les spécifications et les plans forment un ensemble cohérent d'instructions à suivre pour le constructeur, mais dans le cas où les choses tournent mal, que ce soit pendant la construction ou après, il n'y aura pas d'enregistrement de ce que la norme de construction aurait dû être, ce qui rend extrêmement difficile pour le propriétaire de signaler à la personne responsable de la défaillance en cas de litige juridique.

---

<sup>15</sup>Un exemple de plan est proposé dans ce lien <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35484/Appendix-1-Construction-Supervision-and-Quality-Assurance-Plan-Sample-Framework.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Il faut se rappeler que même la meilleure entreprise pourrait être tentée de prendre un raccourci occasionnel en l'absence d'un bon encadrement, sans tenir compte des conséquences potentielles pour la performance technique et/ou la sécurité du barrage.

La qualité de construction est de toute importance à la sécurité des barrages. Les composants des ouvrages hydroagricoles et du barrage n'auront pas le niveau de sécurité ciblé ou adopté par le concepteur, si les matériaux de construction ou de fabrication ne sont pas égaux ou dépassent les spécifications de conception.

Quant à la construction concernée, les conditions suivantes sont nécessaires du point de vue de la sécurité des barrages :

- Les entreprises doivent être convenablement expérimentés et déterminés à atteindre les normes de travail spécifiées ;
- Le niveau de la supervision des travaux, les procédures d'assurance de la qualité et la continuité du concepteur, doivent être adaptés à l'ampleur et la complexité du barrage ;
- Le propriétaire doit reconnaître que les incertitudes inhérentes peuvent rester après les enquêtes de conception mais peuvent seulement être révélées lors de la construction, et ont été mises en place pour faire face aux coûts découlant de ces exigences supplémentaires identifiées lors de la construction ;
- Toute zone identifiée dans le processus de conception, exigeant la confirmation par le concepteur lors de la construction, doit être totalement sous le contrôle du concepteur, et aucune modification de conception, même minime, ne doit être faite sans l'approbation formelle du concepteur ;
- Un rapport de conception détaillée et adaptée, montrant la structure telle que toutes les composantes du barrage et la fondation sont construites, doit être développé comme une partie intégrante du processus de supervision de la construction, et doit être prêt après la fin de chaque composante afin qu'il y ait un succès à tout moment dans l'avenir.

## IX.2. Plan d'instrumentation

L'objectif du plan d'instrumentation est de donner une description détaillée des instruments qui permettent de surveiller et d'enregistrer le comportement et la performance du barrage et des structures connexes ainsi que d'évaluer la sécurité de la performance pendant la construction, le premier remplissage du réservoir et pendant toute la période d'exploitation du barrage.

Le plan est généralement établi par l'ingénieur de conception et inclus dans les spécifications techniques des documents d'appel d'offres. Les exigences de l'IP doivent être consignées sous des rubriques particulières du devis quantitatif du soumissionnaire. Le plan est examiné par l'équipe de projet et le DSS de la Banque mondiale et, le cas échéant, par le panel d'experts désigné par le projet. Le plan d'instrumentation présente les instruments nécessaires pour permettre la surveillance et l'enregistrement du comportement du barrage, des facteurs hydrométéorologiques, structurels et sismiques connexes.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Un exemple de plan d'instrumentation est proposé via ce lien <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35484/Appendix-2-Instrumentation-Plan-Sample-Framework.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

L'équipement d'un barrage fournit les données pour déterminer si la structure complétée fonctionne comme elle a été projetée. Il fournit une surveillance continue de la structure, et constitue un indicateur de tout ce qui peut mettre en danger sa sécurité. L'ampleur et la complexité de l'équipement d'un barrage dépendent de la dimension de la structure, le but projeté, et la capacité pour perte de vie et dégât de propriété en aval.

Les données / paramètres à surveiller comprennent :

- Les profils et conditions, difformités, infiltrations ou zones humides (visuel)
- Les niveaux de l'eau du réservoir qui expriment les charges sur la digue et le comportement de l'inondation
- La hauteur de pluie locale qui est en rapport avec les infiltrations de l'origine
- L'écoulement et infiltrations distinguables qui expriment le contrôle des lignes de courant d'eau
- La clarté des vitesses d'infiltration qui est en rapport avec le potentiel d'érosion de la digue ou de la fondation
- Les pressions de l'eau dans le barrage et les sous-pressions dans les fondations sont en rapport avec le comportement structurel

Pour surveiller ces paramètres, l'équipement nécessaire d'un barrage pourrait comprendre de simples seaux et chronomètre pour mesurer la vitesse de l'infiltration à travers un petit barrage à faible danger, à tout autre équipement perfectionné pour un grand barrage à danger élevé.

Les points d'assistance, aussi bien pour les infiltrations ou pour les autres zones qui ont besoin d'attention devraient être notés et marqués en permanence. Toutes les données devraient être enregistrées sur une forme appropriée. L'assistance peut être salutaire seulement si les observations sont enregistrées dans une forme de chemin ordonnée pour une performance claire.

L'assistance habituelle doit être accompagnée par un système efficace de résultats d'évaluation et prend action si c'est nécessaire. Les opérations, entretien et manuel de la surveillance devraient contenir des valeurs maximales pour les articles critiques (par exemple l'infiltration évaluée, les pressions de l'eau, et les déformations) pris par l'Ingénieur. Si les valeurs critiques sont atteintes, la matière est reportée à l'Ingénieur approprié pour une révision et action immédiate.

### IX.3. Plan d'exploitation et d'entretien

L'objectif du plan d'exploitation et d'entretien (O&MP) est d'établir de manière détaillée la structure organisationnelle, la dotation en personnel, les compétences techniques et les formations requises, les équipements et les installations nécessaires pour exploiter et entretenir le barrage, les procédures d'exploitation et d'entretien (O&M), le budget prévisionnel et les modalités de financement de l'exploitation et de l'entretien, y compris l'entretien à long terme et les inspections de sécurité. Le Plan d'Exploitation et d'Entretien (O&MP) constitue à la fois un guide et un recueil d'instruction détaillés ainsi qu'une source d'information et de documentation de base pour l'exploitation et l'entretien d'un barrage. En effet, ce plan couvre :

- L'organisation, les effectifs, les compétences techniques et la formation, les équipements et les installations nécessaires à l'exploitation et à l'entretien du barrage ;
- Les procédures d'exploitation et d'entretien des barrages et les ouvrages connexes ;
- Les modalités de financement d'exploitation et d'entretien, y compris l'entretien à long terme et les inspections de sécurité.

Ce plan doit être préparé dès la phase de conception et se poursuit pendant la phase de construction et de mise en service afin que le personnel chargé de l'exploitation et entretien de l'ouvrage puisse pouvoir en disposer lors de l'entrée en service du projet<sup>17</sup>.

L'efficacité et la progression de l'opération, de l'entretien et de la surveillance sont essentielles pour assurer la viabilité soutenue et la sécurité d'un barrage et de ses structures accessoires. Le manque d'opération, d'entretien et de surveillance entraînera une détérioration anormale qui réduit invariablement l'espérance de vie et entraîne la possibilité de rupture du barrage. L'opération adéquate, l'entretien et la surveillance d'un barrage fournissent une protection pour le propriétaire et la communauté en général. En outre, le coût d'une bonne opération et d'un bon entretien et les procédures de surveillance sont faibles par rapport au coût et conséquences d'une rupture de barrage qui pourrait inclure des réparations majeures, des pertes de vie, des dégâts de propriété et des litiges.

