

**Titre:** Intégration d'outils de prise en compte des changements climatiques dans une évaluation environnementale stratégique  
Title: climatiques dans une évaluation environnementale stratégique

**Auteur:** Karim Amatouri  
Author:

**Date:** 2011

**Type:** Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

**Référence:** Amatouri, K. (2011). Intégration d'outils de prise en compte des changements climatiques dans une évaluation environnementale stratégique [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie.  
Citation: <https://publications.polymtl.ca/774/>

## Document en libre accès dans PolyPublie Open Access document in PolyPublie

**URL de PolyPublie:** <https://publications.polymtl.ca/774/>  
PolyPublie URL:

**Directeurs de recherche:** Louise Millette, & Michel A. Bouchard  
Advisors:

**Programme:** Génie civil  
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**INTÉGRATION D'OUTILS DE PRISE EN COMPTE DES  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS UNE ÉVALUATION  
ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE**

KARIM AMATOUI  
DÉPARTEMENT DES GÉNIES CIVIL, GÉOLOGIQUE ET DES MINES  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES  
(GÉNIE CIVIL)  
DÉCEMBRE 2011

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

INTÉGRATION D'OUTILS DE PRISE EN COMPTE DES CHANGEMENTS  
CLIMATIQUES DANS UNE ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE  
STRATÉGIQUE

Présenté par : AMATOURI Karim  
en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées  
a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

M. FUAMBA Musandji, Ph.D., président

Mme MILLETTE Louise, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. BOUCHARD Michel A., Ph.D., membre et codirecteur de recherche

M. HAUSLER Robert, Ph.D., membre

## DÉDICACE

À *Fadi, Nicole, Nadim, Sari et Dina*

*Pour votre soutien et vos encouragements*

## **REMERCIEMENTS**

J'aimerais tout d'abord remercier ma directrice de recherche, le professeur Louise Millette et mon codirecteur de recherche, le professeur Michel-André Bouchard pour m'avoir encadré tout au long de la réalisation de cette recherche. Je leur suis très reconnaissant de m'avoir proposé un sujet de recherche aussi intéressant et de m'avoir donné des conseils avant que je débute mes études aux cycles supérieurs.

J'offre aussi mes remerciements les plus sincères à M. Jean-François Desgroseilliers, qui a consacré une grande partie de son temps afin de m'aider à améliorer la qualité du mémoire.

Je remercie aussi les professeurs Musandji Fuamba et Robert Hausler qui ont accepté d'évaluer mon travail et de faire partie du jury.

Je tiens de plus à remercier les équipes “changements climatiques” du “Institute of Development Studies” et de la “Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit” ainsi que l'équipe “changements climatiques et énergie” du “International Institute for Sustainable Development”. Les nombreuses discussions que j'ai eues avec M. Thomas Tanner, Mme Nana Künkel, Mme Andrea Iro, M. Marius Keller et Mme Anne Hammil ont été indispensables à la réalisation de ce travail.

Je remercie enfin tous les membres de ma famille qui n'ont cessé de m'encourager tout au long de la réalisation de ce travail et qui m'ont toujours aidé à donner le meilleur de moi-même.

## RÉSUMÉ

Les changements climatiques constituent, depuis plusieurs années, une menace croissante à l'atteinte des objectifs d'aide au développement et doivent être pris en compte dans les processus d'élaboration de programmes.

Plusieurs outils qui se présentent sous la forme de logiciels ou de méthodologies à adopter ont été développés par différents organismes afin de permettre aux gestionnaires des programmes d'aide au développement de tenir compte de cette problématique pour qu'elle ne représente pas un obstacle à l'atteinte des objectifs d'aide au développement. Parmi ces outils, figurent le Climate Proofing, ORCHID et CRiSTAL.

Dans le cadre du présent mémoire, ces trois outils ont été appliqués au Programme National d'Irrigation de Proximité du Mali afin d'analyser et comparer les résultats obtenus et d'étudier la possibilité d'intégrer chacun d'eux aux évaluations environnementales et aux processus d'élaboration de programmes. Une analyse multicritère a été effectuée dans le cadre de l'application du CP et d'ORCHID au Programme National d'Irrigation de Proximité, afin de classer par ordre de priorité les stratégies d'adaptation conçues afin d'atténuer les impacts négatifs des risques climatiques.

Pour l'application des trois outils, les principales sources utilisées ont été les prévisions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat et le Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Mali. . Le rapport rédigé en 2009 par le Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques, qui met en valeur les pertes économiques dues aux changements climatiques au Mali, a aussi servi de référence. La synthèse des visites de sites effectuées par les différents experts ayant participé à la réalisation de l'évaluation environnementale stratégique du Programme National d'Irrigation de Proximité, qui souligne les impacts des changements climatiques qui se font ressentir actuellement au Mali, et les applications des trois outils à différents programmes d'aide au développement, effectuées par divers organismes d'aide au développement ont également été utilisées dans ce travail.

Les résultats ont tout d'abord montré que l'intégration de ces outils à une évaluation environnementale stratégique est possible pour chacun de ces outils mais que chacun d'eux présente des avantages et des limites par rapport aux deux autres. ORCHID est meilleur en vue d'une application aux processus de planification de programmes. Il est par contre recommandé d'appliquer CRiSTAL pour identifier les enjeux et le Climate Proofing pour l'analyse des risques. CRiSTAL est le seul qui permet d'évaluer les effets des activités du programme sur les enjeux identifiés mais des pistes pour améliorer cet outil sont suggérées dans le cadre du présent mémoire. Enfin, aucun de ces outils n'est tout à fait idéal pour bâtir un plan cadre de gestion environnemental et social qui propose d'établir une série de mesures d'atténuation des impacts négatifs des risques climatiques et des activités du programme sur certains secteurs. Aucun outil ne propose non plus une procédure afin d'effectuer un suivi des bénéfices réalisés suite à la mise en place de stratégies d'adaptation.

Les résultats de cette recherche ont démontré, en deuxième lieu, que l'application des trois outils aboutit à l'établissement d'une liste de stratégies d'adaptation qui touchent à tous les différents secteurs essentiels au Mali, soit l'agriculture, les ressources hydriques, la santé et la biodiversité. La majorité d'entre elles ne requièrent pas la construction d'infrastructures et ne nécessitent pas de changements dans les politiques et règlements du pays. Certaines de ces stratégies permettent la réduction de la vulnérabilité de certains secteurs alors que d'autres visent davantage l'atténuation des impacts des risques climatiques sur ces secteurs. Cette recherche a aussi démontré qu'il est préférable, pour les bailleurs de fonds multilatéraux, d'avoir recours à ORCHID pour favoriser l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle d'une région et d'un pays, alors qu'il serait recommandé d'appliquer CRiSTAL à l'échelle d'une communauté.

## ABSTRACT

Climate change is a growing threat to the achievement of development aid objectives and must be taken in consideration during a program development process.

Several tools that come in the form of softwares or methodologies have been developed by different development aid agencies in order to allow program managers to prevent this issue from constituting an obstacle to the achievement of development aid objectives. Climate Proofing, ORCHID and CRiSTAL are among these tools.

These three tools have been applied to the Mali National Programme for Small-Scale Irrigation in order to analyze and compare the results obtained and to consider the possibility of integrating each one of them in environmental assessments and planning processes of aid programs. A multicriteria analysis has been performed in the context of the application of Climate Proofing and ORCHID to the National Programme for Small-Scale Irrigation, with the purpose of ranking the adaptation strategies in order of priority.

For the application of the three tools, the main sources of information that were used are the forecasts of the Intergovernmental Panel on Climate Change and Mali's National Adaptation Programme. The 2009 report written by the Economics Of Climate Adaptation Working Group, which highlights the economic losses due to climate change in Mali, also served as reference. Finally, this work also draws on the synthesis of the site visits made by the experts that participated in the realization of the Strategic Environmental Assessment of the National Programme for Small-Scale Irrigation, which stresses the impacts of climate change that are being felt in Mali, as well as on the application of the three tools to other development assistance programs, made by several development aid agencies.

The results of this work revealed the possibility of integrating these tools in a strategic environmental assessment and showed the advantages and limits of each one. ORCHID, for example, is particularly useful during a program planning stage. Secondly, it is recommended to apply CRiSTAL to identify environmental issues and Climate Proofing to undertake risk analyses. CRiSTAL is the only tool that allows the user to assess the effect of programs activities on the identified issues; nevertheless, areas for improving this tool are suggested in this thesis. We also found that none of these tools is ideal to build an environmental and social management

master plan that proposes a set of mitigation measures of climatic risks and programs activities on various sectors. Finally, these tools do not offer a procedure that allows the user to monitor and evaluate the benefits of adaptation strategies.

Furthermore, the results of this research demonstrated that the application of Climate Proofing, ORCHID and CRiSTAL leads to the establishment of a set of adaptation strategies that apply to essential sectors in Mali such as agriculture, water, health and biodiversity. The majority of these strategies do not require any construction works or any changes in the country's policies and regulations. Some of them aim to reduce the vulnerability of some sectors while others focus on the mitigation of climatic risks' impacts.

Finally, this research demonstrated that it is preferable for donors to use ORCHID to promote adaptation to climate change at the scale of a region or a country while it is recommended to apply CRiSTAL at the community level.

## TABLE DES MATIÈRES

|  |              |
|--|--------------|
| <b>DÉDICACE .....</b>  | <b>iii</b>   |
| <b>REMERCIEMENTS .....</b>   | <b>iv</b>    |
| <b>RÉSUMÉ .....</b>  | <b>v</b>     |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>vii</b>   |
| <b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>   | <b>ix</b>    |
| <b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>   | <b>xii</b>   |
| <b>LISTE DES FIGURES .....</b>   | <b>xv</b>    |
| <b>LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....</b>  | <b>xvi</b>   |
| <b>LISTE DES ANNEXES.....</b>  | <b>xviii</b> |
| <b>INTRODUCTION .....</b>  | <b>1</b>     |
| <b>CHAPITRE 1. ÉES ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....</b>   | <b>6</b>     |
| 1.1      Importance de l'ÉES dans les programmes de coopération internationale .....                   | 6            |
| 1.2      Structure d'une ÉES .....   | 7            |
| 1.3      Énumération des différents outils de prise en compte des changements climatiques .....        | 13           |
| 1.4      Description de la procédure générale de gestion des risques climatiques.....                  | 17           |
| 1.5      Adaptation aux changements climatiques .....  | 19           |
| 1.5.1  Description des différentes échelles d'adaptation<br>aux changements climatiques .....          | 19           |
| 1.5.2  Méthodes utilisées pour la classification des stratégies d'adaptation.....                      | 19           |
| 1.6      Conclusion.....   | 21           |
| <b>CHAPITRE 2. DESCRIPTION DE LA DÉMARCHE DE RECHERCHE.....</b>  | <b>22</b>    |
| 2.1      Aperçu général du PNIP .....  | 22           |
| 2.2      Outils retenus dans le cadre de l'analyse effectuée dans le cadre de ce présent mémoire ..... | 25           |
| 2.3      Identification de points d'entrée pour l'adaptation aux changements climatiques .....         | 27           |
| 2.4      Conclusion.....   | 29           |
| <b>CHAPITRE 3. APPLICATION DU CP AU PNIP .....</b>   | <b>30</b>    |
| 3.1 Aperçu de la démarche offerte par le CP .....  | 30           |
| 3.2 Application du CP au PNIP .....  | 34           |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2.1 Résumé du travail antérieur réalisé .....   | 34        |
| 3.2.1.1 Description de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du projet et identification des secteurs visés ..... | 34        |
| 3.2.1.2 Choix des UE .....  | 36        |
| 3.2.1.3 Détermination des effets biophysiques et socioéconomiques.....  | 37        |
| 3.2.1.4 Identification des stratégies d'adaptation.....   | 37        |
| 3.2.2 Travail additionnel réalisé dans le cadre du présent mémoire.....   | 38        |
| 3.2.2.1 Analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées .....  | 39        |
| 3.2.2.2 Classification des stratégies d'adaptation prioritaires.....  | 43        |
| 3.3 Conclusion .....  | 46        |
| <b>CHAPITRE 4. APPLICATION D'ORCHID AU PNIP.....</b>  | <b>47</b> |
| 4.1 Bref aperçu d'ORCHID .....  | 47        |
| 4.2 Application d'ORCHID au PNIP.....   | 48        |
| 4.2.1 Sensibilisation des acteurs concernés à la problématique des changements climatiques  | 49        |
| 4.2.2 Aperçu stratégique des programmes .....   | 49        |
| 4.2.3 Description de la variabilité climatique .....  | 49        |
| 4.2.4 Cadrage des programmes à risques.....   | 49        |
| 4.2.5 Description des secteurs vulnérables .....  | 51        |
| 4.2.5.1 Probabilité d'expérimenter un risque lié au climat .....  | 52        |
| 4.2.5.2 Sensibilité et degré d'exposition .....   | 53        |
| 4.2.5.3 Capacité d'adaptation.....  | 58        |
| 4.2.6 Identification des risques climatiques pouvant affecter la mise en œuvre du PNIP.....   | 63        |
| 4.2.7 Inventaire des stratégies d'adaptation existantes et conception de stratégies face aux risques ne pouvant être gérés .....                            | 63        |
| 4.2.8 Analyse multicritère et priorisation des stratégies d'adaptation .....  | 65        |
| 4.2.8.1 Lacunes associées à une analyse bénéfices/coûts .....   | 66        |
| 4.2.9 Priorisation des stratégies d'adaptation proposées .....  | 67        |
| 4.3 Classification des stratégies d'adaptation prioritaires.....  | 69        |
| 4.4 Conclusion .....  | 73        |
| <b>CHAPITRE 5. APPLICATION DE CRISTAL AU PNIP .....</b>   | <b>75</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 5.1 Aperçu de CRiSTAL.....   | 75         |
| 5.2 Résumé de l'application de CRiSTAL au PNIP .....   | 77         |
| 5.2.1 Synthèse des informations sur le climat et les moyens d'existence.....                   | 77         |
| 5.2.2 Planification et gestion des projets pour l'adaptation aux changements climatiques.....  | 79         |
| 5.3 Classification des stratégies d'adaptation .....   | 80         |
| 5.4 Conclusion .....   | 84         |
| <b>CHAPITRE 6. COMPARAISON ENTRE L'INTÉGRATION DU CP, ORCHID ET CRISTAL<br/>À UNE ÉES.....</b> | <b>86</b>  |
| 6.1 Principaux apports et limites de l'intégration du CP, ORCHID et CRiSTAL à une ÉES .....    | 86         |
| 6.1.1 Intégration du CP à une ÉES .....  | 86         |
| 6.1.2 Intégration d'ORCHID à une ÉES.....  | 87         |
| 6.1.3 Intégration de CRiSTAL à une ÉES .....   | 87         |
| 6.1.4 Résumé.....  | 88         |
| 6.2 Comparaison entre les différentes approches .....  | 90         |
| 6.2.1 Collecte de données .....  | 90         |
| 6.2.2 Cadrage des enjeux .....   | 90         |
| 6.2.3 Analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés.....                | 92         |
| 6.2.4 Préparation du PCGES.....  | 93         |
| 6.2.4.1 Analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées .....                       | 93         |
| 6.2.5 Coûts et durées .....  | 96         |
| 6.2.5.1 Coûts et durées nécessaires à l'application de ces outils .....                        | 97         |
| 6.2.5.2 Durées nécessaires pour la réalisation des visites de site .....                       | 98         |
| 6.2.6 Intégration au stade de la planification .....   | 99         |
| 6.2.6.1 Intégration au cycle d'élaboration de programmes nationaux .....                       | 99         |
| 6.2.6.2 Intégration au cycle d'élaboration des projets .....                                   | 100        |
| 6.2.7 Synthèse de la comparaison entre les outils CP, ORCHID et CRiSTAL .....                  | 102        |
| 6.3 Conclusion .....   | 105        |
| <b>CONCLUSION .....</b>  | <b>106</b> |
| <b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>  | <b>108</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>  | <b>116</b> |