Le terme « Opération » lorsqu'on l'applique à un barrage peut d'abord être considéré comme applicable uniquement aux grands barrages. En règle générale, ces barrages ont une variété d'équipements de contrôle de l'utilisation dans le cadre de la structure (tels que les vannes, les portes d'inondation et les panneaux de commande électriques). Toutefois, lorsqu'il est défini comme une activité ou une pratique qui permet au propriétaire de garder les entrées et sorties sous contrôle, ou qui protège l'intégrité de la digue, on peut voir que même les petits barrages sans équipement compliqué peuvent être, et devraient être, actionnés.

La nature de la responsabilité portée par un propriétaire d'un barrage est la même pour un petit barrage que pour un grand, la seule différence réside dans l'ampleur de la responsabilité et dans la sophistication des activités qui s'appliquent habituellement pour un petit barrage par rapport à un grand barrage.

La définition de l'opération susmentionnée implique également que le suivi de la performance et de l'entretien, fait intrinsèquement partie de l'obligation de diligence qui s'attache à la responsabilité de la propriété d'un barrage, indépendamment de sa taille.

### IX.3.1. Le contrôle de l'écoulement de l'eau

Le fonctionnement d'un barrage comprend le contrôle de l'écoulement de l'eau à partir ou par l'intermédiaire d'un barrage autour du canal by-pass, des conduites de sortie ou de l'évacuateur de crue. Le terme « contrôle » désigne les activités ou les caractéristiques de conception visant à assurer que :

- Les entrées ne débordent pas ou mettent en danger la structure du barrage ;
- Les sorties atteignent le débit nécessaire de l'écoulement exigé pour l'environnement lorsque cela est applicable ;
- Les sorties sont livrées de telle manière à ne pas mettre en danger le barrage ou à causer des dégâts en aval (pour les grands barrages, cela peut inclure la régulation des crues ; pour les petits barrages, il comprendra l'érosion de la pointe de la digue, le canal évacuateur de crue ou la zone située en aval).

---

<sup>17</sup> Un exemple du plan d'exploitation et d'entretien est proposé via ce lien <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35484/Appendix-3-Operation-and-Maintenance-Plan-Sample-Framework.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

### IX.3.2. La surveillance de routine

La surveillance de routine ou les inspections peuvent également être appelées les « activités d'exploitation », car elles ne sont pas spécifiquement de l'entretien. La surveillance et les inspections impliquent l'observation du comportement du barrage et l'enregistrement de l'écoulement de l'eau entrant ou sortant et des jauges de niveau du barrage ou de l'eau. Il est destiné à assurer à la fois la sécurité du barrage et à satisfaire les performances techniques.

### IX.3.3. Le remplissage et la vidange

Le taux de remplissage ou de vidange d'un barrage doit être contrôlé. Si cela est fait trop rapidement, des problèmes peuvent se produire au niveau du remblai en terre.

Si le remplissage se fait trop vite, surtout pour la première fois ou après une longue période sèche, la matière au sein de la digue ne dispose pas d'assez de temps pour être suffisamment humide, pour se développer et pour sceller. Par conséquent une fuite peut se produire. Ce problème est plus grave dans le cas de remblai construit à partir de sols argileux dispersifs, et peut conduire à la rupture rapide et complète de la digue.

Même dans les barrages en terre qui ne sont pas construits à partir de sols argileux dispersifs, une vidange rapide accélère une chute rapide d'humidité dans le remblai, et avec la charge d'eau réduite sur le côté en amont, la pression interne dans le remblai peut provoquer des affaissements ou des glissements. Le temps de vidange dépendra du type de sol dans le remblai, mais comme première règle de base, la vidange rapide de 0,2 m du niveau par jour devrait être évitée.

### IX.3.4. L'entretien

Parce que de nombreux petits barrages échouent par manque d'entretien, il est prudent d'avoir un plan d'entretien précis et systématique. Le plan de maintenance doit être décidé au moment où les travaux de construction sur le barrage sont achevés. Il aura une incidence sur la vie du stockage si on ne fait pas un entretien correct.

Un bon plan devrait inclure les pratiques à utiliser, ainsi que le temps approximatif de l'année où elles sont applicables. L'ingénieur peut prodiguer des conseils et préparer un programme simple à suivre. Le plan devrait également inclure des mesures à prendre si des problèmes particuliers sont rencontrés. Tous les dossiers sur les activités de maintenance devraient inclure des détails des observations faites, les réparations effectuées (y compris les détails de l'emplacement), peu importe leur gravité ou importance.

En particulier, les problèmes d'envasement (dépôts de sédiments) des petits barrages et autres retenues collinaires sont récurrents. Ils sont généralement en relation avec l'érosion des sols sur les bassins-versants. Ils constituent ainsi une problématique importante dans la bonne gestion des ouvrages de retenue et de leur sécurité. De ce fait, il importe de définir des seuils d'envasement nécessitant les interventions au niveau des infrastructures, selon le profil hydrologique du cours d'eau et la sensibilité à l'érosion du bassin versant.

## IX.4. Plan de préparation aux situations d'urgence

L'objectif du l'EPP<sup>18</sup> est de préciser les rôles des parties concernées en cas de situations d'urgence évidentes : débits d'eau pouvant constituer une menace pour la vie, les biens ou les activités économiques en aval tributaires des niveaux des eaux, lâchers d'eau intentionnels ou accidentels ou, au pire, rupture du barrage. L'EPP comprend les communications d'urgence, à savoir les mécanismes par lesquels les communautés à risque en aval sont informées de la survenue d'une situation d'urgence.

Un EPP efficace doit donner des indications claires et concises sur les mesures d'urgence : a) comment reconnaître une urgence le plus tôt possible, b) comment classer l'urgence, et c) comment répondre à l'urgence, y compris la matrice des niveaux d'intervention d'urgence. Les barrages devraient être conçus, construits, exploités et maintenus pour minimiser le risque de rupture de barrage. Néanmoins, les incidents peuvent se produire suite à divers phénomènes tels que des inondations, tremblements de terre, sabotage ou mauvaise opération qui pourraient créer une situation d'urgence pour la sécurité du barrage. Organiser ces actions d'urgence devrait être entrepris avec un potentiel de classification hautement important pour minimiser les effets adverses de tels incidents. L'organisation des actions d'urgence a moins d'importance pour les petits barrages à faibles dangers<sup>19</sup>.

Le plan devrait inscrire des mesures que les propriétaires, opérateurs et gouvernement concernés et autorités locales devraient prendre en cas d'incident ou d'urgence. Le processus pour développer un plan d'action d'urgence peut en impliquer quelques-unes ou toutes les actions suivantes :

- Identifier les chemins d'accès sûrs au barrage pour les conditions anticipées ;
- Déterminer la zone inondée pour estimer les effets possibles en cas de rupture de barrage ;
- Déterminer et identifier les conditions qui peuvent commencer une urgence et spécifier les actions à faire et les responsables des actions ;
- Identifier toutes les agences et individus qui seraient impliqués dans le plan d'action d'urgence, et coordonner le développement du plan avec ces parties prenantes ;
- Identifier les systèmes de communication entre les parties prenantes ;
- Identifier tout matériel spécial et toutes ressources exigées et leur emplacement ;
- Tester et réviser le plan à intervalles réguliers.

---

<sup>18</sup> Plan de préparation aux situations d'urgence ou Emergency Preparedness Plan

<sup>19</sup> Un exemple du plan de réponse aux situations d'urgence est proposé via le lien <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/35484/Appendix-4-Emergency-Preparedness-Plan-Sample-Framework.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

## X. MECANISME DE GESTION DES PLAINTES

La mise en œuvre des diverses activités du Projet peut provoquer des situations conflictuelles, litigieuses voire contentieuses au sein des populations locales, comme entre autres en cas de défaillance des ouvrages, conflits dans la distribution de l'eau, mésentente avec les travailleurs du projet, etc. C'est pourquoi un mécanisme de gestion de ces situations a été établi dans le cadre du PMPP du projet. Le Projet s'engage d'avoir un mécanisme de gestion des plaintes et des doléances (MGP) mis à la disposition des parties prenantes et de la communauté.

Les Objectifs du MGP consistent à fournir un système d'enregistrement et de gestion des plaintes transparent, accessible à tous (plus particulièrement à toutes les parties prenantes), inclusif (y compris les personnes vulnérables et désavantagées), permanent (tout au long de la mise en œuvre du Projet), opérationnel, efficace et participatif. Dans cet objectif, le mécanisme de gestion de plaintes est un moyen et un outil mis à disposition par le Projet permettant d'identifier, d'éviter, de minimiser, de gérer, de prévenir, de réduire et de résoudre les écarts/préjudices et les conflits autant que possible par la négociation et le dialogue en vue d'un règlement à l'amiable.

L'équipe du Projet procédera à l'information de toutes les parties prenantes de mise en œuvre (des districts, des communes, des Fokontany, des bénéficiaires directs du projet, des communautés au niveau des zones d'intervention du Projet) ainsi que tous les acteurs travaillant avec le Projet sur l'existence du présent MGP avant (phase d'élaboration) et pendant toute la durée du Projet (phase de mise en œuvre). Elle mobilisera dans ce cas tous les moyens et canaux disponibles d'information et de communication (affiches, média écrit, audio-visuel, internet, réseaux sociaux, réunions publiques, ...) pour faire connaître l'existence du MGP tel que décrit dans les PGMO du projet.

Selon les types, les plaintes peuvent être traitées par quatre (04) instances dont la médiation au niveau local du Fokontany ; la médiation au niveau communal ; l'arbitrage au niveau régional ; ou les procédures judiciaires. Toutefois, des cas spécifiques exigent des mesures particulières comme les VBG/EAS-SH, la corruption, les plaintes liées aux procédures de passation de marchés ou gestion de contrat. La sensibilité de ces cas suggère la capture des plaintes au niveau des organismes spécialisés dans chaque situation. Enfin, la Banque mondiale dispose également d'un mécanisme de réception de doléances pour les projets financés par l'institution.

## XI. ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL

Conformément à la cartographie réalisée dans le PMPP du projet, les parties impliquées dans le développement / gestion, l'entretien et le fonctionnement des ouvrages hydroagricoles et plus particulièrement des barrages peuvent être réparties en sept (07) groupes :

- L'UNGP et l'URGP
- Les collectivités territoriales décentralisées (Communes, Région) qui représentent l'Etat Malagasy, et jouent le rôle de Maître d'ouvrage du réseau hydroagricole ;
- Les AUE qui exploitent, gèrent et maintiennent le réseau hydroagricole ;
- Les représentants du ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (MINAE) qui jouent le rôle de Maître d'ouvrage délégué en assurant le suivi et l'évaluation du projet ;
- Les Bureaux d'études / Ingénieurs-conseils ou l'Ingénieur (Maître d'œuvre) qui sont chargés de l'investigation, conception, contrôle et surveillance des travaux, et conseils techniques ;
- Les entreprises qui prennent en main les travaux de construction et les travaux d'entretien de grande envergure ;
- La communauté qui peut être directement ou indirectement affectée par le barrage et qui a certains droits, particulièrement sous la législation environnementale.

Les rôles respectifs et les relations entre ces acteurs sont présentés dans les paragraphes suivants. A chaque phase du projet, ces acteurs concernés ont des rôles spécifiques à jouer pour une réalisation efficace du projet, mais chaque acteur a sa force et sa faiblesse et qui nécessite un appui spécifique ou un renforcement de capacité spécifique.

### XI.1. L'UNGP et l'URGP

Le projet sera mis en œuvre par le ministère de l'Agriculture et de l'Elevage à travers la création d'une Unité Nationale de Gestion du Projet (UNGP) et ses démembrements au niveau régional. Les unités régionales de gestion du projet (URGP) seront établies dans les Directions régionales de l'Agriculture et de l'Elevage des régions d'intervention du projet. Chaque unité sera ainsi dirigée par le DRAE dans les régions où il opère. Elle sera renforcée par du personnel supplémentaire pour l'agriculture et l'environnement.

L'UNGP/URGP est chargée du bon déroulement de la mise en œuvre du projet, et pourra jouer éventuellement le rôle de maître d'ouvrage délégué.

### XI.2. Les collectivités territoriales décentralisées

En tant que Maître d'ouvrage, les collectivités territoriales décentralisées sont les propriétaires des ouvrages hydroagricoles et des barrages, selon les dispositions de la loi nationale régissant la remise en état, la gestion, l'entretien, la préservation et la police des réseaux hydro-agricoles.

Le propriétaire peut être le promoteur du projet ou non. Il est légalement responsable du maintien du barrage dans une condition de sécurité et de son exploitation en sécurité.

Le propriétaire fait d'habitude confiance aux ingénieurs spécialisés et expérimentés pour les investigations, la conception, les révisions de sécurité et ainsi de suite, et aux entreprises de construction convenablement qualifiés pour la construction ou la réhabilitation. Dans ces situations,

les ingénieurs et entreprises agissent comme des agents du propriétaire et conduiront un niveau approprié de responsabilité et de disposition de leurs actions sous les termes de contrat de leurs services. Cependant il est important pour le propriétaire de reconnaître que dans le cas où un problème surgit, les autorités chercheront d'abord le propriétaire et ce dernier doit comprendre complètement toutes les dispositions et les limites que ses agents peuvent accepter et le niveau de risque additionnel à conduire.

Une attitude responsable du propriétaire à propos de la sécurité est essentielle pour protéger les autres et éviter les situations de négligence. C'est un moyen prudent de protéger la valeur de l'investissement.

Un propriétaire qui envisage de construire un nouveau barrage contribuera à la sécurité du barrage par les points suivants :

- Avoir correctement planifié et conçu le barrage ;
- Avoir bien construit pour répondre aux exigences de conception et aux spécifications ; et
- Veiller à ce que des conseils professionnels soient obtenus pour les fins ci-dessus.

Le propriétaire d'un barrage existant contribuera à la sécurité du barrage par la réalisation de procédures de surveillance, de sécurité, de fonctionnement et de l'entretien dudit barrage.

Si un barrage échoue, son propriétaire est susceptible d'être tenu légalement responsable de tout dommage associé. Afin de minimiser la possibilité de l'échec et la responsabilité y relative, un propriétaire doit :

- Utiliser les services d'un ingénieur qualifié pour concevoir et construire le barrage ;
- Effectuer régulièrement des inspections visuelles du barrage ;
- Surveiller les conditions qui peuvent affecter la sécurité du barrage ;
- Effectuer l'entretien régulier ;
- Effectuer des réparations lorsque cela est requis pour répondre à la conception actuelle et aux normes de construction ;
- Effectuer une évaluation environnementale régulière pour identifier les problèmes et les effets appropriés à l'environnement ;
- Avoir un ingénieur expérimenté en matière de barrage ; et,
- Enquêter sur les conditions inhabituelles qui pourraient aboutir à un échec partiel ou total dudit barrage.

### **XI.3. Les associations des usagers de l'eau (AUE)**

A la fin des années 80, l'Etat s'est désengagé de son rôle de gestionnaire de périmètre hydroagricole à Madagascar, à l'exception des périmètres stratégiques. Les AUE ont été mises en place pour assurer la gestion des périmètres autonomes ainsi que les périmètres traditionnels en cours de réhabilitation. Le Ministère a mobilisé des techniciens spécialisés en organisations paysannes. Ils sont chargés d'aider à la constitution et au bon fonctionnement des AUE, de l'appui aux AUE et jouent un rôle important dans le dialogue entre les paysans et les intervenants techniques.