## LISTE DES TABLEAUX

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1.1 : Étapes d'une ÉES .....   | 7  |
| Tableau 1.2 : Catégories d'enjeux pris en considération dans une ÉES .....   | 8  |
| Tableau 1.3 : Questions favorisant la prise en compte des changements climatiques dans une ÉES .....   | 10 |
| Tableau 1.4 : Énumération des différents outils de prise en compte des changements climatiques.....  | 13 |
| Tableau 1.5 : Types d'utilisateurs .....   | 15 |
| Tableau 1.6 : Catégorisation des outils d'adaptation existants .....   | 16 |
| Tableau 1.7 : Méthodologie générale de gestion des risques climatiques .....   | 18 |
| Tableau 1.8 : Spectre de stratégies d'adaptation.....  | 20 |
| Tableau 2.1 : Grille de comparaison entre les outils CP, ORCHID et CRiSTAL .....   | 26 |
| Tableau 2.2 : Exemples de points d'entrée pour l'adaptation aux changements climatiques.....   | 29 |
| Tableau 3.1 : Catégories d'UE .....  | 31 |
| Tableau 3.2 : Paramètres servant de base à la sélection des stratégies d'adaptation.....   | 33 |
| Tableau 3.3 : Caractéristiques des zones bioclimatiques du Mali .....  | 35 |
| Tableau 3.4 : Évolution des aléas climatiques au Mali jusqu'à l'année 2025 .....   | 36 |
| Tableau 3.5 : Stratégies d'adaptation proposées suite à l'application du CP au PNIP .....  | 38 |
| Tableau 3.6 : Critères utilisées pour la priorisation des stratégies d'adaptation lors de l'application du CP au Vietnam .....                             | 39 |
| Tableau 3.7 : Analyse multicritère des stratégies obtenues suite à l'application du CP au PNIP<br>(Note : le score le plus faible étant le meilleur) ..... | 41 |
| Tableau 3.8 : Priorisation des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP .....  | 42 |
| Tableau 3.9 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP .....          | 43 |
| Tableau 3.10 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP .....        | 44 |
| Tableau 4.1: Définition des critères utilisés pour la priorisation des programmes à risques.....   | 50 |
| Tableau 4.2 : Évènements naturels extrêmes ayant eu lieu au Mali .....   | 53 |

|  |    |
|--|----|
| Tableau 4.3 : Résultats de la simulation SORGEF pour l'étude de la sensibilité du sorgho à la hausse de températures .....   | 54 |
| Tableau 4.4 : Stratégies d'adaptation du PANA correspondant aux risques climatiques affectant le déroulement des activités du PNIP .....                           | 64 |
| Tableau 4.5 : Critères utilisés pour la priorisation des stratégies d'adaptation lors de l'application d'ORCHID en Inde.....                                       | 65 |
| Tableau 4.6 : Analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées suite à l'application d'ORCHID au PNIP .....  | 68 |
| Tableau 4.7 : Priorisation des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au PNIP .....   | 69 |
| Tableau 4.8 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au PNIP.....                | 70 |
| Tableau 4.9 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au PNIP.....               | 71 |
| Tableau 4.10 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au Kenya et en Inde .....  | 72 |
| Tableau 4.11 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au Kenya et en Inde ..... | 73 |
| Tableau 5.1 : Risques actuels liés au climat .....   | 78 |
| Tableau 5.2 : Moyens d'existence .....   | 79 |
| Tableau 5.3 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation suite à l'application de CRiSTAL au PNIP .....                      | 81 |
| Tableau 5.4 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL au PNIP .....            | 83 |
| Tableau 6.1 : Comparaison entre l'intégration des trois outils à une ÉES .....   | 88 |
| Tableau 6.2 : Enjeux précisés après cadrage pour l'ÉES du PNIP .....   | 91 |
| Tableau 6.3 : Enjeux obtenus suite à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL au PNIP .....  | 92 |
| Tableau 6.4 : Comparaison des stratégies obtenues suite à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL au PNIP.....  | 94 |
| Tableau 6.5 : Résumé des coûts et durées nécessaires à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL .....  | 97 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 6.6 : Durées nécessaires à l'application d'ORCHID en Inde .....  | 98  |
| Tableau 6.7 : Intégration de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle nationale..                  | 100 |
| Tableau 6.8 : Intégration de l'adaptation aux changements climatiques au cycle d'élaboration des projets ..... | 102 |
| Tableau 6.9 : Comparaison entre outils CP, ORCHID et CRiSTAL.....  | 103 |

## **LISTE DES FIGURES**

|   |     |
|---|-----|
| Figure 2.1 : Valeur monétaire des pertes de production agricoles et pastorales au Mali dues aux changements climatiques .....               | 24  |
| Figure 2.2 : Carte de l'Afrique et localisation du Mali .....   | 25  |
| Figure 2.3 : Interface entre les axes stratégiques de la coopération pour le développement .....  | 28  |
| Figure 3.1 : Approche adoptée par le CP pour la définition du risque .....  | 32  |
| Figure 3.2 : Zones bioclimatiques du Mali .....   | 35  |
| Figure 3.3 : Horizons de planification de différents types de projets .....   | 41  |
| Figure 4.1 : Structure d'ORCHID .....   | 48  |
| Figure 4.2 : Impacts des divers scénarios de changements climatiques sur les rendements agricoles au Mali à l'horizon de l'année 2030 ..... | 55  |
| Figure 4.3 : Variation des débits annuels des cours d'eau dans le monde .....   | 56  |
| Figure 4.4 : Niveau de stress hydrique dans le monde observé en 2004 .....  | 60  |
| Figure 4.5 : Taux de mortalités attribuables aux changements climatiques mesurés pour l'année 2000 dans le monde .....                      | 61  |
| Figure 6.1 : Cycle d'élaboration de projets.....  | 101 |

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

|         |  |
|---------|--|
| BAD     | Banque Africaine de Développement  |
| CCNUCC  | Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques                           |
| CES/DRS | Conservation des eaux et des sols/ Défense et restauration des sols                          |
| CP      | Climate Proofing   |
| CRED    | Centre for Research on the Epidemiology of Disasters   |
| CRiSTAL | Community-based Risk Screening Tool – Adaptation & Livelihoods                               |
| DFID    | Department For International Development   |
| DNGR    | Direction Nationale du Génie Rural   |
| DNM     | Direction Nationale de la Météorologie   |
| ÉES     | Évaluation Environnementale Stratégique  |
| FEM     | Fonds pour l'environnement mondial   |
| GIEC    | Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat                               |
| GIZ     | Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit<br>(Coopération technique allemande) |
| IDS     | Institute of Development Studies   |
| IFAD    | International Fund for Agricultural Development  |
| IIASA   | International Institute for Applied Systems Analysis   |
| IISD    | International Institute for Sustainable Development  |
| ILRI    | International Livestock Research Institute   |
| MCG     | Modèles de circulation généraux  |
| MET     | Ministère de l'équipement et des transports  |
| OMS     | Organisation Mondiale de la Santé  |
| ORCHID  | Opportunities and Risk for Climate Change and Disaster                                       |
| PANA    | Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements<br>Climatiques                      |
| PNUD    | Programme des Nations-Unies pour le Développement  |
| PNUE    | Programme des Nations-Unies pour l'Environnement   |
| PPIV    | Petits Périmètres Irrigués Villageois  |
| PCGES   | Plan Cadre de Gestion Environnementale et Sociale  |

|       |  |
|-------|--|
| PNIP  | Programme National d'Irrigation de Proximité           |
| SEI   | Stockholm Environment Institute                        |
| TERI  | The Energy and Resources Institute                     |
| TKLM  | Térékolé – Kolimmbiné-Lac Magui                        |
| UE    | Unités exposées  |
| UICN  | Union Internationale pour la conservation de la nature |
| USAID | United States Agency for International Development     |

## **LISTE DES ANNEXES**

|   |     |
|---|-----|
| ANNEXE 1 – Stratégies d’adaptation du PANA du Mali .....  | 116 |
| ANNEXE 2 – Justification des scores attribuées aux stratégies d’adaptation proposées<br>suite à l’application du CP au PNIP .....   | 122 |
| ANNEXE 3 – Classification des stratégies d’adaptation résultant de l’application du CP au<br>Vietnam.....                           | 128 |
| ANNEXE 4 – Programmes d’aide au développement au Mali.....  | 132 |
| ANNEXE 5 – Justification des scores attribués aux stratégies d’adaptation proposées suite<br>à l’application d’ORCHID au PNIP ..... | 137 |
| ANNEXE 6 – Classification des stratégies d’adaptation résultant de l’application de<br>CRiSTAL en Éthiopie et au Kenya .....        | 154 |

## INTRODUCTION

Les changements climatiques constituent depuis plusieurs années une menace croissante aux progrès accomplis vers l'amélioration du niveau de vie de la population et la lutte contre l'insécurité alimentaire en Afrique (Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture [ONUAA], 2011). Ils doivent être considérés dans la planification comme dans les processus d'évaluation environnementale, pour les raisons énumérées ci-dessous, tirées du document intitulé “*Screening tools and guidelines to support the mainstreaming of climate change adaptation into development assistance*”, publié en 2011 par les Nations-Unies dans le cadre du Programme des Nations-Unies pour le Développement (PNUD) :

- l'existence de preuves scientifiques sur la variabilité et les changements climatiques;
- les impacts observés et projetés<sup>1</sup> des aléas climatiques sur les systèmes naturels et socioéconomiques;
- l'augmentation des connaissances et la richesse des études qui ont été menées et qui concernent le degré auquel les programmes d'aide au développement peuvent être affectés par ces impacts et le risque que les Objectifs de développement du millénaire ne soient pas atteints;
- le risque que les programmes d'aide au développement puissent conduire à une augmentation de l'exposition et de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux aléas climatiques.

L'évaluation environnementale s'est développée au fil des années comme un outil privilégié d'aide à la décision lorsqu'il s'agit d'autoriser ou non des projets, en fonction de leurs impacts environnementaux et des normes en vigueur. Lorsqu'il s'agit d'appliquer l'évaluation

---

<sup>1</sup> Les impacts des changements climatiques ne peuvent être quantifiés avec une précision absolue. Cela est dû à une incertitude concernant les projections des changements climatiques à l'échelle régionale, à une limite des connaissances actuelles sur le mode de fonctionnement des processus naturels et socioéconomiques et au fait que ces systèmes sont assujettis à différents genres de contraintes qui interagissent entre elles (Programme des Nations-Unies pour l'Environnement [PNUE] & Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques [CCNUCC], 2002, traduit de l'anglais)

environnementale aux plans, programmes ou politiques<sup>2</sup> plutôt qu'aux projets, celle-ci porte alors le qualificatif de "stratégique" et devient alors un outil de planification plutôt que de gestion. En effet, par comparaison aux projets, les initiatives de soutien aux programmes sont plus influencées par des facteurs d'ordre politique que par des paramètres techniques. Une Évaluation Environnementale Stratégique (ÉES) prend en considération les enjeux environnementaux et socioéconomiques des processus décisionnels et se situe en amont des procédures de type "études d'impacts sur l'environnement" qui évaluent les conséquences des projets spécifiques (Organisation de Coopération et de Développement Économiques [OCDE], 2006).

Les ÉES sont définies comme "*des approches analytiques et participatives de la prise de décision stratégique qui visent à intégrer les considérations d'environnement dans les politiques, les plans et les programmes et à évaluer leurs interactions avec les considérations d'ordre économique et social*" (OCDE, 2006). Selon Bouchard (2010), il existe trois types d'ÉES. Le premier type, appelé "planification stratégique", s'applique aux programmes spécifiques ou en cours de planification en vue de les optimiser sur le plan environnemental dans leur forme finale. L'ÉES de type 2, s'applique à un ensemble de projets pas encore définis, mais qui découlent des programmes arrêtés dans un secteur ou une région donnée. Finalement, l'ÉES de type 3, qui correspond davantage à une "macro étude d'impacts" s'applique à un ensemble de projets définis découlant d'un programme déjà arrêté, dans un secteur ou une région donnée.

L'ÉES vise en effet à assurer la cohérence des mesures planifiées avec les principes du développement durable en prenant en compte les possibles incidences de grande portée. Elle permet aussi la construction d'un cadre national ou régional de gestion environnementale tout en menant à la rationalisation et à la simplification du processus d'évaluation des projets (Bouchard, 2010).

---

<sup>2</sup> Pour éviter la lourdeur du texte, seule l'expression "programme" sera utilisée dans le mémoire pour tenir lieu de l'ensemble "programme, plan et politique".

L'ÉES pose la question suivante : est-ce que tel ou tel programme représente une manifestation réelle du "développement durable"? Pour ce faire, l'exercice de l'ÉES amènera le planificateur à considérer différents scénarios et différents enjeux qui caractériseront le contexte de mise en œuvre des programmes ou accompagneront leur déroulement éventuel (Bouchard, 2010). Ces facteurs se répartissent en six catégories : la protection et la conservation de la nature, la santé et la sécurité des personnes, l'accès aux ressources et leur conservation au titre de facteur de développement économique, la cohésion sociale et le développement socioéconomique en général, la conformité aux valeurs et cultures des populations impliquées et enfin, les enjeux globaux. (Bouchard, 2009).

Les changements climatiques, font partie de cette dernière catégorie. Ils doivent expressément être pris en compte dans toutes les phases de l'ÉES. Les autres enjeux globaux régulièrement considérés sont la conservation de la diversité biologique et enfin, la conservation des sols et la lutte contre la désertification.

Dans un contexte général d'aide et de coopération au développement par les bailleurs multilatéraux et bilatéraux, de nombreux outils de prise en compte des changements climatiques ont été créés en dehors du contexte des ÉES. Le CP ("Climate Proofing"), développé par la coopération technique allemande (GTZ en acronyme, maintenant GIZ), en est un exemple. Cet outil s'inscrit dans un effort général de la communauté internationale d'intégrer la problématique des changements climatiques dans le développement, en particulier dans les programmes d'aide publique.