Par la suite, le renforcement de capacité des AUE est mené durant la mise en œuvre du projet, c'est-à-dire durant l'exécution des travaux. Les formations se dérouleront en respectant la démarche d'information - communication participative de tous les acteurs de développement dans la zone du périmètre réhabilité / aménagé, notamment les usagers de l'eau et y compris les autorités

communales. Les thèmes de formation peuvent être nombreux. Toutefois, il est nécessaire de retenir les thèmes relatifs au fonctionnement et à l'entretien du réseau hydroagricole. A l'issue de la formation, les AUE ainsi que les autres parties prenantes pourront organiser les activités relatives au projet de manière participative (acquisition méthodologique), constituer et gérer des fonds (aspect gestion financière et comptable), respecter et adopter les mesures environnementales (pérennisation), utiliser, entretenir et protéger les aménagements construits ou réhabilités (sécurité).

Les AUE sont les gestionnaires des ouvrages hydroagricoles présents dans leur périmètre. L'État, en partenariat avec les Partenaires Techniques et Financiers (PTF) ou par ses ressources propres, prend en charge la réhabilitation des périmètres à condition que les usagers assument leurs tâches de gestionnaire de périmètres, notamment le fonctionnement et l'entretien du réseau.

## XI.4. Les représentants du Ministère en charge de l'agriculture

La Direction du Génie Rural (DGR) est chargée d'appliquer la politique du Gouvernement en matière d'aménagements hydroagricoles. Elle joue ainsi le rôle de Maître d'ouvrage délégué du projet. Elle a la compétence d'un Bureau d'études pour la conception et la réalisation des infrastructures hydrauliques, et est chargée de l'entretien des réseaux, soit directement, soit en apportant un appui aux AUE pour la gestion et la maintenance des réseaux.

La Direction Régionale de l'Agriculture et de l'Élevage (DRAE) représente localement le ministère en charge de l'Agriculture. Généralement, c'est le Service Régional du Génie Rural (SRGR, un service rattaché auprès de la DRAE) qui assure les tâches confiées à la Direction du Génie Rural dans les périmètres situés dans une région considérée. Toutefois, en cas de problèmes majeurs ou de travaux de grande envergure, un représentant de la Direction du Génie Rural pourrait appuyer le Service Régional du Génie Rural.

Les projets au sein du ministère de l'Agriculture et de l'Élevage jouent le rôle de Maître d'œuvre. A ce titre, le Ministère en charge de l'Agriculture lui confie la planification et la gestion du projet. Il assure ainsi toutes les tâches nécessaires au bon déroulement du projet à travers les différentes phases. Ces directions sont généralement rattachées sous la tutelle de la Direction Générale de l'Agriculture (DGA).

Certes, l'UNGP et l'URGP seront rattachées au niveau du MINAE. Mais il se pourrait que d'autres personnels du ministère, hiérarchiquement en dehors de la structure de gestion du projet, seront aussi appelés à intervenir en qualité d'agent de l'administration publique dans le cadre de la préparation, de l'encadrement ou de la supervision de la mise en œuvre des sous-projets d'aménagement hydroagricole.

## XI.5. Les bureaux d'étude ou d'ingénieurs

Les Bureaux d'études ou d'Ingénieurs jouent un rôle clé dans l'accomplissement des ouvrages hydroagricoles et des barrages (Maître d'œuvre ou MDC), et portent souvent de lourdes responsabilités pour leurs conseils et services. Ils assument toutes les tâches relatives à l'étude, contrôle et surveillance des travaux, suivi et évaluation du projet.

Les divers aspects d'investigation, de conception, d'expertise et d'évaluation requièrent un niveau élevé d'expertise d'un spécialiste, particulièrement dans le cas des grands ouvrages ou les barrages techniquement complexes. Les qualifications typiques et les rôles s'y rapportant comprennent :

- La géologie d'ingénierie et la compétence d'ingénierie géotechnique pour l'évaluation de la fondation et des matériaux constituant du barrage et leurs caractéristiques ;
- Les qualifications en ingénierie hydrologique et hydraulique pour une évaluation des débits de rivière et la conception des évacuateurs de crue et d'autres structures hydrauliques ;
- Les connaissances sismologiques pour l'évaluation de risque de séisme et la sélection des critères de conception ;
- L'évaluation environnementale et les qualifications en ingénierie pour identifier les problèmes et les effets, et trouver des solutions appropriées à l'environnement ;
- Les qualifications en ingénierie de barrage et de structure s'y rapportant pour la conception et le détail des structures clés et l'équipement mécanique, et l'élaboration des procédures d'opération et de maintenance ;
- Les compétences en évaluation et en gestion de risque de construction, particulièrement les inondations durant la construction ;
- La gestion de projet et les compétences en assurance qualité pour s'assurer que les conceptions approuvées sont traduites en construction effective.

Il est important que les Bureaux d'études ou d'Ingénieurs et le propriétaire comprennent l'importance de leurs rôles et les limites de leurs responsabilités. Par exemple, il n'est pas raisonnable de s'attendre à ce que le concepteur d'un barrage certifie la bonne compétence de sa construction si le concepteur n'avait pas fait une représentation adéquate durant la construction ou dirige une décision prise sur le terrain. Il est cependant d'usage que la continuité des bureaux d'études ou de l'Ingénieur soit maintenue à travers la conception, la construction et la mise en service.

## XI.6. Les entreprises

Les Entreprises assurent la construction des ouvrages hydroagricoles après adjudication du marché des travaux à la suite d'un appel d'offres lancé par le Maître d'ouvrage délégué. Ils sont choisis selon un certain nombre de critères, entre autres les compétences de construction, les expériences et l'intégrité pour assurer que tous les ouvrages sont construits aux standards exigés sur les projets grands et complexes. Cela nécessite une sélection de plusieurs entreprises spécialisées en construction pour différentes parties des travaux.

## XI.7. La communauté

L'intérêt de la communauté est pris en considération dans un sens plus large par les législations et leur mise en vigueur par les autorités. Les membres de la communauté, particulièrement ceux qui sont directement affectés par le barrage et son fonctionnement, ont un intérêt direct à être concernés dans la planification et les procédures de mise en œuvre dudit barrage. Les autres peuvent avoir un intérêt en avançant une perspective particulièrement environnementale, sociale, culturelle ou politique.

La sécurité publique est d'une importance primordiale et constitue l'une des raisons derrière ces directives. Les autres parties prenantes doivent en tout temps reconnaître leurs responsabilités envers la communauté et agir de ce fait comme agents pour le bien de cette communauté.

## CONCLUSION

Madagascar prévoit de prendre part au Programme régional de résilience des systèmes alimentaires dans la zone de l’Afrique de Est et d’Afrique australe (AFE) et du Moyen-Orient et de l’Afrique du Nord (MENA). Il s’agit d’un programme basé sur l’approche à phases multiples dont la première prend la forme d’un financement de projet d’investissement, dans le cadre d’un appui de la Banque mondiale. Le programme répond aux stratégies des pays concernés et de la Banque mondiale sur les thèmes de l’agriculture, la gestion des ressources naturelles, le changement climatique, les politiques de développement et les renforcements de capacités, auxquelles les composantes du projet sont articulées. Pour Madagascar, le projet aura une envergure nationale, tout en mettant l’accent sur les régions ayant des forts potentiels agricoles.

Le projet consiste à une série de sous-projets, dont une partie de la composante auront pour consistance la réhabilitation ou l’aménagement de périmètres irrigués, incluant des petits barrages. L’objectif de manuel sur la sécurité et la gestion des barrages est de fournir des orientations spécifiques aux parties prenantes du projet concernant l’application des dispositions pertinentes du Cadre environnemental et social. Lesdites dispositions figurent dans la NES 4 : Santé et sécurité des populations, et son Annexe 1 sur la sécurité des barrages. Cette NES 4 énonce que « Lorsque le projet concerne un barrage neuf ou existant, l’Emprunteur fournira des ressources suffisantes pour appliquer les dispositions en matière de sécurité des barrages. Ce manuel fournit en particulier des orientations sur l’utilisation d’une approche de gestion des risques à l’application des dispositions en matière de sécurité des barrages dans le cadre du projet. Il est complémentaire aux autres documents préparés pour le projet dans l’optique de gérer les risques environnementaux et sociaux : PEES, CGES, CR, PMPP, PGMO et PIGPP.