D'autres outils ont aussi été développés, indépendamment du CP de la GIZ et des ÉES. Deux autres exemples sont les outils ORCHID ET CRiSTAL. ORCHID ("Opportunities and Risk for Climate Change and Disaster") a été développé par la coopération britannique "Department for International Development" (DFID) et "Institute of Development Studies" (IDS) tandis que CRiSTAL ("Community-based Risk Screening Tool – Adaptation & Livelihoods") a été mis en œuvre par un institut paragouvernemental international indépendant, logé au Canada, "International Institute for Sustainable Development" (IISD) en collaboration avec la

Fondation suisse pour le développement et la coopération internationale (Intercooperation), le “*Stockholm Environment Institute*” (SEI) et l’“*Union Internationale pour la conservation de la nature*” (UICN). Bien que présentant quelques similarités, les trois approches, CP, ORCHID et CRiSTAL ne sont pas identiques dans le détail et l'application.

Plusieurs questions demeurent cependant en suspens. L'application de ces outils peut-elle avoir des impacts sur la réalisation d'une ÉES? Si oui, cette intégration est-elle limitée aux ÉES de programmes spécifiques déjà conçus ou bien peut-elle s'étendre aux processus de planification? Certains outils sont-ils meilleurs que d'autres pour certaines des étapes nécessaires à la réalisation d'une ÉES? Les approches suggérées peuvent-elles être améliorées?

L'objectif général de ce mémoire consiste à proposer et à évaluer différentes approches qui permettent d'intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les ÉES. Les objectifs spécifiques sont énumérés ci-dessous.

- Démontrer la possibilité d'intégrer les outils ORCHID et CRiSTAL à une ÉES. L'intégration du CP à une ÉES a déjà été démontrée par la GIZ.
- Déterminer les points forts et points faibles de chaque outil, pour la réalisation de chacune des phases de l'ÉES.
- Démontrer la possibilité d'intégrer au moins un outil aux processus de planification.
- Déterminer l'outil qui permettra d'aboutir à la mise en œuvre des stratégies d'adaptation les plus facilement implantables.

L'outil allemand, le CP a été appliqué au Programme National d'Irrigation de Proximité (PNIP) au Mali. La partie originale de ce mémoire consiste en une simulation de l'application d'ORCHID et de CRiSTAL à ce programme afin de répondre aux objectifs spécifiques décrits précédemment. Les résultats seront comparés avec ceux obtenus suite aux applications de ces mêmes outils à d'autres programmes, effectuées par différents organismes d'aide au développement. Le contenu de ce travail ne peut toutefois être considéré comme une application complète de ces outils au programme considéré car celle-ci dépend du degré d'expertise de l'utilisateur dans le domaine des changements climatiques et des ÉES.

La revue de littérature est répartie tout au long des six chapitres de ce mémoire. Les étapes nécessaires à la réalisation d'une ÉES seront résumées en premier lieu et les différents outils de prise en compte des changements climatiques seront énumérés. La description des objectifs du PNIP et des activités qu'il englobe sera ensuite présentée et sera suivi de l'application de chacun des trois outils à ce programme. Des propositions concernant l'intégration de chacun des trois outils à une ÉES de programmes spécifiques et aux processus de planification seront ensuite apportées puis comparées entre elles et des améliorations seront suggérées.

# **CHAPITRE 1. ÉES ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

L'objectif de ce chapitre est de décrire la structure d'une ÉES, d'analyser le degré de prise en compte des changements climatiques et d'énumérer la liste des outils qui permettraient de considérer davantage cet aspect sur le plan stratégique. L'importance de l'intégration d'une ÉES aux programmes de coopération internationale sera d'abord soulignée. Les principales étapes nécessaires à sa réalisation seront ensuite revues et un accent sera mis sur la problématique des changements climatiques. Les différents outils de prise en compte des changements climatiques seront énumérés par la suite, puis classés en trois catégories. Les échelles de l'adaptation seront enfin résumées et les deux méthodes de classification des stratégies d'adaptation seront décrites.

## **1.1 Importance de l'ÉES dans les programmes de coopération internationale**

Les avantages de l'intégration de l'ÉES aux programmes de coopération internationale ont été énumérés dans le Guide de bonnes pratiques dans le domaine de la coopération pour le développement, intitulé “*L'évaluation environnementale stratégique*”, élaboré par l'OCDE en 2006. Ces avantages sont résumés dans cette section.

L'ÉES est un moyen d'intégrer les aspects environnementaux, sociaux et économiques dans la conception de stratégies de réduction de la pauvreté et dans l'élaboration de programmes de réformes des systèmes juridiques, de développement sectoriels et de renforcement des capacités. Elle aboutit en effet à un développement plus satisfaisant et plus durable grâce à une meilleure contribution de l'environnement et des ressources naturelles à l'atteinte des objectifs de développement.

L'ÉES permet aussi d'identifier les impacts collatéraux des propositions de réforme grâce à l'évaluation des coûts et avantages environnementaux et sociaux induits. Elle conduit aussi à la proposition de solutions de rechange et à la formulation de recommandations optimales à différentes échelles.

Elle facilite en troisième lieu la coopération transfrontalière pour la résolution de questions épineuses concernant les ressources partagées, telles que les cours d'eau, les effets des polluants au-delà des frontières et contribue ainsi à la prévention des conflits.

De plus, la réalisation d'une ÉES améliore les chances de préserver les ressources naturelles qui constituent une source importante de revenus et sont essentielles pour la subsistance des populations démunies.

L'ÉES permet enfin d'impliquer le public dans les processus de prise de décision.

## 1.2 Structure d'une ÉES

Les principales étapes de réalisation d'une ÉES typique, énumérées au tableau 1.1, seront décrites dans les prochains paragraphes. Une attention sera portée à la problématique des changements climatiques, qui intervient principalement à l'étape 2, soit le cadrage des enjeux et à l'étape 5, soit la réalisation d'un plan cadre de gestion environnemental et social (PCGES). L'ensemble des étapes de consultation doit également intégrer cet enjeu.

**Tableau 1.1 : Étapes d'une ÉES**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Étape 1</b>       | <b>Identification de la position de l'exercice d'ÉES dans le processus de planification, ainsi que l'identification des acteurs, intervenants et parties prenantes;</b>  |
| <b>Étape 2</b>       | <b>Le cadrage des enjeux</b>   |
| <b>Étape 3/4</b>     | <b>Analyse des conditions de départ (Baseline) et de leurs tendance<br/>L'analyse des effets génériques du plan, du programme, ou de la politique sur les enjeux identifiés<br/>Analyse des alternatives ainsi que de l'Alternative Zéro</b> |
| <b>Étape 2/3/4/5</b> | <b>La consultation des parties impliquées</b>  |
| <b>Étape 5</b>       | <b>La préparation d'un Plan Cadre de Gestion Environnemental et Social (PCGES)</b>   |
| <b>Étape 6</b>       | <b>Plan ou actions recommandées pour assurer le suivi des recommandations</b>  |

Source : Bouchard, 2010

Dans la conduite d'une ÉES, un enjeu est défini comme “*un élément de la nature ou de la société auquel l'on accorde une valeur particulière et singulière et que l'on croit soumise à un aléa en termes de pertes ou de gains*” (Bouchard, 2009). Les différentes catégories d'enjeux auxquelles doit faire face toute évaluation environnementale de programmes et parmi lesquelles figurent l'adaptation aux changements climatiques, ont été brièvement énumérées dans l'introduction et sont décrites plus en détails au tableau 1.2.

**Tableau 1.2 : Catégories d'enjeux pris en considération dans une ÉES**

|  |   |
|--|---|
| <b>PROTECTION ET CONSERVATION DE LA NATURE</b>             | Aires Protégées, Sites Ramsar, Aires de conservation; Habitats Naturels; Forêts classées, etc.  |
| <b>SANTÉ ET SÉCURITÉ DES POPULATIONS</b>                   | Santé des populations et des individus, incluant sa dimension de bien-être; prévalence et apparition de maladies; accès aux soins de santé, traditionnelle et accès à l'herboristerie traditionnelle, Gestion des Pesticides; etc.  |
| <b>ACCÈS AUX RESSOURCES et CONSERVATION DES RESSOURCES</b> | Conservation des sols et lutte contre la dégradation des terres (Gestion Durable des Terres); Conservation de l'Eau; Conservation du cheptel et développement de l'Elevage; L'ensemble des facteurs liés au Développement Rural intégré, ainsi qu'au développement industriel; etc. |
| <b>COHÉSION SOCIALE ET DÉVELOPPEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE</b>  | Accès aux revenus et aux conditions d'Accès (intrants, marchés, crédit); Cohésion social et facteurs ethniques, clanique ou fonciers; facteurs d'ordre économiques; Équité intergénérationnelle et Équité des Genres et Rôle de la Femme; etc.                                      |
| <b>VALEURS ET CULTURES</b>                                 | Sites patrimoniaux; sites de sépultures; sites sacrés; paysages remarquables; etc. Pratiques traditionnelles; etc.  |
| <b>ENJEUX GLOBAUX</b>                                      | <b>CONSERVATION DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE<br/>LUTTE CONTRE, ET ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES<br/>LUTTE CONTRE LA DÉGRADATION DES TERRES ET LA DÉSERTIFICATION<br/>Etc.</b>  |

Source : Bouchard, 2009

L'analyse des conditions de départ et de leurs tendances peut inclure plusieurs aspects dont la description des paramètres climatiques et les prévisions concernant leur évolution future.

L'analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés peut permettre de déduire si une activité du programme contribue à l'émission de gaz à effet de serre ou nuit à l'adaptation aux changements climatiques et entraîne un accroissement de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains.

L'analyse des alternatives ainsi que de l'alternative zéro revient à démontrer quelles modifications au programme pourraient contribuer à l'obtention de résultats meilleurs et quels sont les avantages de sa mise en œuvre.

Le PCGES est élaboré afin de donner au programme une durabilité économique, sociale et environnementale. Il est constitué d'une série de mesures destinées à atténuer les impacts négatifs des activités du programme sur les enjeux identifiés et de stratégies d'adaptation qui permettent de limiter les effets néfastes des risques climatiques.

Un suivi de certains paramètres environnementaux et sociaux est réalisé à des intervalles de temps prédéterminés et un programme de surveillance est élaboré afin de s'assurer que les mesures proposées sont mises en place conformément aux procédures élaborées.

Il est important de mentionner que la première étape de la prise en compte des changements climatiques dans une ÉES devrait suggérer d'analyser la nécessité d'entreprendre une étude de vulnérabilité et d'adaptation au programme. Les questions suivantes, tirées du Document d'orientation sur l'adaptation aux changements climatiques, intitulé “*Prendre en compte l'adaptation aux changements climatiques dans la coopération pour le développement*” publié par l'OCDE en 2009 pourraient être prises en considération.

- Quels sont les risques dus aux changements climatiques qui sont susceptibles d'affecter le secteur considéré?
- Les plans nationaux de développement ou les différentes stratégies pour la réduction de la pauvreté font-elle référence au besoin d'adaptation face aux changements climatiques?
- Une stratégie nationale sur les changements climatiques a-t-elle été instaurée?
- Les programmes mis en œuvre antérieurement font-il référence aux changements climatiques? Comment les risques sont-ils pris en compte?

Les questions suivantes, tirées du document intitulé “*Adaptation à la variabilité et aux changements climatiques*” publié en 2007 par le “United States Agency for International Development” (USAID), pourraient aussi être ajoutées.

- L'organisme d'aide au développement a-t-il une expérience en matière d'adaptation dans le pays ou la région d'implantation du projet?
- Des stratégies préliminaires d'adaptation ont-elles été identifiées auparavant?

Le tableau 1.3 établit une liste de questions qui peuvent aussi être intégrées à certaines des étapes de l'ÉES afin de pouvoir appliquer une lentille climatique à ce processus d'évaluation. Selon le document publié par l'OCDE en 2009, l'application d'une lentille climatique revient à examiner les différents programmes afin d'analyser leur vulnérabilité aux risques liés au climat, déterminer l'étendue à laquelle les changements climatiques ont été pris en considération à l'étape de la formulation du programme, considérer le fait que le programme puisse conduire à

une augmentation de la vulnérabilité des systèmes et étudier les modifications aux programmes existants qui pourraient être justifiées afin de tenir compte des risques et opportunités liés au climat.

**Tableau 1.3 : Questions favorisant la prise en compte des changements climatiques dans une ÉES**

| <b>Étape de l'ÉES</b>                | <b>Questions de départ</b>   |
|--------------------------------------|--|
| Identification des parties prenantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels groupes sont responsables en grande partie des prises de décision sur le secteur considéré?</li> <li>• Quels sont les groupes et régions les plus exposés aux risques climatiques?</li> <li>• Quels groupes seront les plus affectés positivement ou négativement par les mesures d'adaptation proposées?</li> </ul> <p>(Source : OCDE, 2009)</p> |

**Tableau 1.3 : Questions favorisant la prise en compte des changements climatiques dans une ÉES (suite)**

| Étape de l'ÉES   | Questions de départ  |
|--|--|
| Cadrage des enjeux   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels sont les risques liés au climat qui affectent actuellement la zone d'implantation du programme?</li> <li>• Y a-t-il eu des changements considérables au climat qui ont été observés au cours des trente dernières années?</li> <li>• Quel est le niveau de développement de la région et quelle sera son évolution au cours des dix à vingt prochaines années?</li> <li>• En tenant compte des réponses aux questions ci-dessus, à quel degré les secteurs vulnérables seront-ils affectés par les futurs risques climatiques?</li> </ul> <p>(Source : Hammil &amp; Tanner, 2011, traduit de l'anglais dans le cadre de ce présent mémoire)</p> |
| Analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Y a-t-il un risque que la mise en œuvre des activités proposées au stade de la planification du programme conduise à un accroissement de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains?</li> <li>• L'adaptation aux changements climatiques pourrait-elle être facilitée grâce à la mise en œuvre de mesures additionnelles de réduction de risques?</li> </ul> <p>(Source : OCDE, 2009)</p>  |

**Tableau 1.3 : Questions favorisant la prise en compte des changements climatiques dans une ÉES (suite)**

| Étape de l'ÉES  | Questions de départ   |
|---|---|
| Analyse des alternatives ainsi que de l'alternative zéro                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En considérant le même scénario d'évolution du climat, serait-il possible de planifier d'autres options qui pourraient être plus efficaces au cas où le programme proposé risque de ne pas produire les résultats voulus en raison des effets du changement climatique?</li> <br/> <li>• En cas de modification des prévisions concernant l'évolution du climat, les stratégies d'adaptation proposées représenteront-elles toujours des interventions valables? Jusqu'à quel degré?</li> </ul> <p>(Source : OCDE, 2009)</p> |
| Plans ou actions recommandées pour assurer le suivi des recommandations | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'efficacité des mesures d'adaptation du point de vue du développement pourrait-elle être mesurée à partir d'outils et d'indicateurs précis?</li> <br/> <li>• Comment doit être assuré le suivi et l'évaluation de ces indicateurs?</li> <br/> <li>• La réalisation des objectifs du programme a-t-elle été affectée par un incident ou une évolution climatique quelconque? Dans l'affirmative, ce risque avait-il été pris en considération au cours de la réalisation de l'ÉES?</li> </ul> <p>(Source : OCDE, 2009)</p>   |

La prise en compte des changements climatiques peut être renforcée dans le processus de réalisation d'une ÉES grâce à l'intégration des outils énumérés à la prochaine section.

### **1.3 Énumération des différents outils de prise en compte des changements climatiques**

Il existe plus d'une dizaine d'outils de prise en compte des changements climatiques développés par diverses institutions à l'intention de différents types d'utilisateurs et qui peuvent être intégrés aux ÉES. Ceux-ci sont énumérés au tableau 1.4. Ils ne répondent cependant pas tous à la procédure générale de gestion des risques climatiques, qui sera décrite en détail à la prochaine section. Certains outils servent à dégager des informations sur la variabilité climatique et les secteurs vulnérables et peuvent être utilisés comme données d'entrée lors de l'application des outils de gestion des risques climatiques alors que d'autres se présentent sous la forme d'un réseau à travers lequel les utilisateurs partagent leurs expériences vécues.

**Tableau 1.4 : Énumération des différents outils de prise en compte des changements climatiques**

| Outil                         | Organisation   | Groupes cibles   |
|-------------------------------|--|--|
| Adaptation Learning Mechanism | PNUD   | Organisations intergouvernementales, représentants de gouvernements nationaux ou locaux, secteurs privés, etc.                     |
| CEDRA                         | TEARFUND   | Agences nationales et internationales et organismes de secours, gouvernements nationaux, responsables des prises de décisions      |
| CI-GRASP                      | Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Potsdam Institute for Climate Impact Research | Ministères, agences gouvernementales, spécialistes sectoriels, agences d'aide au développement, organisations non gouvernementales |
| CP                            | GIZ  | Équipe de la GIZ, partenaires, experts dans le domaine de l'aide au développement  |

**Tableau 1.5 : Énumération des différents outils de prise en compte des changements climatiques (suite)**

|                               |  |  |
|-------------------------------|--|--|
| CRiSTAL                       | IISD, Fondation suisse pour le développement et la coopération internationale, SEI, UICN | Planificateurs et gestionnaires de projets à l'échelle communautaire.  |
| ORCHID                        | DFID, IDS  | Gestionnaires de programmes pour les agences d'aide au développement   |
| PRECIS                        | Met Office Hadley Center   | Non destiné à un groupe spécifique.  |
| USAID Guidance Manual         | USAID  | Responsables de prise de décision (planificateurs et gestionnaires de projet)                                  |
| Coastal Adaptation Guidebook  | USAID  | Planificateurs de projets et responsables de prises de décisions pour des projets situées en régions côtières. |
| WeADAPT                       | SEI  | Responsables de prise de décision (planificateurs et gestionnaires de projet)                                  |
| World Bank CC Knowlege Portal | Banque Mondiale  | Responsables de prise de décision (planificateurs et gestionnaires de projet)                                  |

Source : Porsché, Lacy, Sabass & Wils, 2009 (traduit de l'anglais dans le cadre du présent mémoire)

L'application de chaque outil n'est pas uniquement réservée aux groupes cibles identifiés au tableau ci-dessus. Ces outils peuvent en effet être appliqués par les différents types d'utilisateurs énumérés au tableau 1.5.

**Tableau 1.6 : Types d'utilisateurs**

|   |
|---|
| <b><u>Sur une base volontaire</u></b>   |
| Utilisateurs n'ayant pas reçu de formation concernant l'application d'un de ces outils mais qui sont conscients de leur existence grâce à leurs réseaux professionnels ou suite à leurs propres recherches. |
| <b><u>Personnel formé</u></b>   |
| Utilisateurs ayant reçu une formation et capables de les appliquer dans leur milieu professionnel sans aucune incitation, support technique ou financier.   |
| <b><u>Dans le cadre d'un projet</u></b>   |
| Utilisateurs qui l'appliquent dans le cadre d'un projet spécifique qui dispose d'un budget préétabli, réservé à l'étude sur les changements climatiques.  |
| <b><u>Dans le cadre d'une mission spécifique</u></b>  |
| Utilisateurs recrutés pour appliquer un outil dans le cadre de la conception et la gestion de nouvelles stratégies d'aide au développement  |

Source : Hammil & Tanner, 2011 (traduit de l'anglais et adapté dans le cadre du présent mémoire)

La répartition des outils en différentes catégories est effectuée au tableau 1.6. Les outils faisant partie de la première catégorie permettent une gestion complète des risques climatiques et respectent la procédure générale de gestion, décrite à la section 1.4.

**Tableau 1.7 : Catégorisation des outils d'adaptation existants**

| <b>Catégorie</b>                             | <b>Description</b>  | <b>Exemple</b>  |
|--|---|---|
| 1 (gestion complète des risques climatiques) | Ces outils guident l'utilisateur dans la collecte et l'analyse de données qui permettent : <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'identifier des risques climatiques qui constituent un obstacle à l'atteinte des objectifs de développement;</li> <li>• d'analyser et évaluer les stratégies d'adaptation en vigueur.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ORCHID</li> <li>• CRiSTAL</li> <li>• CP</li> <li>• CEDRA</li> <li>• Coastal Adaptation Guidebook</li> <li>• USAID Guidance Manual</li> </ul> |
| 2 (fourniture d'informations)                | Ces outils permettent de dégager des informations sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les données projetées de températures et de pluviométrie;</li> <li>• les impacts des risques climatiques;</li> <li>• les secteurs vulnérables et leurs capacités d'adaptation.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CI- GRASP</li> <li>• PRECIS</li> <li>• World Bank CC Knowledge Portal</li> </ul>   |
| 3 (partage des connaissances)                | Réseau à travers lequel les utilisateurs partagent leurs connaissances et expériences vécues concernant les risques climatiques et les stratégies d'adaptation.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptation Learning Mechanism</li> <li>• weAdapt</li> </ul>  |

Source : Hammil & Tanner, 2011 (traduit de l'anglais et adapté dans le cadre du présent mémoire)

#### **1.4 Description de la procédure générale de gestion des risques climatiques**

Les outils faisant partie de la catégorie 1, décrite au tableau 1.6, répondent à la procédure générale de gestion des risques climatiques. Cette procédure est définie comme “une évaluation systématique des risques associés à la variabilité du climat ainsi que l’élaboration de stratégies d’adaptation efficaces et équitables afin d’atténuer l’impact de ces risques et créer des opportunités pour la réduction de la pauvreté” (Tanner, 2008, définition traduite de l’anglais dans le cadre du présent mémoire). Elle débute par une phase de sensibilisation des principaux acteurs d’aide au développement à la problématique des changements climatiques. Un tri préliminaire des différents programmes est ensuite effectué afin de retenir, pour une analyse approfondie, ceux qui présentent un risque élevé. Les stratégies d’adaptation à mettre en place, afin d’atténuer les impacts négatifs des risques climatiques, sont par la suite établies. Le principe de l’adaptation sera élaboré plus en détail à la prochaine section. La procédure, résumée au tableau 1.7, se termine par une phase de suivi et d’évaluation des pertes évitées et des bénéfices engendrés par les stratégies mises en place.

**Tableau 1.8 : Méthodologie générale de gestion des risques climatiques**

| <b>Étapes de la méthodologie de gestion des risques climatiques</b> | <b>Sous-étapes</b>            | <b>Description</b>   |
|---|-------------------------------|--|
| Communication   | Sensibilisation et engagement | Sensibilisation des principaux acteurs à la problématique des changements climatiques.   |
| Cadrage   | Pré-Cadrage                   | Examen des projets à retenir ou à éliminer pour une analyse approfondie.   |
|   | Cadrage du risque             |  |
| Évaluation  | Évaluation du risque          | Détermination de la nature et de l'étendue du risque grâce à une évaluation de la vulnérabilité des secteurs.  |
|   | Analyse du risque             | Analyse des impacts courants et projetés des aléas climatiques et identification des stratégies de gestion qui permettraient de minimiser les impacts négatifs des risques liés au climat. |
|   | Évaluation des stratégies     | Évaluation de la pertinence et l'efficacité des stratégies.  |
| Implantation  | Implantation                  | Proposition d'un programme de mise en œuvre des stratégies d'adaptation proposées  |
| Suivi et évaluation   | Suivi et évaluation           | Suivi et évaluation des bénéfices engendrés par les mesures mises en place.  |

Source : Hammil & Tanner, 2011 (traduit de l'anglais et adapté dans le cadre de ce présent mémoire)

## **1.5 Adaptation aux changements climatiques**

L'objectif de cette section consiste à décrire les différentes échelles d'adaptation et les différentes méthodes utilisées pour la classification des stratégies d'adaptation.

### **1.5.1 Description des différentes échelles d'adaptation aux changements climatiques**

Selon Persson & Klein, 2008, il existe trois échelles d'adaptation aux changements climatiques.

Celles-ci sont résumées ci-dessous :

- adaptation à l'échelle macro, c'est-à-dire, à un ensemble de programmes d'aide au développement, répartis dans plusieurs pays. Ce type d'adaptation requiert des modifications à la répartition des budgets et aux priorités attribuées à l'aide au développement;
- adaptation à l'échelle meso, c'est-à-dire à l'échelle d'un pays et requiert des modifications aux priorités fixées à l'échelle nationale et à la planification nationale et sectorielle des programmes;
- adaptation à l'échelle micro, c'est-à-dire, aux besoins communautaires locaux et requiert des modifications à la conception des projets.

La réalisation de ce travail permettra d'affirmer si l'application d'outils de prise en compte des changements climatiques favorisera l'adaptation aux changements climatiques à plusieurs échelles ou si elle sera limitée à une seule.

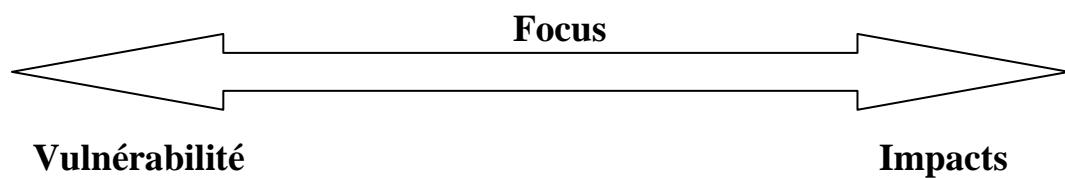
### **1.5.2 Méthodes utilisées pour la classification des stratégies d'adaptation**

Selon Tanner & Biot, 2009, il existe deux types de classification des stratégies d'adaptation. Le premier type consiste à séparer les stratégies d'adaptation en trois groupes, soient les structurelles, c'est-à-dire, celles qui sont nécessitent la construction d'infrastructures, telles que la conception de routes résistantes aux inondations ou l'amélioration des systèmes d'irrigation; les stratégies de nature politique, c'est-à-dire qui exigent des changements majeurs aux lois, règlementations et mécanismes de coordination institutionnels et les non structurelles et apolitiques, qui proposent l'implantation de nouveaux systèmes et de nouvelles méthodes d'adaptation et qui ne requièrent ni la construction directe d'infrastructures ni de changements aux lois et règlementations nationales.

Le deuxième type de classification, décrit au tableau 1.8, établit un spectre de stratégies dont certaines se concentrent sur la réduction de la vulnérabilité des secteurs alors que d'autres visent à répondre aux impacts directs des changements climatiques.

**Tableau 1.9 : Spectre de stratégies d'adaptation**

| Élimination des facteurs de vulnérabilité  | Renforcement des capacités d'intervention   | Gestion des risques climatiques  | Lutte contre les impacts directs des changements climatiques   |
|--|---|--|--|
| Amélioration des facteurs fondamentaux pour la réduction de la vulnérabilité avec une attention limitée aux facteurs climatiques<br>(Exemple : amélioration du système de santé, d'éducation et du droit des femmes) | Mise en place de systèmes robustes pour le renforcement des capacités et prise en compte des facteurs climatiques<br>(Exemple : processus de communication et de planification, suivis météorologiques, pratiques de gestion des ressources naturelles) | Intégration des informations liées au climat aux processus de prise de décision pour l'atténuation des effets néfastes des changements climatiques sur les principaux moyens d'existence<br>(Exemple : mise en valeur des cultures adaptées aux conditions extrêmes sécheresse ou d'infrastructures résistantes aux aléas climatiques sévères) | Concentration exclusive sur les impacts des risques climatiques, en dehors de la variabilité du climat.<br>(Exemple : lutte contre l'élévation du niveau de la mer et la fonte des glaciers) |



Source : Tanner & Biot, 2009 (traduit de l'anglais dans le cadre du présent mémoire)

Les stratégies d'adaptation faisant partie de la catégorie “gestion des risques climatiques” garantissent l'atténuation des effets néfastes des changements climatiques sur les secteurs, à la différence de celles incluses dans la catégorie “renforcement des capacités d'intervention” qui visent uniquement à réduire la vulnérabilité des secteurs.

Les stratégies d'adaptation résultant de l'application au PNIP, des outils sélectionnés au prochain chapitre, seront classées selon ces deux types de classification afin de comparer les différents types de stratégies obtenues.

## **1.6 Conclusion**

Les outils de prises en compte des changements climatiques qui satisfont la procédure de gestion des risques climatiques peuvent, s'ils sont intégrés aux processus de prises de décisions, contribuer au succès des programmes et projets d'aide au développement en empêchant les paramètres climatiques de constituer un obstacle à l'atteinte des objectifs fixés. L'objectif des quatre derniers chapitres est d'analyser si CP, ORCHID et CRiSTAL peuvent être intégrés aux ÉES et permettent de renforcer la prise en compte des changements climatiques dans ce processus d'évaluation environnementale.

## **CHAPITRE 2. DESCRIPTION DE LA DÉMARCHE DE RECHERCHE**

L'objectif du présent chapitre consiste à présenter la justification du choix du PNIP et des outils CP, ORCHID et CRiSTAL. À cet égard, une brève synthèse de ce programme dont l'ÉES a été réalisée par M. Seydou Keita et une équipe d'experts dans différents domaines et dont le rapport intitulé “*Évaluation environnementale stratégique (EES) du programme national d'irrigation de proximité (PNIP)*” a été finalisé en 2010, sera d'abord présentée. Elle sera suivie d'une explication des raisons qui ont poussé l'auteur à sélectionner ces trois outils pour sa présente étude. Les critères de comparaison en vue de leur intégration à une ÉES seront ensuite établis.