D’autre part, le cadre national légal est considéré, surtout en termes de gestion, entretien et police des ouvrages hydro-agricoles à Madagascar ainsi que les classifications des barrages selon les normes nationales. Il en est de même pour les textes environnementaux et sur la gestion de l’eau.

Les périmètres irrigués concernés comporteront uniquement des petits barrages et à faibles risques. Les classifications nationales se portent sur le mode de gestion ou bien sur la superficie combinée avec les risques de perte de vie humaine. Les barrages seront inclus dans des périmètres autonomes ou traditionnels, sans distinction de classes selon les superficies, mais n’appartenant pas à la sous-classe M qui comporte des risques sur la perte de vie humaine.

De ce fait, il n’y aura pas d’exigence de mobiliser des panels d’experts indépendants spécialisés en sécurité des barrages. Toutefois, les barrages doivent faire l’objet de mesures de sécurité définies et mises en œuvre par des ingénieurs compétents, en considération de la capacité du Projet/AUE, et doivent aussi être exécutées conformément aux bonnes pratiques internationales du secteur d’activité.

Les parties prenantes seront principalement l’UNGP, l’URGP, les collectivités territoriales décentralisées, les AUE, les autres représentants du MINAE, les bureaux d’ingénieurs pour la conception et le contrôle/surveillance, les entreprises de travaux et la communauté des bénéficiaires.

## XII. BIBLIOGRAPHIE

CEMAGREF Editions et ENGREF (France), avec le Comité français des grands barrages, Petits barrages : Recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi (Cemagref et Engref, avec le Comité français des grands barrages, 2002), <https://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/pb2002-fr.pdf> ;

CIGB (Commission internationale des grands barrages), « Petits barrages : Conception, surveillance et réhabilitation » (Bulletin 157, CIGB, Paris, 2016), <https://www.icold-cigb.org/GB/publications/bulletins.asp> ; et

CPGU (Cellule de Prévention et Gestion des Urgences). 2018. les normes malgaches de construction des infrastructures hydroagricoles contre les crues et inondations (NIHYCRI)

Droy Isabelle. (1992). Les périmètres irrigués du Sud de Madagascar : le contexte socio- économique du transfert de gérance. [https://www.researchgate.net/publication/32977999\\_Les\\_perimetres\\_irrigues\\_du\\_Sud\\_de\\_Madagascar\\_le\\_contexte\\_socio-économique\\_du\\_transfert\\_de\\_gérance](https://www.researchgate.net/publication/32977999_Les_perimetres_irrigues_du_Sud_de_Madagascar_le_contexte_socio-économique_du_transfert_de_gérance)

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), Manual on Small Earth Dams : A Guide to Siting, Design and Construction (Rome, FAO, 2012), [www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf](http://www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf) .

FAO. 2007. Diagnostic participatif rapide et planification des actions d'amélioration des performances des périmètres irrigués Application à l'Afrique de l'Ouest. <http://www.gestionorienteeverslimpact.org/sites/default/files/resource/application-entretien-faop52.pdf>

GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH). 2014. Manuel des bonnes pratiques en irrigation de proximité - Expériences du Mali. [http://www.passip.org/pdf/capitalisation/Manuel\\_Bonnes\\_Pratiques\\_PASSIP\\_2014\\_FR.pdf](http://www.passip.org/pdf/capitalisation/Manuel_Bonnes_Pratiques_PASSIP_2014_FR.pdf)

Palmieri, Alessandro. 2010. Safety of Small, Rural Dams and Barrier Lake Management. EAP DRM Knowledge Notes; No. 16. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/10131>

Poupard M. & Royet P. (2001). La surveillance des barrages. In Proceedings of CFGB Colloque Technique, Aix-en-Provence, France. <https://www.barrages-cfbr.eu/BackUp/Info/documentation/texte/col2001/col2001-s1-p2-a.pdf>

Programme de développement de périmètres irrigués et d'aménagement de bassins versants. 2006. Guide d'intervention pour la mise en œuvre des projets

Programme de développement de périmètres irrigués et d'aménagement de bassins versants. 2006. Guide d'intervention pour la mise en œuvre des projets. [http://madadoc.irenala.edu.mg/documents/v02448\\_PRO.pdf](http://madadoc.irenala.edu.mg/documents/v02448_PRO.pdf)

Programme National des Bassins Versants. 2006. Lettre de politique de développement des Bassins Versants et périmètres irrigués

Programme National des Bassins Versants. 2016. Elaboration d'un manuel de gestion et de sécurité des petits barrages

Projet Agriculture Durable Par une Approche Paysage (PADAP). 2016. Elaboration d'un manuel de gestion et de sécurité des petits barrages

Projet de renforcement de l'efficacité et de la durabilité des investissements hydro-agricoles pour lutter contre la pauvreté. 2015. rapport d'évaluation des besoins de Madagascar. [https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user\\_upload/water\\_poverty\\_africa/docs/Rapport%20e%C2%A6%C3%BCvaluation%20des%20besoins%20Madagascar%20VF.pdf](https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/water_poverty_africa/docs/Rapport%20e%C2%A6%C3%BCvaluation%20des%20besoins%20Madagascar%20VF.pdf)

Projet de soutien à des moyens de subsistance dans le sud de Madagascar (MIONJO). 2020. Manuel de gestion et de sécurité des barrages

Razafintsalama Vero. 2014. Mise en place d'une unité de gestion et d'entretien des infrastructures rurales au sein du MARNDR. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00JZMJ.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00JZMJ.pdf)

Sanyu Consultants Inc. et Nippon Koei Co., Ltd. 2016. Etude préparatoire pour le Projet de Réhabilitation du Système d'irrigation (PC23) et de Gestion des Bassins Versants dans le Sud-Ouest du Lac Alaotra en République de Madagascar. [https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12261046\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12261046_01.pdf)

World Bank. 2020. Good Practice Note on Dam Safety. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://www.wdronline.worldbank.org/handle/10986/35484>

World Bank. 2020. Note de bonnes pratiques sur la sécurité des barrages. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35484>

World Bank. 2021. Small Dam Safety. Good Practice Note on Dam Safety: Technical Note 4. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35487>

# ANNEXES

**ANNEXE 1 :**  
**FICHE D'INSPECTION VISUELLE**

### Fiche d'inspection visuelle rapide

#### Barrage de dérivation / barrage fixe / barrage mobile

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Seuil déversant évacuateur de crue	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Ouvrage de chasse	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Ouvrage de prise	Fissures (enduits, bois, etc)			
Radier	Fissures, décollement enduits			
Poteaux supports bétonnés	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Aiguilles ou poutrelles	Fissures			
Ouvrage de prise	Rouille de la pelle et de la tige de vanne			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

#### Déssableur

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Corps de l'ouvrage	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Dispositif d'évacuation du sable	Rouille de la pelle et de la tige de vanne, Fissures			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

#### Déversoir latéral

	Phénomènes à observer	Evolution	

Points à observer		OUI	NON	Anomalies importantes à signaler
Seuil déversant	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Bassin de dissipation	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

### Partiteur

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Corps de l'ouvrage	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Seuil déversant	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Bassin de dissipation	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

### Prise sur canal

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Tête amont	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Seuil déversant	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Buse	Fissures			
Vannettes	Rouille de la pelle et de la tige de vanne			

Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :	
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines
Rédacteur :		Visa du :	Date :
Pièces jointes :			