### **2.1 Aperçu général du PNIP**

Le PNIP, développé par le Gouvernement de la République du Mali, en Afrique de l'Ouest, en collaboration avec un regroupement de bailleurs de fonds multilatéraux et bilatéraux dont fait partie la GIZ, est mis en œuvre par la Direction Nationale du Génie Rural (DNGR) et doit jouer un rôle clé dans le redressement économique des régions. L'irrigation de proximité est définie comme comprenant “*tout aménagement identifié et réalisé avec l'implication des communautés locales, visant à créer des zones de production agricole rentables, exploitables et gérables de façon durable par les bénéficiaires eux-mêmes ainsi que le développement des petits aménagements hydro-agricoles de proximité, notamment des Petits Périmètres Irrigués Villageois (PPIV), des bas-fonds aménageables et des petites plaines inondables, incluant les oueds, les oasis, etc.*” (Keita, S., et al., 2010).

Ce programme a été conçu afin de lutter contre la pauvreté, assurer la sécurité alimentaire et améliorer le cadre institutionnel et les expertises publiques et privées pour la promotion de l'irrigation de proximité. La réalisation de ce programme doit englober plusieurs activités dont : la construction et la réhabilitation d'ouvrages hydro-agricoles, la création de plans d'eau, l'exploitation de superficies rizicoles, d'étangs piscicoles et de zones de pâturages, la mise en culture de périmètres aménagés ainsi que la construction ou la réhabilitation de pistes de production rurales (Keita, S., et al., 2010).

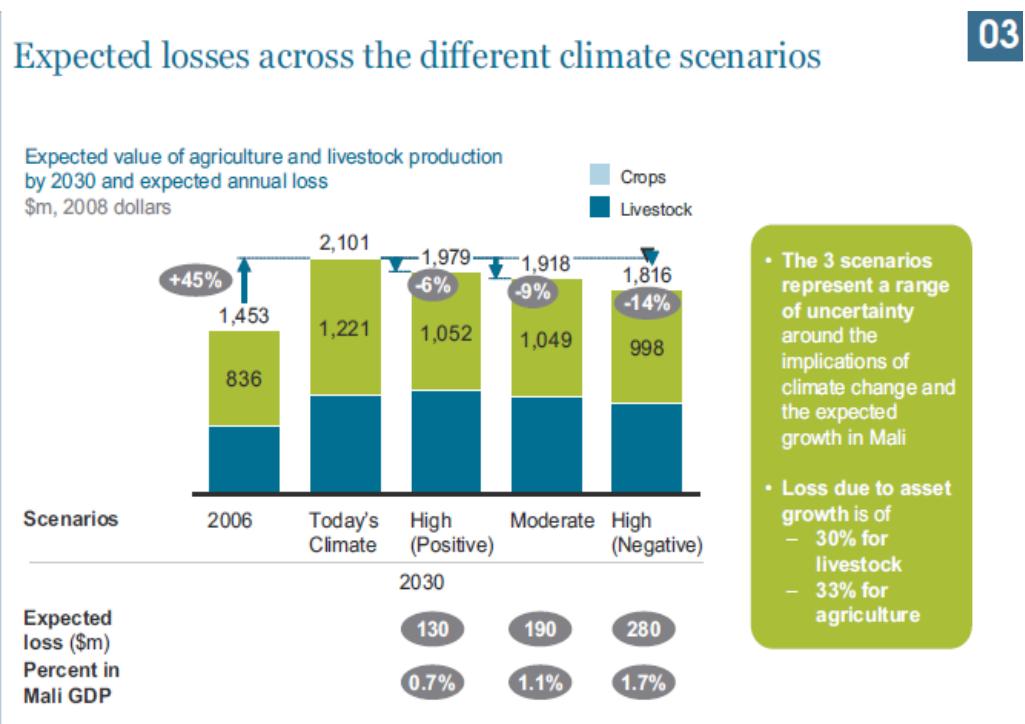
Ce programme a été choisi pour cette étude de cas parce qu'il est de large envergure et s'étend à toute l'échelle du Mali (Communication personnelle de M. Doudou Touré, expert en génie rural ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP, 2010) et comporte de façon intrinsèque des éléments importants de risques liés aux changements climatiques. Il touche en effet aux secteurs agropastoraux et hydriques qui permettent de faire vivre une partie importante de la population du Mali et subissent de plein fouet les effets néfastes des changements climatiques. Ce programme risque d'être affecté par la hausse des températures et la diminution de la pluviométrie qui se traduiront par une réduction du volume des ressources hydriques destinées à l'irrigation et un mauvais rendement des productions agropastorales (Keita, S., et al., 2010). L'impact anticipé des changements climatiques sur le déroulement du PNIP et sur les différents secteurs doit donc être étudié et l'application du CP, d'ORCHID et de CRiSTAL à ce programme sera effectuée. Il est à noter qu'au moment de la recherche, l'exécution du PNIP n'avait pas encore commencé : aucune décision concernant le calendrier d'exécution des travaux et le budget à investir n'avait encore été prise (Communication personnelle de M. Seydou Keita, responsable de l'élaboration de l'ÉES du PNIP, 2010).

Indépendamment du PNIP, le Mali, comme la plupart des pays en voie de développement, a établi un Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA) qui identifie les risques climatiques, les différents secteurs vulnérables et les stratégies d'adaptation à mettre en œuvre. Le PANA du Mali établit une liste de 19 stratégies d'adaptation qui sont décrites à l'annexe 1 de ce mémoire. Il a été rédigé, entre les périodes d'avril 2005 et décembre 2006, par le Ministère de l'Équipement et des Transports du Mali (MET) et la Direction Nationale de la Météorologie (DNM). Ce programme, disposant d'un budget de 200 000 euros (environ 282 000 \$US), a été entièrement financé par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) (Atkins International, 2006). Le PANA doit être un référentiel important pour le choix d'un éventail éventuel de mesures d'atténuation et d'adaptations à intégrer au PNIP.

Enfin, bien que selon Yohe, G. et al., 2006, le Mali ne fasse pas partie de la liste des 10 pays les plus vulnérables aux changements climatiques, une étude indépendante réalisée par un groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques a néanmoins montré que la valeur monétaire des récoltes au Mali, estimée à 836 millions de dollars US en 2006, serait de 1.221 milliards en 2030 si les tendances climatiques actuelles se poursuivaient. Cette valeur

réduirait toutefois à 998 millions en cas de scénario négatif de changements climatiques qui se traduirait par une hausse des températures de 1.4 °C et une diminution de la pluviométrie de 10.6 %. Des pertes de 223 millions de dollars pourraient donc être envisagées. Un scénario positif de changements climatiques qui se traduirait par une hausse de températures de 0.9 °C et une augmentation de la pluviométrie de 8.1 % serait responsable d'une perte de 169 millions de dollars. Enfin, un scénario modéré de changements climatiques qui se traduirait par une hausse des températures de 1.2 °C et une diminution de la pluviométrie de 2.2 % causerait des pertes de 172 millions de dollars (Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques, 2009).

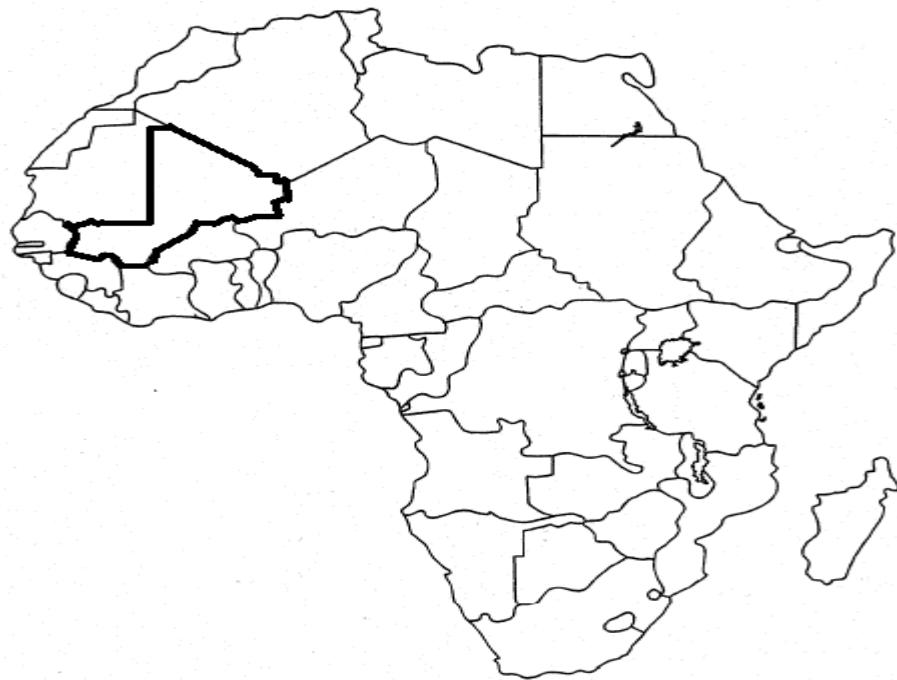
Ces estimations sont illustrées à la figure 2.1.



**Figure 2.1 : Valeur monétaire des pertes de production agricoles et pastorales au Mali dues aux changements climatiques**

Source : Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques, 2009

Une carte de l'Afrique qui délimite les frontières du Mali est présentée à la figure 2.2, afin de permettre au lecteur de repérer ce pays dans les cartes mondiales qui seront présentées aux prochaines sections.



**Figure 2.2 : Carte de l'Afrique et localisation du Mali**

Source : Ministère de l'apprentissage de la Saskatchewan, 2011

## **2.2 Outils retenus dans le cadre de l'analyse effectuée dans le cadre de ce présent mémoire**

Les outils CP, ORCHID et CRiSTAL seront retenus dans le cadre de cette étude et seront comparés lors de leur intégration à une ÉES, selon les éléments et critères établis par l'auteur et décrits à la grille d'évaluation dressée au tableau 2.1. Ils font en effet partie des outils de la catégorie 1, selon le tableau 1.6, et répondent aux trois principes clés de l'OCDE concernant l'adaptation aux changements climatiques, qui sont résumés ci-dessous.

- L'intégration de cette problématique dans les processus d'élaboration de programmes nationaux, sectoriels, locaux ou des projets.
- L'identification de points d'entrée qui permettent aux stratégies d'adaptation d'être intégrées aux processus de planification. Cet aspect sera décrit en détails à la prochaine section.
- L'application d'un prisme climatique à un programme, c'est-à-dire l'étude de l'ampleur à laquelle il risque d'être affecté par les changements climatiques, l'évaluation du degré de prise en compte des impacts associés lors de son élaboration et l'analyse de la nécessité d'intégrer l'adaptation afin de faire face aux risques envisagés.

Les autres outils faisant partie de la catégorie 1 ne seront pas analysés. En effet, le “USAID Guidance Manual” et CEDRA n’adoptent pas une approche aussi rigoureuse que CP, ORCHID et CRiSTAL. Enfin, le “Coastal adaptation Guidebook” ne peut être appliqué au Mali car il se concentre sur la vulnérabilité et l’adaptation en zone côtière.

**Tableau 2.1 : Grille de comparaison entre les outils CP, ORCHID et CRiSTAL**

| <b>Éléments et critères de comparaison</b>   |
|--|
| <b>1- Collecte de données (visites de terrain et consultations avec les parties prenantes, travaux du GIEC, PANA)</b>                                      |
| <b>2- Cadrage des enjeux (degré de subjectivité laissée à l’utilisateur)</b>   |
| <b>3- Analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés (consistance de la démarche proposée avec la procédure d’analyse d’impacts)</b> |
| <b>4- Préparation du PCGES</b>   |
| 4.1- Nombre de catégories de mesures incluses  |
| 4.2- Objectifs visés à travers l’élaboration de stratégies d’adaptation  |
| 4.3- Proposition d’un exercice de priorisation des stratégies d’adaptation   |
| <b>5- Plan de suivi des recommandations (imposition d’une méthodologie à adopter)</b>  |
| <b>6- Coûts et durées</b>  |
| 6.1- Coût de l’application   |
| 6.2- Durée de l’application  |
| <b>7- Efficacité de l’intégration aux cycles de planification de programmes et de projets</b>  |

Les outils seront tout d’abord comparés selon le type de données nécessaires à leur application. Sur le plan du cadrage des enjeux, l’outil idéal serait celui qui reprendrait la définition la plus

complète de cet aspect tout en laissant le moins de subjectivité possible à l'utilisateur. En effet, la définition d'un enjeu ou d'un secteur vulnérable peut varier d'un utilisateur à un autre tout en étant incomplète.

L'outil qui permettrait d'entreprendre la meilleure analyse possible des effets génériques des activités du programme sur les enjeux identifiés et qui suivrait la procédure idéale d'analyse d'impacts sera aussi identifié.

Les outils seront ensuite comparés selon les catégories de mesures qu'ils pourraient inclure dans le PCGES d'une ÉES. L'outil idéal serait celui qui engloberait des stratégies d'adaptation pour faire face aux impacts des risques climatiques et des mesures d'atténuation face aux impacts négatifs des activités du programme ou projet. Ils seront aussi comparés selon la démarche qu'ils suggèrent pour entreprendre une analyse multicritère des stratégies d'adaptation. La démarche proposée par chacun pour effectuer un exercice de suivi des mesures et recommandations mises en œuvre sera aussi évaluée.

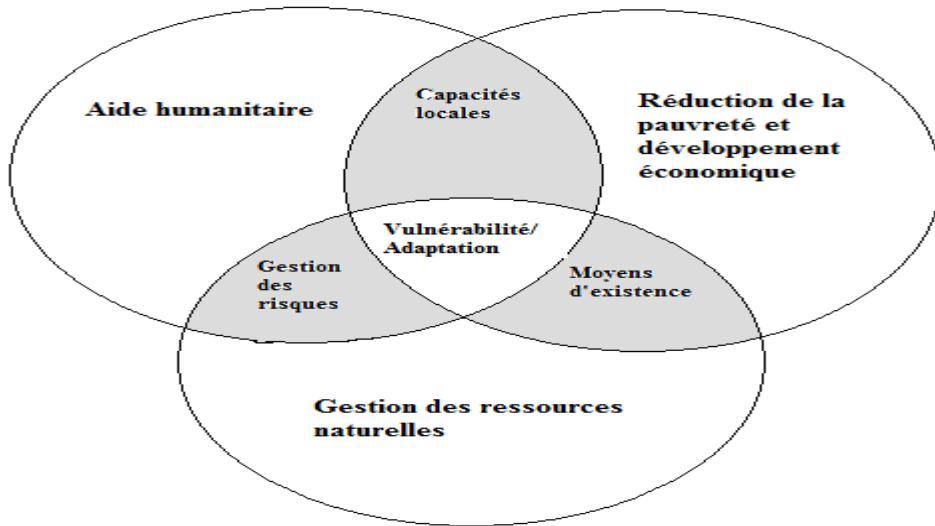
De plus, l'outil le moins coûteux et dont la durée d'application est la plus courte serait jugé le plus approprié.

Les outils seront finalement comparés quant à l'efficacité de leur intégration aux cycles de planification de programmes ou projets.

Il convient de souligner que l'analyse des conditions climatiques de départ et la modélisation de leurs tendances n'est pas incluse dans cette grille car cette étape est un requis préliminaire et se fait de manière similaire lors de l'application pour chacun de ces trois outils.

### **2.3 Identification de points d'entrée pour l'adaptation aux changements climatiques**

L'aide humanitaire (1), la réduction de la pauvreté et le développement économique (2) ainsi que la gestion des ressources naturelles (3) constituent les trois piliers de l'aide au développement qui doivent être adaptés aux changements climatiques (Eriksen & Naess, 2003). Les interfaces entre ces trois thèmes sont mises en valeur à la figure 2.3 ci-dessous et représentent les trois principaux points d'entrée pour l'adaptation.



**Figure 2.3 : Interface entre les axes stratégiques de la coopération pour le développement**

Source : Eriksen & Naess, 2003 (traduit de l'anglais dans le cadre du présent mémoire)

Les moyens d'existence sont une interface entre la réduction de la pauvreté et la gestion des ressources naturelles. En effet, ils sont conçus grâce aux ressources naturelles disponibles à la population et constituent une stratégie essentielle pour la réduction de la pauvreté.

Les capacités locales sont une interface entre l'aide humanitaire et la réduction de la pauvreté. Le renforcement des capacités locales et institutionnelles est nécessaire pour la réduction de la vulnérabilité et pour l'atténuation des effets des évènements météorologiques extrêmes ciblés par les programmes d'assistance humanitaire.

Enfin, la gestion des risques est une interface entre l'aide humanitaire et la gestion des ressources naturelles. La gestion des risques réfère à la réduction des risques de catastrophe à travers la mise en place, entre autres, de système d'alerte précoce et d'infrastructures pour la protection face aux impacts des évènements extrêmes et la cartographie des zones les plus vulnérables dans une région donnée. Le recours à ces différents outils de gestion des risques permettra de réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains, d'identifier à l'avance les situations critiques et de diriger l'aide humanitaire vers les zones les plus vulnérables.

Des exemples de points d'entrée pour chacune de ces interfaces sont énumérés au tableau ci-dessous.

**Tableau 2.2 : Exemples de points d'entrée pour l'adaptation aux changements climatiques**

| Moyens d'existence  | Capacités locales  | Gestion des risques  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en compte du climat dans le développement économiques et des infrastructures.</li> <li>• Accès aux et viabilité des ressources communales et de la biodiversité.</li> <li>• Santé et éducation.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction aux technologies agricoles et pastorales modernes.</li> <li>• Diversification des cultures agricoles.</li> <li>• Recherches scientifiques pour l'identification des espèces agricoles et pastorales les mieux adaptées à l'évolution du climat.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systèmes d'alerte précoce.</li> <li>• Gestion des ressources naturelles.</li> <li>• PANA.</li> <li>• Renforcement des capacités locales pour la diffusion d'informations liées à l'évolution du climat.</li> <li>• Infrastructures de protection contre les impacts des changements climatiques.</li> </ul> |

Source : Eriksen & Naess, 2003

## 2.4 Conclusion

L'application de ces trois outils permettra de mesurer leur contribution à l'atteinte des objectifs de développement. Leur comparaison et les améliorations proposées permettront d'identifier une méthodologie qui inclut tous les aspects de l'ÉES et dicte la procédure à suivre pour la réalisation de chacun d'eux. Cette méthodologie, qui pourrait alors être intégrée aux processus de prise de décision des acteurs de l'aide au développement devrait aussi être optimale quant à la durée nécessaire et des coûts engendrés suite à son application.

## CHAPITRE 3. APPLICATION DU CP AU PNIP

L'objectif de ce chapitre est de revoir comment s'est effectuée l'application au PNIP, d'un premier outil de prise en compte des changements climatiques, le CP. Cet outil permet d'analyser les stratégies de développement par rapport aux défis et opportunités présents et futurs posés par les changements climatiques. La GIZ mentionne dans un document intitulé “*Expériences internationales Climate Proofing*” que cet outil peut être appliqué à l'échelle nationale, sectorielle, locale et des projets. Il est à noter que l'utilisation de cet outil n'est pas limitée aux partenaires de la GIZ et peut inclure la participation de diverses parties prenantes telles que les bailleurs de fonds, les organisations nationales et internationales et le secteur privé. Selon Fröde & Kloss, 2010, la méthodologie a été initialement développée pour l'évaluation des risques climatiques associés aux projets des agences allemandes d'aide au développement mais a été modifiée par la suite afin qu'elle puisse être appliquée à tous les projets issus des différentes coopérations techniques. Le CP peut être appliqué à des programmes ou projets déjà conçus ou en cours d'établissement (Hahn & Fröde, 2010).

Un court résumé de la démarche proposée sera d'abord présenté et le travail concernant son application au PNIP déjà entrepris par un expert en changements climatiques, M. Sidi Konaté sera synthétisé. Une étape semi-quantitative, qui consiste à procéder à une analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées dans le travail de M. Konaté, sera enfin ajoutée.

### 3.1 Aperçu de la démarche offerte par le CP

La première étape suggère à l'utilisateur de décrire l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du programme. Afin d'évaluer la nécessité d'entreprendre l'étude de la vulnérabilité et de l'adaptation, le secteur visé est ensuite identifié parmi une liste des secteurs dépendants des aléas climatiques. Cette liste, tirée du rapport intitulé “*Atelier de Formation et Lancement d'une Évaluation Environnementale Stratégique du Programme National d'Irrigation de Proximité*” rédigé par le professeur Michel Bouchard, est présentée ci-dessous.

- L'agriculture ou le développement rural.
- La foresterie ou la sylviculture.

- La gestion de ressources naturelles ou la conservation de la diversité biologique.
- La gestion de l'eau.
- La gestion des catastrophes naturelles.
- La santé.
- L'énergie.
- Le développement urbain, municipal ou régional.

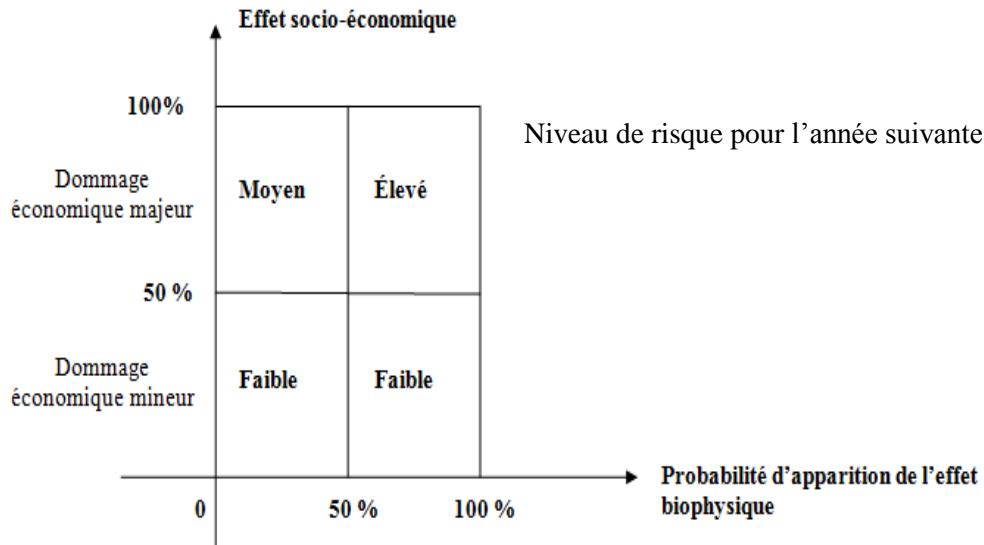
Les unités exposées (UE) définies comme “*une activité, un groupe, une région ou une ressource soumis à des stimuli climatiques*” (Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat [GIEC], 2001) sont ensuite établies à partir d'un examen de la nature du projet et de l'évolution des paramètres climatiques, de consultations avec les organismes de soutien technique concernés, des dires d'experts ou d'expériences antérieures (Bouchard, 2010). Elles se répartissent souvent selon les quatre catégories présentées au tableau 3.1.

**Tableau 3.1 : Catégories d'UE**

| Catégorie               | Exemple   |
|-------------------------|---|
| Écosystèmes             | Savanes, forêts, etc.   |
| Services écosystémiques | Ressources en eau, foresterie, élevage, agriculture, biodiversité, chasse, pêche, culture sèche, etc. |
| Systèmes anthropiques   | Bâtiments, routes, chemins de fer, agglomérations, villes, systèmes d'irrigation, etc.                |
| Régions menacées        | Zones inondables, zones arides, etc.  |

Source : Bouchard, 2010

Les effets biophysiques et socioéconomiques que les UE risquent de subir sont ensuite décrits. Le risque est évalué en fonction de l'ampleur des dommages pouvant être générés et de leurs fréquences d'apparition. Un exemple est illustré à la figure 3.1.



**Figure 3.1 : Approche adoptée par le CP pour la définition du risque**

Source : Hahn & Fröde, 2010

La prochaine étape propose de se servir des paramètres décrits au tableau 3.2 afin de concevoir une liste de stratégies d'adaptation ayant pour objectif d'atténuer les impacts négatifs des risques climatiques sur les UE. Une analyse multicritère est réalisée afin d'établir un ordre de priorité à ces stratégies.

**Tableau 3.2 : Paramètres servant de base à la sélection des stratégies d'adaptation**

| Critère                            | Description de la stratégie   |
|------------------------------------|---|
| Pertinence                         | - Doit être mise en place dans des zones vulnérables.<br>- Doit viser des objectifs à long terme<br>- Doit faire face à des dommages irréversibles. |
| Urgence                            | - Doit favoriser l'adaptation à des aléas climatiques qui peuvent se dérouler au moment présent ou dans un avenir proche.                           |
| Compatibilité                      | - Doit être compatible avec les activités en cours.<br>- Doit générer des impacts positifs sur plusieurs secteurs d'activité.                       |
| Effets positifs                    | - Doit engendrer des impacts positifs quel que soit le scénario de variations climatiques envisagé.   |
| Flexibilité                        | - Doit pouvoir être modifiée ou développée.   |
| Aspects économiques                | - Doit générer des bénéfices à long terme.<br>- Les ressources nécessaires à sa mise en œuvre doivent être gérées efficacement.                     |
| Acceptabilité politique et sociale | - Ne doit pas enfreindre les politiques du pays et ne doit pas aller à l'encontre des besoins de la société.  |

Source : Hahn & Fröde, 2010 (traduit de l'anglais dans le cadre du présent mémoire)

La dernière étape consiste à intégrer les stratégies d'adaptation proposées dans le processus de planification. Les questions suivantes, tirées du document intitulé “*Le Climate Proofing pour le développement*” rédigé par Mme Marlène Hahn et M. Alexander Fröde et publié en 2010, peuvent servir de référence.

- Quel est le meilleur moyen d'intégrer les stratégies d'adaptation dans la planification?
- La planification initiale doit-elle être nécessairement corrigée afin d'intégrer les stratégies d'adaptation?
- Des compétences techniques et/ou fonds additionnels sont-ils requis pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation?
- Y a-t-il un échéancier de réalisation des activités?

## **3.2 Application du CP au PNIP**

Cette section est divisée en deux parties. L'objectif de la première sous-section est d'effectuer un résumé du travail concernant l'application du CP au PNIP, déjà réalisé par M. Sidi Konaté. La deuxième sous-section a pour objectif de compléter ce travail en effectuant la priorisation des stratégies d'adaptation proposées grâce à la réalisation d'une analyse multicritère.

### **3.2.1 Résumé du travail antérieur réalisé**

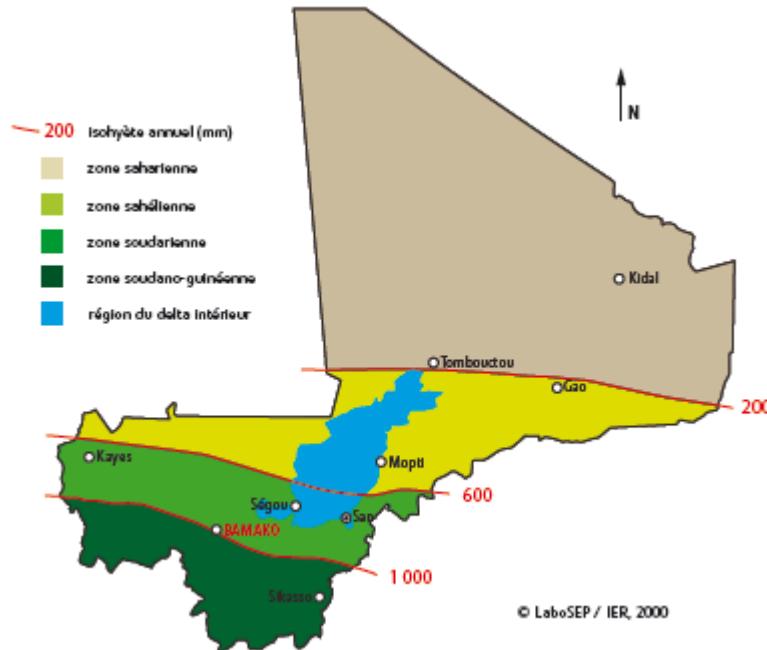
La description de l'évolution des paramètres climatiques, le choix des UE, la détermination des effets biophysiques et socioéconomiques et l'identification des stratégies d'adaptation sont les étapes qui ont été nécessaires à l'application du CP au PNIP. Celles-ci sont résumées aux prochains paragraphes.

#### **3.2.1.1 Description de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du projet et identification des secteurs visés**

La description de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du programme a porté sur la hausse des températures, la diminution de la pluviométrie et sa mauvaise répartition dans l'espace et le temps et l'augmentation de la fréquence d'apparition des phénomènes climatiques extrêmes (Keita, S., et al., 2010).

Une recherche complémentaire sur le climat actuel et sur les prévisions concernant son évolution future a été entreprise dans le cadre du présent mémoire. Celle-ci s'est appuyée sur l'étude réalisée aux horizons temporels 2025, 2050, 2075 et 2100, par trois experts en changements climatiques, M. Famouké Traoré, M. Abdoulaye Bayoko et M. Sidi Konaté (Traoré, F., Bayoko, A. & Konaté, S., 2010).

Tel qu'illustré à la figure 3.2, le Mali est divisé en quatre zones bioclimatiques. Les caractéristiques de chacune d'elles sont décrites au tableau 3.3.