### Bâche : Canal bétonné / Canal métallique

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Pont-canal	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation			
Culées et pile	Décollement des joint, dislocation maçonneries, déformation			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

### Siphon inversé

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Puisards	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation, affaissement			
Conduite	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation, rouille			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	

Pièces jointes :			

**Autres infrastructures : dalot, drain, canal primaire, canal secondaire, passerelle**

**(les points à observer sont à remplir)**

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :		
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

**Passage à bœufs**

Points à observer	Phénomènes à observer	Evolution		Anomalies importantes à signaler
		OUI	NON	
Pierres maçonnées	Fissures, décollement, éclat d'enduits, déformation, affaissement			
Balise	Déformation, pourriture			
Observation générale :		Conclusion et évolution par rapport à la précédente visite :		
Côte de plan d'eau :		Fréquence :	Toutes les 2 semaines	
Rédacteur :		Visa du :	Date :	
Pièces jointes :				

## **ANNEXE 2 :**

# **FICHES TECHNIQUES DE DEGRADATION DES**

# **OUVRAGES HYDROAGRICLES<sup>20</sup>**

---

<sup>20</sup> Selon le manuel de gestion et de sécurité des petits barrages du Programme National des Bassins Versants (2016)

## FICHE DEG/BDF1

**Ouvrage : Barrage de dérivation**

**Type : barrage fixe**

**Particularité : Prise avec vannes - Chasse en batardeaux bois**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Seuil déversant évacuateur de crue	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Apparition de fuites
Ouvrage de chasse	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture du batardeau
Ouvrage de prise	Rouille de la pelle et de la tige de vanne	Contact permanent de l'eau Effet de la pluie et du soleil	Déchirure de la pelle de vanne Blocage du dispositif de manœuvre
Radier	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage

## FICHE DEG/BDF2

**Ouvrage : Barrage de dérivation**

**Type : barrage fixe**

**Particularité : Prise et Chasse en batardeaux bois**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Seuil déversant évacuateur de crue	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Apparition de fuites
Ouvrage de chasse	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture du batardeau
Ouvrage de prise	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture du batardeau
Radier	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage

## FICHE DEG/BDM1

**Ouvrage : Barrage de dérivation**

**Type : barrage mobile**

**Particularité : Prise avec vannes**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Poteaux supports bétonnés	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Flambement des poteaux
Aiguilles ou poutrelles	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture de la partie mobile du barrage
Ouvrage de prise	Rouille de la pelle et de la tige de vanne	Contact permanent de l'eau Effet de la pluie et du soleil	Déchirure de la pelle de vanne Blocage du dispositif de manœuvre
Radier	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage

## FICHE DEG/BDM2

**Ouvrage : Barrage de dérivation**

**Type : barrage mobile**

**Particularité : Prise avec batardeaux en bois**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Poteaux supports bétonnés	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Flambement des poteaux
Aiguilles ou poutrelles	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture de la partie mobile du barrage
Ouvrage de prise	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture du batardeau
Radier	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage

## FICHE DEG/DSB1

### Ouvrage : Déssableur

#### Type : Dispositif d'évacuation du sable par vanne

#### Particularité :

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Corps de l'ouvrage	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Dislocation des maçonneries de moellons Détachement du béton
Dispositif d'évacuation du sable	Rouille de la pelle et de la tige de vanne	Contact permanent de l'eau Effet de la pluie et du soleil	Déchirure de la pelle de vanne Blocage du dispositif de manœuvre

## FICHE DEG/DSB2

### Ouvrage : Déssableur

#### Type : Dispositif d'évacuation du sable par batardeaux en bois

#### Particularité :

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Corps de l'ouvrage	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Dislocation des maçonneries de moellons Détachement du béton
Dispositif d'évacuation du sable	Fissuration du bois	Poussée de l'eau	Rupture du batardeau

## FICHE DEG/ODCH

**Ouvrage : Ouvrage de décharge**

**Type : Déversoir latéral**

**Particularité :**

Constat des ouvrages	Types de dégradations et hiérarchies	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Seuil déversant	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Détachement du béton
Bassin de dissipation	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage

## FICHE DEG/PART

**Ouvrage : Partiteur**

**Type : Fixe**

**Particularité : Seuil déversant**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Corps de l'ouvrage	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton
Seuil déversant	Fissuration Décollement des enduits	Attaque et poussée de l'eau	Détachement du béton
Bassin de dissipation	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage

## FICHE DEG/PRS1

**Ouvrage : Prise sur canal**

**Type : Simple**

**Particularité : Tête amont sous forme de plaque de béton**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Tête amont	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton
Buse	Fissuration	Poids de la charge au-dessus	Cassure de la buse

## FICHE DEG/PRS2

**Ouvrage : Prise sur canal**

**Type : Avec vannettes**

**Particularité : Tête amont sous forme de bassin**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Tête amont	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage
Buse	Fissuration	Poids de la charge au-dessus	Cassure de la buse
Vannettes	Rouille de la pelle et de la tige de vanne	Contact permanent de l'eau Effet de la pluie et du soleil	Déchirure de la pelle de vanne Blocage du dispositif de manœuvre

## FICHE DEG/BCH1

**Ouvrage : Bâche**

**Type : Canal bétonné**

**Particularité : Profil rectangulaire ou trapézoïdal**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Pont-canal	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton Apparition de fuites
Culées et pile	Décollement des joints Dislocation des maçonneries de moellons	Poids de la charge Effets de la crue	Inclinaison et tassement de l'ouvrage

## FICHE DEG/BCH2

**Ouvrage : Bâche**

**Type : Canal métallique**

**Particularité : Profil trapézoïdal ou demi-circulaire**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Pont-canal	Rouille	Contact permanent de l'eau Effet de la pluie et du soleil	Déchirure de la paroi Apparition de fuites
Culées et pile	Décollement des joints Dislocation des maçonneries de moellons	Poids de la charge Effets de la crue	Inclinaison et tassement de l'ouvrage

## FICHE DEG/SPI1

**Ouvrage : Siphon inversé**

**Type : Conduite en buse bétonné ou dalot**

**Particularité :**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Puisards	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton Dislocation des maçonneries de moellons
Conduite	Fissuration	Poids de la charge au-dessus	Cassure de la buse

## FICHE DEG/SPI2

**Ouvrage : Siphon inversé**

**Type : Conduite en buse métallique**

**Particularité :**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Puisards	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton Dislocation des maçonneries de moellons
Conduite	Rouille	Contact permanent de l'eau	Déchirure de la paroi Apparition de fuites

## **FICHE DEG/DALO**

**Ouvrage : Dalot**

**Type : Piédroit**

**Particularité : Dalle bétonnée**

<b>Constat des ouvrages</b>	<b>Types de dégradation</b>	<b>Causes de dégradation</b>	<b>Effets et évolutions</b>
Ouvrage de tête	Fissuration Décollement des enduits	Attaque de l'eau	Détachement du béton Apparition de trou Affouillement de l'ouvrage
Orifice rallongé	Fissuration	Poids de la charge au-dessus	Effondrement de l'orifice

## **FICHE DEG/PASB**

**Ouvrage : Passage à bœufs**

**Type : Perrés maçonnés**

<b>Constat des ouvrages</b>	<b>Types de dégradation</b>	<b>Causes de dégradation</b>	<b>Effets et évolutions</b>
Perrés maçonnés	Dislocation des perrés maçonnés	Piétinement des bœufs	Obstruction du canal
Balise	Pourriture des bois	Effets de la pluie et du soleil Attaque des insectes	Destruction de l'assemblage des balises