**Figure 3.2 : Zones bioclimatiques du Mali**

**Tableau 3.3 : Caractéristiques des zones bioclimatiques du Mali**

| Zone bioclimatique | Type de climat            | Pluviométrie annuelle moyenne (mm) |
|--------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Saharienne         | Hyper aride et désertique | 0 à 250                            |
| Sahélienne         | Aride                     | 250 à 550                          |
| Soudanienne        | Subhumide à semi-aride    | 550 à 1100                         |
| Soudano-guinéenne  | Subhumide                 | Supérieur à 1100                   |

Source : Coulibaly, 2003

L'étude concernant l'évolution future des paramètres climatiques au Mali a été effectuée aux quatre zones bioclimatiques, grâce au Modèle de Circulation Général (MCG), "CSIRO- TR" et à trois niveaux de sensibilité du climat (bas, moyen, élevé). Le niveau bas prévoit, à l'horizon 2025, une hausse de 1.5 °C de la température moyenne de la surface du globe par rapport à la moyenne enregistrée entre les années 1961 à 1990. Les niveaux moyens et élevés prévoient une hausse de 2.5 et 4.5 °C respectivement. Les données de pluviométrie, d'humidité et de températures minimales, moyennes et maximales provenant de la DNM du Mali enregistrées depuis l'origine des stations jusqu'en 2000 ont été utilisées. Un bilan a été effectué entre les différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre considérés,

Les résultats de cette étude sont présentés au tableau 3.4, pour les trois niveaux de sensibilité du climat.  $\Delta T$  et  $\Delta P$  correspondent respectivement aux variations de températures et de pluviométrie, entre la moyenne enregistrée entre les années 1961 et 1990 et l'année 2025.

**Tableau 3.4 : Évolution des aléas climatiques au Mali jusqu'à l'année 2025**

|                      | Zone pré-guinéenne |                   | Zone soudanienne   |                   | Zone sahélienne    |                   | Zone saharienne    |                   |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                      | $\Delta T$<br>(°C) | $\Delta P$<br>(%) |
| <b>Niveau faible</b> | 0.62<br>à<br>0.68  | -2.4 à<br>-3.0    | 0.69 à<br>0.71     | -3.1 à<br>-4.0    | 0.72 à<br>0.75     | -4.1 à<br>-5.0    | 0.76 à<br>0.78     | -5.1 à<br>-8.0    |
| <b>Niveau moyen</b>  | 0.92<br>à<br>0.93  | -3.8 à<br>-4.0    | 0.94 à<br>1.00     | -4.1 à<br>-4.6    | 1.01 à<br>1.07     | -4.7 à<br>-6.2    | 1.08 à<br>1.15     | -6.3 à<br>-12     |
| <b>Niveau élevé</b>  | 1.24<br>à<br>1.30  | -4.5 à<br>-5.5    | 1.31 à<br>1.39     | -5.6 à<br>-7.0    | 1.40 à<br>1.47     | -7.1 à<br>-9.0    | 1.48 à<br>1.55     | -9.1 à<br>-16     |

Source : Traoré, F. et al., 2010

Il ressort de ces études, qu'à l'horizon 2025, les températures seront en hausse et les précipitations en diminution, pour les trois niveaux de sensibilité du climat. Ces différences se feront de plus en plus ressentir du sud vers le nord.

Cette étude a aussi été effectuée à des horizons temporels plus éloignés et a souligné une augmentation de la probabilité d'apparition de températures extrêmes entre les années 2025 et 2100 par rapport aux années 1961 à 1990.

Tel que mentionné au chapitre précédent, les secteurs hydriques et agropastoraux sont les principaux visés par ce programme.

### 3.2.1.2 Choix des UE

Une communication personnelle de M. Sidi Konaté a permis à l'auteur de décrire, dans cette section, la méthode qui a été suivie pour le choix des UE, lors de l'application du CP au PNIP.

L'application du CP au programme d'aménagement des eaux de surface et de gestion des ressources naturelles, Térékolé – Kolimmbiné-Lac Magui (TKLM), mis en œuvre par le Groupe de recherche et de réalisation pour le développement rural dans la région de Kayes a tout d'abord servi de référence au choix des UE. Des concertations ont eu lieu sur le terrain avec

différentes parties prenantes et leurs résultats ont été pris en compte pour établir la liste d'UE. Le PANA a aussi été analysé pour établir cette liste. Les UE dégagées sont :

- l'agriculture irriguée;
- les eaux de surface et souterraines;
- l'élevage;
- la gestion intégrée des forêts et pâturages.

### **3.2.1.3 Détermination des effets biophysiques et socioéconomiques**

Le rapport du programme TKLM et les visites de terrain effectuées, entre le 1<sup>er</sup> avril et le 10 avril 2010 par les experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP, dans plusieurs localités du Mali, ont aussi servi à la détermination des effets biophysiques et socioéconomiques des aléas climatiques sur les UE. Selon les travaux de M. Konaté, ceux-ci se traduiront, entre autres, par une baisse des rendements agricoles, une dégradation de la santé des animaux, un tarissement des nappes d'eaux de surface et souterraines et une réduction de la superficie des forêts menacées par une augmentation de la fréquence des incendies. Ces effets biophysiques conduiront à une baisse des revenus des paysans et éleveurs, une pénurie d'eau et à une non-viabilité des écosystèmes. Le risque pour chacun des impacts a par la suite été qualifié de faible, moyen ou élevé.

Ces analyses ont été intégrées à la réalisation de l'ÉES et ont été utilisées pour concevoir des mesures d'atténuation et d'adaptation dans le cadre du PCGES généré par l'ÉES du PNIP.

### **3.2.1.4 Identification des stratégies d'adaptation**

Les conclusions et mesures proposées dans l'ÉES du PNIP, suite aux analyses du CP, ont été comparées avec les mesures proposées dans le cadre du PANA du Mali. Environ une centaine de stratégies d'adaptation tirées du PANA ont été proposées et plusieurs d'entre elles visent en effet les mêmes objectifs. Celles qui ont été retenues dans le cadre de cette étude sont énumérées au tableau 3.5.

**Tableau 3.5 : Stratégies d'adaptation proposées suite à l'application du CP au PNIP**

| Stratégie d'adaptation proposée   | Stratégie du PANA équivalente  |
|---|--|
| Stratégie 1 : Multiplication des points d'eau   | Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau   |
| Stratégie 2 : Culture des espèces adaptées  | Vulgarisation des variétés améliorées et adaptées aux conditions climatiques des principales cultures vivrières            |
| Stratégie 3 : Diversification des sources de revenus  | Promotion des activités génératrices de revenus et développement des mutuelles   |
| Stratégie 4 : Constitution de stocks de sécurité alimentaire  | Promotion des banques de céréales  |
| Stratégie 5 : Préparation à la prévalence des maladies et promotion de mesures de lutte contre les organismes nuisibles | Mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques                    |
| Stratégie 6 : Pratiques adaptées- Conservation des eaux et des sols/ Défense et restauration des sols (CES/DRS)         | Développement des actions culturelles CES/DRS et de compostage   |
| Stratégie 7 : Intensification du conseil agricole   | Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire |
| Stratégie 8 : Lutte contre les incendies  | Gestion des feux de brousse  |

Source : Keita, S., et al., 2010

### **3.2.2 Travail additionnel réalisé dans le cadre du présent mémoire**

La priorisation des stratégies d'adaptation n'a pas été effectuée lors de l'application du CP au PNIP. Une analyse multicritère sommaire, présentée à la sous-section suivante, a été réalisée dans le cadre du présent mémoire afin de compléter le travail déjà réalisé.

### **3.2.2.1 Analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées**

Les stratégies d'adaptation ont été priorisées à l'aide de critères qui ont été développés dans le cadre de l'application du CP à la planification du développement local dans le delta du Mékong au Vietnam, effectuée par la GIZ en collaboration avec l'organisme “*International Fund for Agricultural Development*” (IFAD). Ceux-ci sont définis au tableau 3.6. Une importance majeure est accordée à la valeur monétaire requise pour la réalisation de chaque stratégie et aux bénéfices qui pourront être engendrés. Un score de 1 à 5 a été alloué, pour chacun des six critères, à chacune des huit stratégies d'adaptation proposées à la suite de l'application du CP au PNIP. Lors de l'application du CP au Vietnam, le score minimal a été accordé pour chaque critère à la stratégie qui correspond à la situation la plus souhaitable

**Tableau 3.6 : Critères utilisées pour la priorisation des stratégies d'adaptation lors de l'application du CP au Vietnam**

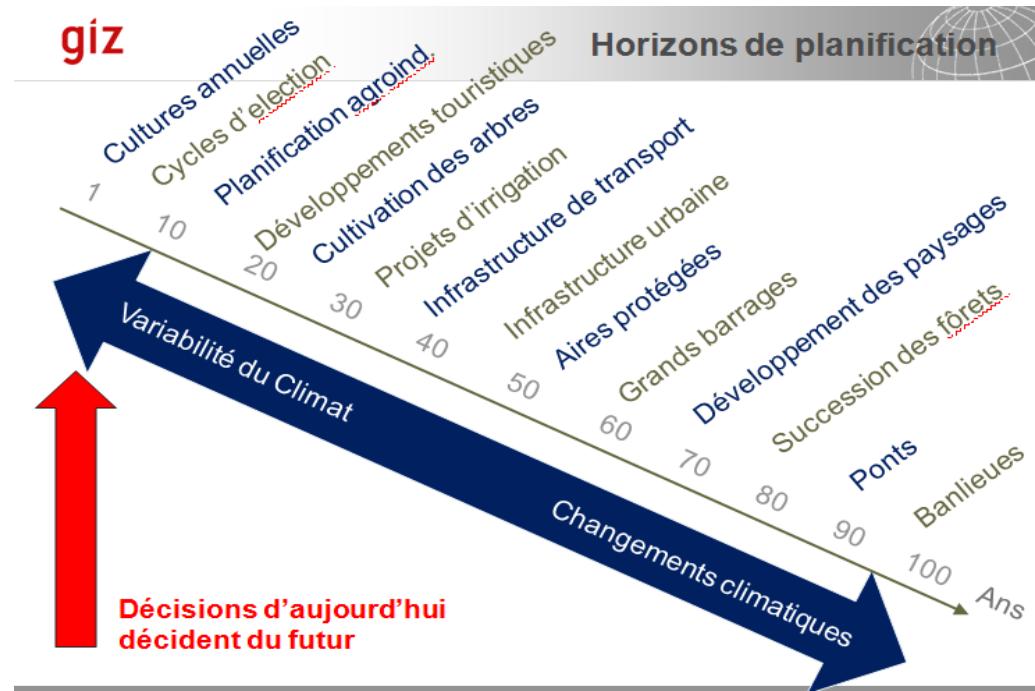
| <b>Liste de critères (Scores de 1 à 5, 1 correspondant à la situation la plus souhaitable)</b>  |
|---|
| <b>Critère 1 :</b> Les bénéfices générés par la réalisation de cette stratégie favorisent-ils l'adaptation aux changements climatiques?               |
| <b>Critère 2 :</b> Les coûts nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie sont-ils du même ordre de grandeur que les bénéfices engendrés?           |
| <b>Critère 3 :</b> Les ressources sont-elles disponibles pour le financement?   |
| <b>Critère 4:</b> Les bénéfices seront-ils réalisés à long terme?   |
| <b>Critère 5 :</b> L'horizon temporel de planification de la stratégie s'aligne-t-il avec l'horizon temporel de gestion des futurs aléas climatiques? |
| <b>Critère 6 :</b> La stratégie est-elle faisable sur le plan technique?  |

Source : Hahn & Fröde, 2010

Les scores attribués aux stratégies pour chacun des critères sont présentés sous forme de matrice au tableau 3.7. Le classement des stratégies par ordre de priorité est illustré au tableau 3.8. La justification des scores attribués à chacune des stratégies pour chacun de ces critères est fournie à l'annexe 2. Il est à noter que cinq points ont été accordés à un critère lorsque les données

n'étaient pas suffisantes pour permettre son évaluation pour une stratégie. Tel a été le cas pour la question de la faisabilité financière car les maîtres d'œuvre sont à la recherche de partenaires financiers pour le démarrage de toutes les stratégies à l'exception de celle concernant l'adoption de cultures adaptées aux futures conditions climatiques, qui a déjà débuté (Communication personnelle de M. Abdoulaye Bagayoko, coordonateur de l'élaboration du PANA au Mali, 2010)

Les quatrième et cinquième critères ont été combinés et les scores ont été attribués en fonction de l'horizon de planification de la stratégie et de l'étendue temporelle des bénéfices engendrés, qui ont été déduits à partir de la figure 3.3. Un point a été attribué aux stratégies 2, 5 et 8 car leur horizon de planification est assez éloigné et ne peut-être estimé avec précision. Deux points ont été attribués à la stratégie 6 qui vise le développement des paysages à travers la récupération des terres dégradées et la préservation des ressources naturelles. Quatre points ont été accordés aux stratégies 1 et 3 qui incluent l'irrigation dans leurs principales activités. Enfin, cinq points ont été attribués aux stratégies 4 et 7 qui ont été conçues pour éviter ou compenser des pertes en cultures vivrières dont l'horizon temporel ne dépasse pas une année et permettent de s'adapter à la variabilité du climat à très court terme.



**Figure 3.3 : Horizons de planification de différents types de projets**

Source : Künkel & Manasfi, 2010, adapté

**Tableau 3.7 : Analyse multicritère des stratégies obtenues suite à l'application du CP au PNIP (Note : le score le plus faible étant le meilleur)**

| Stratégie/<br>Critère                          | Critère<br>1 | Critère<br>2 | Critère<br>3 | Critère<br>4 | Critère<br>5 | Critère<br>6 | Total     |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Multiplication des points d'eau                | 1            | 5            | 5            | 4            | 4            | 1            | <b>20</b> |
| Culture des espèces adaptées                   | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 3            | <b>8</b>  |
| Diversification des sources de revenus         | 1            | 5            | 5            | 4            | 4            | 1            | <b>20</b> |
| Constitution de stocks de sécurité alimentaire | 3            | 5            | 5            | 5            | 5            | 3            | <b>26</b> |

**Tableau 3.7 : Analyse multicritère des stratégies obtenues suite à l'application du CP au PNIP (Note : le score le plus faible étant le meilleur) (suite)**

|   |   |   |   |   |   |   |           |
|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| Préparation à la prévalence des maladies et promotion de mesures de lutte contre les organismes nuisibles | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | <b>14</b> |
| Pratiques adaptées (CES/DRS)  | 1 | 5 | 5 | 2 | 2 | 3 | <b>18</b> |
| Intensification du conseil agricole   | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3 | <b>22</b> |
| Lutte contre les incendies  | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | <b>14</b> |

**Tableau 3.8 : Priorisation des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP**

| Rang             | Stratégie d'adaptation   |
|------------------|--|
| 1 <sup>er</sup>  | Vulgarisation des variétés culturales adaptées/ Culture des espèces adaptées   |
| 2 <sup>ème</sup> | - Gestion des feux de brousse/ Lutte contre les incendies<br>- Mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques |
| 4 <sup>ème</sup> | Développement des actions culturelles CES/DRS  |
| 5 <sup>ème</sup> | - Promotion des activités génératrices de revenus/<br>Diversification des sources de revenus<br>- Captage des eaux de ruissellement/ Multiplication des points d'eau   |
| 7 <sup>ème</sup> | Utilisation des informations météorologiques et contribution à la sécurité alimentaire/ Intensification du conseil agricole  |
| 8 <sup>ème</sup> | Promotion des banques de céréales/ Constitution de stocks de sécurité alimentaire  |

L'observation des résultats présentés au tableau 3.8, montre que différents secteurs sont représentés par les stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP. Afin d'enrichir l'analyse faite dans le cadre du présent mémoire, les huit stratégies proposées sont

groupées dans la prochaine section, selon les deux types de classification décrits à la section 1.5.2. Le PANA a été le cadre de référence pour la réalisation de cet exercice.