## **FICHE DEG/PAS1**

**Ouvrage : Passerelle**

**Type : Charrettes**

**Particularité : Platelage bétonné**

<b>Constat des ouvrages</b>	<b>Types de dégradation</b>	<b>Causes de dégradation</b>	<b>Effets et évolutions</b>
Culée	Décollement des joints Dislocation des maçonneries de moellons	Poids de la charge	Inclinaison et tassement de l'ouvrage
Platelage	Fissuration	Poids de la charge occasionnée par les charrettes	Détachement du béton

## **FICHE DEG/PAS2**

**Ouvrage : Passerelle**

**Type : Piétons**

**Particularité : Platelage en bois**

<b>Constat des ouvrages</b>	<b>Types de dégradation</b>	<b>Causes de dégradation</b>	<b>Effets et évolutions</b>
Culée	Décollement des joints Dislocation des maçonneries de moellons	Poids de la charge	Inclinaison et tassement de l'ouvrage
Platelage	Fissuration et pourriture des bois	Effets de la pluie et du soleil Attaque des insectes	Destruction du platelage

## FICHE DEG/CP

**Ouvrage : Canal**

**Type : Canal primaire**

**Particularité : Canal en terre**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Talus du canal	Végétation	Vitesse de l'eau trop faible dans le canal	Prolifération de végétation aquatique
	Erosion	Vitesse de l'eau trop forte dans le canal	Apparition de trou et de brèche Fuite d'eau sur la paroi
Fond du canal	Ensablement	Vitesse de l'eau trop faible dans le canal Absence de Désableur sur le réseau	Formation de bouchon Comblement du canal
Berges du canal	Erosion	Circulation des usagers	Apparition de brèche

## FICHE DEG/CS

**Ouvrage : Canal**

**Type : Canal secondaire**

**Particularité : Canal en terre**

Constat des ouvrages	Types de dégradation	Causes de dégradation	Effets et évolutions
Talus du canal	Végétation	Vitesse de l'eau trop faible dans le canal	Prolifération de végétation aquatique
	Erosion	Vitesse de l'eau trop forte dans le canal	Apparition de trou et de brèche Fuite d'eau sur la paroi
Fond du canal	Ensablement	Vitesse de l'eau trop faible dans le canal Absence de Désableur sur le réseau	Formation de bouchon Comblement du canal
Berges du canal	Erosion	Circulation des usagers	Apparition de brèche

## **FICHE DEG/DR**

**Ouvrage : Drain**

**Type : Drain primaire, secondaire**

**Particularité : en terre**

<b>Constat des ouvrages</b>	<b>Types de dégradation</b>	<b>Causes de dégradation</b>	<b>Effets et évolutions</b>
Talus du drain	Végétation	Vitesse de l'eau trop faible dans le canal	Prolifération de végétation aquatique
Fond du drain	Ensablement	Vitesse de l'eau trop faible dans le canal	Formation de bouchon Comblement du drain
Berges du drain	Erosion	Circulation des usagers	Apparition de brèche

**ANNEXE 3 :**  
**FICHES TECHNIQUES D'ENTRETIEN DES OUVRAGES**  
**HYDROAGRICOLES<sup>21</sup>**

---

<sup>21</sup> Selon le manuel de gestion et de sécurité des petits barrages du Programme National des Bassins Versants (2016)

## FICHE ENT/BDF1

### Ouvrage : Barrage de dérivation

#### Type : barrage fixe

#### Particularité : Prise avec vannes - Chasse en batardeaux bois

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement d'objets flottants devant l'ouvrage de prise	En permanence	Garde barrage
- Graissage de la tige et du dispositif de manœuvre de la vanne	Une fois par semestre	AUE
- Vérification de fonctionnement de la vanne	Une fois par an	Garde barrage
- Réfection de la peinture de toutes les parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Remplacement des batardeaux en bois	Une fois tous les 5 ans	AUE
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des fuites observées sur le barrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Nettoyage de l'échelle limnimétrique	Une fois par semestre	Garde barrage
- Remise en place des enrochements en aval emportés par l'eau	En permanence	AUE

## FICHE ENT/BDF2

### Ouvrage : Barrage de dérivation

#### Type : barrage fixe

#### Particularité : Prise et Chasse en batardeaux bois

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement d'objets flottants devant l'ouvrage de prise	En permanence	Garde barrage
- Réfection de la peinture des parties métalliques sur les rainures des batardeaux	Une fois tous les 5 ans	AUE
- Remplacement des batardeaux en bois	Une fois tous les 5 ans	AUE
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des fuites observées sur le barrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Nettoyage de l'échelle limnimétrique	Une fois par semestre	Garde barrage
- Remise en place des enrochements en aval emportés par l'eau	En permanence	AUE
- Curage et enlèvement des dépôts de sédiments	Annuelle	AUE

## FICHE ENT/BDM1

### Ouvrage : Barrage de dérivation

### Type : barrage mobile

### Particularité : Prise avec vannes

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des plantes aquatiques fixées sur les aiguilles ou poutrelles	Avant et après chaque calendrier cultural	Garde barrage
- Serrage des boulons qui tiennent les aiguilles	Avant et après chaque calendrier cultural	Garde barrage
- Enlèvement de objets flottants devant l'ouvrage de prise	En permanence	Garde barrage
- Graissage de la tige et du dispositif de manœuvre de la vanne	Une fois par semestre	AUE
- Vérification de fonctionnement de la vanne	Une fois par an	Garde barrage
- Réfection de la peinture de toutes les parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Remplacement des aiguilles ou poutrelles en bois	Une fois tous les 5 ans	AUE
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des fuites observées sur le barrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Nettoyage de l'échelle limnimétrique	Une fois par semestre	Garde barrage
- Remise en place des enrochements en aval emportés par l'eau	En permanence	AUE
- Curage et enlèvement des dépôts de sédiments	Annuelle	AUE

## FICHE ENT/BDM2

### Ouvrage : Barrage de dérivation

#### Type : barrage mobile

#### Particularité : Prise avec batardeaux en bois

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des plantes aquatiques fixées sur les aiguilles ou poutrelles	Avant et après chaque calendrier cultural	Garde barrage
- Serrage des boulons qui tiennent les aiguilles	Avant et après chaque calendrier cultural	Garde barrage
- Enlèvement d'objets flottants devant l'ouvrage de prise	En permanence	Garde barrage
- Réfection de la peinture des parties métalliques sur les rainures des batardeaux	Une fois tous les 5 ans	AUE
- Remplacement des aiguilles ou poutrelles en bois	Une fois tous les 5 ans	AUE
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des fuites observées sur le barrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Nettoyage de l'échelle limnimétrique	Une fois par semestre	Garde barrage
- Remise en place des enrochements en aval emportés par l'eau	En permanence	AUE
- Curage et enlèvement des dépôts de sédiments	Annuelle	AUE

## FICHE ENT/DSB1

### Ouvrage : Dessableur

#### Type : Dispositif d'évacuation du sable par vanne

#### Particularité :

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Evacuation du sable	Une fois par an en période de chômage du réseau	Police des eaux et AUE
- Graissage de la tige et du dispositif de manœuvre de la vanne	Une fois par semestre	AUE
- Vérification de fonctionnement de la vanne	Une fois par an	Garde barrage
- Réfection de la peinture des parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Remplacement des batardeaux en bois pour le dispositif de fermeture	Une fois tous les 5 ans	AUE

## FICHE ENT/DSB2

### Ouvrage : Dessableur

#### Type : Dispositif d'évacuation du sable par batardeaux en bois

#### Particularité :

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Evacuation du sable	Une fois par an en période de chômage du réseau	Police des eaux
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Remplacement de tous les batardeaux en bois	Une fois tous les 5 ans	AUE

## FICHE ENT/ODCH

### Ouvrage : Ouvrage de décharge

#### Type : Déversoir latéral

#### Particularité :

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Remise en place des enrochements en aval emportés par l'eau	En permanence	Police des eaux

## FICHE ENT/PART

**Ouvrage : Partiteur**

**Type : Fixe**

**Particularité : Seuil déversant**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Vérification du niveau de chaque seuil	Une fois par an au début de la campagne	Police des eaux
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Remise en place des enrochements en aval emportés par l'eau	En permanence	Police des eaux

## FICHE ENT/PRS1

**Ouvrage : Prise sur canal**

**Type : Simple**

**Particularité : Sans tête amont**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des objets flottants devant l'ouvrage de prise	En permanence	Police des eaux
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## FICHE ENT/PRS2

**Ouvrage : Prise sur canal**

**Type : Avec vannettes**

**Particularité : Avec tête amont**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des objets flottants devant l'ouvrage de prise	En permanence	Police des eaux
- Curage du bassin de tête amont et de l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE
- Graissage de la tige et du dispositif de manœuvre de la vanne	Une fois par semestre	AUE
- Vérification du fonctionnement de la vanne	Une fois par an	Garde barrage
- Réfection de la peinture de toutes les parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## FICHE ENT/BCH1

**Ouvrage : Bâche**

**Type : Canal bétonné**

**Particularité : Profil rectangulaire ou trapézoïdal**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Réparation des fuites observées sur l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## FICHE ENT/BCH2

**Ouvrage : Bâche**

**Type : Canal métallique**

**Particularité : Profil trapézoïdal ou demi-circulaire**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Réparation des fuites observées sur l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Réfection de la peinture des parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## FICHE ENT/SPI1

**Ouvrage : Siphon inversé**

**Type : Conduite en buse bétonné ou dalot**

**Particularité :**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des objets flottants devant la grille métallique	En permanence	Police des eaux
- Réfection de la peinture des parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Curage du fond de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## FICHE ENT/SPI2

**Ouvrage : Siphon inversé**

**Type : Conduite en buse métallique**

**Particularité :**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des objets flottants devant la grille métallique	En permanence	Police des eaux
- Réfection de la peinture des parties métalliques	Une fois tous les 5 ans	AUE ou Tâcheron
- Curage du fond de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron
- Remplacement la buse	Une tous les 10 ans	Tâcheron

## FICHE ENT/DALO

**Ouvrage : Dalot**

**Type : Piédroit**

**Particularité : Dalle bétonnée**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Enlèvement des objets flottants devant l'ouvrage	En permanence	Police des eaux
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées à l'intérieur de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## **FICHE ENT/PASB**

**Ouvrage : Passage à bœufs**

**Type : Perrés maçonnés**

**Particularité :**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Remise en place des balises tombées dans le canal	En permanence	Police des eaux
- Remise en place des perrés détachés	En permanence	Police des eaux

## **FICHE ENT/PAS1**

**Ouvrage : Passerelle**

**Type : Charrettes**

**Particularité : Platelage bétonné ou en bois**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Réparation des enduits endommagés sur les parties maçonnées ou bétonnées	En permanence	AUE
- Réparation des parties endommagées de l'ouvrage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE ou Tâcheron

## **FICHE ENT/PAS2**

**Ouvrage : Passerelle**

**Type : Piétons**

**Particularité : Platelage en bois**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Remise en place des madriers déplacés	En permanence	Police des eaux
- Remplacement des éléments usés	Un fois tous les 5 ans	AUE

## FICHE ENT/CP

**Ouvrage : Canal**

**Type : Canal primaire**

**Particularité : Canal en terre**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Surveillance des berges	Pendant la mise en eau	Police des eaux et AUE
- Faucardage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE
- Curage et regabaritage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE

## FICHE ENT/CS

**Ouvrage : Canal**

**Type : Canal secondaire**

**Particularité : Canal en terre**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Faucardage et curage	Une fois par an pendant le chômage du réseau	Usagers

## FICHE ENT/DR

**Ouvrage : Drain**

**Type : Drain primaire, secondaire**

**Particularité : en terre**

Type de travaux	Période ou fréquence	Responsable
- Faucardage et curage des drains	Une fois par an pendant le chômage du réseau	AUE
- Curage des émissaires terminaux (rivière, ruisseaux)	Une fois tous les 5 ans	AUE

## **ANNEXE 4 :** **EXEMPLE DE LISTE POUR L'INSPECTION VISUELLE<sup>22</sup>**

---

<sup>22</sup> Selon la note technique sur la sécurité des petits barrages

## 1. CRETE

- Tassements, dépressions, dolines
- Désalignement
- Fissures longitudinales/transversales
- Terriers d'animaux
- Végétation défavorable
- Érosion

## 2. PENTE EN AMONT

- Perte de matériau d'enrochement
- Altération/détérioration des pierres
- Couverture végétale inadéquate
- Tassement, dépressions, glissements, dolines
- Fissures longitudinales/transversales
- Terriers d'animaux
- Végétation (grands arbustes, arbres)

## 3. PENTE EN AVAL

- Érosion
- Couverture végétale inadéquate
- Fissures longitudinales/transversales
- Tassement, glissements, dépressions, renflements, dolines
- Drainage superficiel obstrué
- Taches molles ou zones marécageuses
- Mouvement près du pied
- Terriers d'animaux
- Végétation (grands arbustes, arbres)

## 4. CONTRÔLE DU DRAINAGE ET DES INFILTRATIONS

- Drains internes qui coulent
- Bouillonnements près du pied
- Infiltration près du pied
- Il y a des sédiments dans le dessableur
- L'eau est turbide

## 5. LES CULÉES ET LES PILES

- Érosion
- Mouvement différentiel
- Fissures
- Tassement, glissements, dépressions, renflements, dolines
- Fuites d'eau (infiltrations)
- Terriers d'animaux
- Végétation au pied du barrage (grands arbustes, arbres)

## 6. CANAL D'APPROCHE

- Instabilité du canal latéral
- Inclinaison des parois latérales

- Érosion
- Envahissement
- Restriction par la végétation
- Obstruction par des débris
- Rampe à billes, état ou besoin
- Détérioration, fissuration ou tassement du revêtement en béton

#### 7. OUVRAGES DE DÉCHARGE - DÉVERSOIR, BASSIN DE retenue

- Les surfaces en béton présentent
  - o Ecaillage ou craquement
  - o Fissures
  - o Érosion
  - o Armature exposée
- Les dissipateurs d'énergie présentent
  - o Des signes de détérioration
  - o Couverts de débris
  - o Signe d'inadéquation
  - o Obstruction
- Mouvement de la dalle, soulèvement, tassement
- Mouvement du mur, tassement, basculement
- Sapement de la fondation à partir d'un pollen plongeant par érosion
- Mauvaises performances hydrauliques, saut hydraulique dans le godet
- Vibrations excessives

#### 8. OUVRAGES DE SORTIE - STRUCTURES D'ENTRÉE/CONDUITS

- Infiltration dans la structure
- Débris ou obstruction
- Dalles de plancher déplacées
- Mauvaises conditions hydrauliques, turbulences ou tourbillons
- Vibrations, interférence avec l'écoulement
- Les surfaces en béton présentent
  - o Ecaillage ou écaillage
  - o Fissures
  - o Érosion
  - o Armature exposée
- Les joints des conduits présentent
  - o Déplacement ou décalage
  - o Perte de matériau du joint
  - o Fuite
- Les dégrilleurs sont-ils :
  - o Cassés ou pliés
  - o Corrodés ou rouillés
  - o Obstrués

Chacune de ces possibilités de détérioration doit être traitée en termes de :

(·) Sans objet

(·) Non

(·) Oui

(·) Besoin d'être surveillé

(·) Nécessité de procéder à une enquête

(·) Besoin de réparation

(·) Nécessité d'un enregistrement

**Observation** : toutes les détériorations importantes doivent être enregistrées à l'aide d'une ou plusieurs photographies prises pendant l'inspection.