### **3.2.2.2 Classification des stratégies d'adaptation prioritaires**

Les stratégies d'adaptation proposées suite à l'application du CP au PNIP, sont classées au tableau 3.9, selon le premier type de classification, qui consiste à les séparer en 3 groupes, soient les stratégies structurelles, de nature politique et les non structurelles et apolitiques.

**Tableau 3.9 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP**

| <b>Stratégies d'adaptation structurelles</b> | <b>Stratégies d'adaptation de nature politique</b> | <b>Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques</b>   |
|--|--|---|
|  |  | Culture des espèces adaptées  |
|  |  | Lutte contre les incendies  |
|  |  | Mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques |
|  |  | Développement des actions culturelles CES/DRS   |
|  |  | Diversification des sources de revenus  |
|  |  | Multiplication des points d'eau   |
|  |  | Intensification du conseil agricole   |
|  |  | Constitution de stocks de sécurité alimentaire  |

Les stratégies d'adaptation prioritaires sont toutes non structurelles et apolitiques. Elles suggèrent en effet l'implantation de nouveaux systèmes et mécanismes qui permettront de s'adapter aux changements climatiques et ne requièrent ni la construction d'infrastructures, ni de changements dans les lois et règlements nationaux.

Ces stratégies prioritaires sont ensuite classées, au tableau 3.10, selon le deuxième type de classification, c'est-à-dire, si elles se concentrent sur la réduction de la vulnérabilité du secteur visé ou sur l'atténuation des impacts directs des changements climatiques.

**Tableau 3.10 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP**

| Élimination des facteurs de vulnérabilité | Renforcement des capacités d'intervention   | Gestion des risques climatiques                | Lutte contre les impacts directs des changements climatiques |
|---|---|--|--|
| Diversification des sources de revenus    | Mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques | Culture des espèces adaptées                   |  |
|   | Développement des actions culturelles CES/DRS   | Lutte contre les incendies                     |  |
|   | Intensification du conseil agricole   | Constitution de stocks de sécurité alimentaire |  |
|   | Multiplication des points d'eau   |  |  |

La diversification des sources de revenus est la seule stratégie classée dans la catégorie “élimination des facteurs de vulnérabilité”. Elle suggère d'introduire les femmes aux domaines de l'agriculture et de l'élevage et devrait être adoptée même en l'absence de certitudes concernant l'évolution des paramètres climatiques.

La mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques permet d'étudier la relation entre l'évolution du climat et la propagation d'épidémies afin de pouvoir estimer la probabilité future d'apparition des différents types de maladies. Les inondations, par exemple, ont de lourdes conséquences sur le secteur sanitaire. Elles sont responsables de l'apparition de maladies vectorielles telles que le paludisme et de maladies digestives liées à la contamination de l'eau (Segovia- Kueny, 2009). Cette stratégie pourra alors aboutir à la mise en place d'un système d'alerte précoce qui favorisera la

réduction de la vulnérabilité de la population en leur permettant de prendre des mesures nécessaires face à la propagation de ces maladies liées au climat. Elle ne garantira pas l’atténuation des impacts qui se feront ressentir en cas de hausse de températures et de déclenchement d’évènements météorologiques extrêmes.

Le développement des actions culturelles CES/DRS a pour objectif de lutter contre la malnutrition de la population due à la persistance de la sécheresse, qui est responsable de la faible productivité des terres. Cette stratégie permet de réduire la vulnérabilité de la population à travers la préservation des ressources naturelles et la réhabilitation des terres dégradées.

De plus, l’intensification du conseil agricole a été conçue afin de prévenir la population contre la survenue d’évènements météorologiques peu favorables aux cultures. Elle permettra aux exploitants agricoles de prendre les mesures qu’ils jugent nécessaires afin de réduire la vulnérabilité des cultures face aux aléas climatiques.

Enfin, la multiplication des points d’eau vise aussi la lutte contre la malnutrition, mais à travers la création de points d’eau d’alimentation en eau potable destinée à la population et au cheptel.

Ces stratégies ont été classées, dans le cadre de la présente étude, dans la catégorie “renforcement des capacités d’intervention” car elles permettent de réduire la vulnérabilité des secteurs sanitaires et agricoles mais ne garantissent pas l’atténuation des effets néfastes des changements climatiques, qu’ils risqueront de subir.

D’autre part, la culture des espèces adaptées propose aux agriculteurs d’exploiter les variétés culturales les plus résistantes aux futurs aléas climatiques. La lutte contre les incendies propose de mettre en place des comités locaux et des brigades anti-feux, ayant pour responsabilité d’intervenir en cas de déclenchement de tels évènements. Finalement, la constitution de stocks de sécurité alimentaire vise la création d’une banque à aliments qui assure la disponibilité continue en céréales. Ces trois stratégies ont été classées dans la catégorie “gestion des risques climatiques” car elles permettent d’atténuer les impacts qui se feront ressentir suite à une hausse de températures ou une diminution de la pluviométrie.

Aucune de ces stratégies ne favorise la lutte contre le déclenchement des phénomènes associés aux changements climatiques tels que l’élévation du niveau de la mer ou la fonte des glaciers.

Il ressort de ces analyses, que l'application du CP aboutit à l'établissement d'une majorité de stratégies d'adaptation de type non structurelles et apolitiques, dont certaines favorisent la réduction de la vulnérabilité des secteurs visés alors que d'autres permettent d'atténuer les impacts directs des changements climatiques qu'ils pourront subir.

Afin de valider ces conclusions, le même exercice est effectué pour les stratégies d'adaptation résultant de l'application du CP à deux programmes d'aide au développement au Vietnam, implantés dans les provinces de Tra Vinh et de Ha Tinh. Ils visent à renforcer l'accès de la population rurale à plusieurs marchés de l'emploi à travers le développement des processus et règlementations nécessaires (Weber, 2010). Les résultats, présentés à l'annexe 3, permettent de confirmer les conclusions concernant la nature des stratégies d'adaptation résultant de l'application du CP.

### **3.3 Conclusion**

L'application du CP à un programme permet, grâce à l'identification des secteurs touchés, (les UE) et à la description de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du programme, d'obtenir une estimation assez rapide des risques climatiques qui pourront menacer son déroulement. Elle aboutit aussi à une bonne analyse du risque qui tient compte des effets biophysiques et socioéconomiques des risques climatiques sur les UE et de leurs probabilités d'occurrence.

L'outil ne propose pas de méthode spécifique pour identifier entièrement les secteurs vulnérables et prioriser les stratégies d'adaptation. Il est possible d'enrichir cet outil en incluant une liste de critères qui doivent être considérés lors de la réalisation de l'exercice de priorisation. Aucune approche n'est aussi proposée pour assurer un suivi des mesures mises en place et évaluer l'atteinte des objectifs visés.

L'analyse multicritère qui a été entreprise dans le cadre de ce chapitre a abouti à prioriser des stratégies d'adaptation diversifiées. Cette analyse conduit enfin à l'établissement d'une majorité de stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques dont certaines favorisent la réduction de la vulnérabilité alors que d'autres permettent d'atténuer les impacts des risques climatiques sur les différents secteurs.

## **CHAPITRE 4. APPLICATION D'ORCHID AU PNIP**

L'objectif de ce chapitre est de présenter l'outil ORCHID. Un court résumé de la démarche suggérée sera effectué et sera suivi de son application au PNIP.

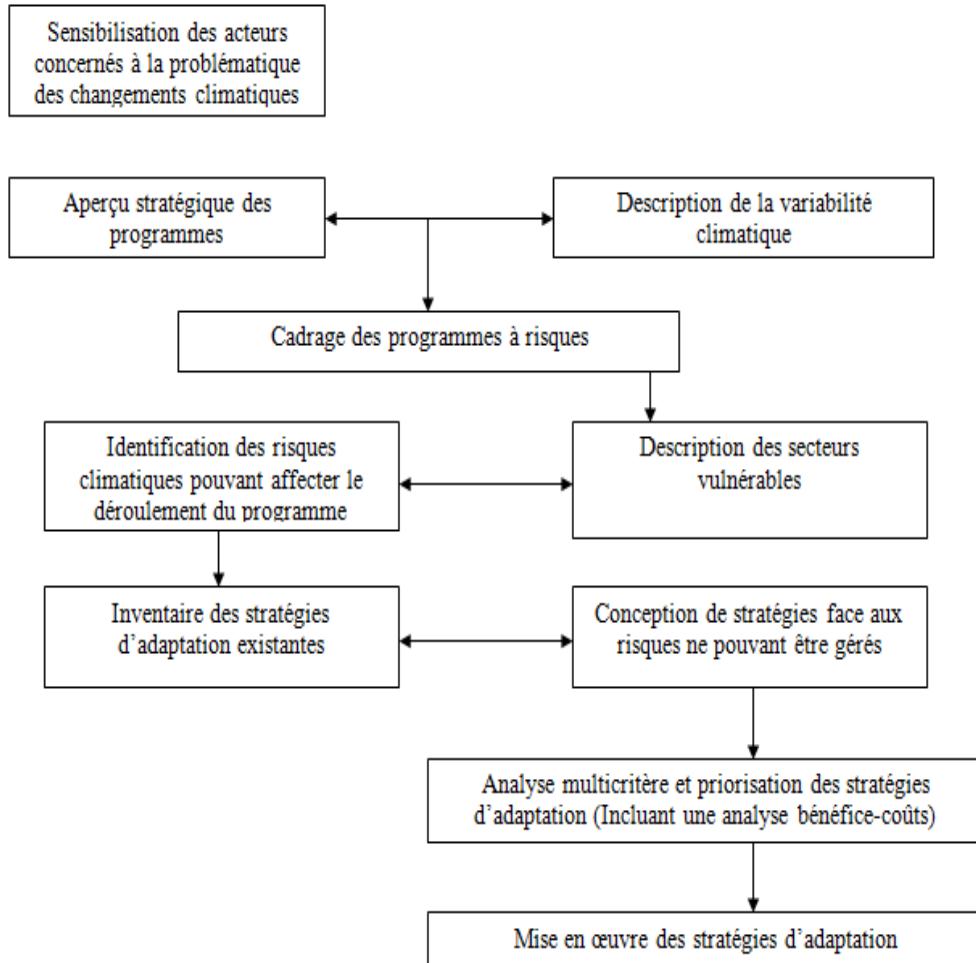
ORCHID est une approche méthodologique qui consiste à identifier les risques climatiques qui constituent un obstacle à l'atteinte des objectifs de développement, à recommander la mise en œuvre de stratégies d'adaptation en mettant l'accent sur les groupes les plus vulnérables et à faire de ces risques une composante essentielle dans la prise de décision (Tanner, T.M. et al, 2007).

ORCHID a été conçu afin de guider les bailleurs de fonds dans le choix de programmes nécessitant un financement prioritaire afin de les adapter aux changements climatiques. Il inclut en effet une étape qui permet de sélectionner, parmi une liste de programmes, celui pour lequel un financement serait prioritaire. Il a donc été développé pour analyser la sensibilité aux changements climatiques d'un portefeuille de programmes de coopération, plutôt que pour en analyser un seul, comme dans le cas du CP. Il a quand même été appliqué au PNIP, dans le cadre du présent mémoire, car il adopte une approche différente de celle du CP. La comparaison entre les résultats obtenus serait donc intéressante. ORCHID peut aussi être appliquée à des projets (Communication personnelle de M. Thomas Tanner, 2011).

### **4.1 Bref aperçu d'ORCHID**

La première étape consiste à sensibiliser l'utilisateur à la problématique des changements climatiques et à procéder à une brève description de leurs impacts sur les programmes d'aide au développement. Ces derniers sont ensuite classés par ordre de priorité afin de déterminer ceux qui nécessitent une analyse de risques approfondie. Le degré de vulnérabilité des différents secteurs est évalué par la suite. L'outil propose enfin d'établir la liste des stratégies d'adaptation existantes et d'en concevoir des nouvelles, au besoin, afin d'atténuer les impacts négatifs des risques climatiques sur les activités du programme. Celles-ci doivent être classées par ordre de priorité.

La structure de cette approche est présentée à la figure 4.1.



**Figure 4.1 : Structure d'ORCHID**

Source : Tanner, T.M. et al, 2007 (traduit de l'anglais dans le cadre du présent mémoire)

## 4.2 Application d'ORCHID au PNIP

Chacune des étapes requises par la méthodologie proposée par ORCHID, à l'exception de la dernière, sera résumée dans les prochaines sous-sections et sera appliquée au PNIP. En effet, les gestionnaires de programme doivent à l'étape de mise en œuvre des stratégies d'adaptation, proposer un plan d'intervention. Cette étape doit être élaborée dans une situation réelle et non dans le cadre du présent mémoire.

#### **4.2.1 Sensibilisation des acteurs concernés à la problématique des changements climatiques**

Selon Gigli & Agrawala, 2007, cette étape varie considérablement entre les organismes en ce qui concerne l'emphase, la spécificité et l'étendue. Des brochures, affiches et courriels évoquant l'importance d'intégrer l'adaptation dans le développement peuvent constituer un moyen de sensibilisation. Des sessions de formation, des séminaires et des séances de discussion avec des experts peuvent aussi être offerts par les organismes.

#### **4.2.2 Aperçu stratégique des programmes**

Cette étape d'ORCHID n'est pas directement pertinente au cas étudié ici puisque le PNIP est un programme spécifique, qui fait partie du portefeuille de programmes de coopération qui sont présentement en cours ou en préparation au Mali. À titre informatif, les programmes de coopération dont les coûts d'implantation sont parmi les plus élevés et qui touchent différents secteurs au Mali et dont l'ensemble pourrait faire l'objet d'une étude comparative sous ORCHID, sont décrits à l'annexe 4.

#### **4.2.3 Description de la variabilité climatique**

Les données concernant les paramètres climatiques enregistrées, entre les années 1951 à 2000, par la DNM ont mis en évidence une hausse de la moyenne des températures et une diminution du taux de précipitations moyen entre les années 1971 et 2000, par rapport aux années 1951 à 1970 (Diallo).

Les prévisions concernant leur évolution future ont été décrites au chapitre précédent.

#### **4.2.4 Cadrage des programmes à risques**

Comme mentionné plus haut, cette étape d'ORCHID s'applique à l'ensemble du portefeuille de programmes d'un bailleur de fonds. Cette étape est définie comme “l'évaluation systématique des programmes proposés par un organisme avec pour objectif d'identifier le degré auquel les changements climatiques peuvent affecter les principaux axes du développement” (Klein, R.J.T. et al., 2007, définition traduite de l'anglais et adapté dans le cadre du présent mémoire).

Le tri des programmes par secteur permet d'évaluer le risque grâce au principe suivant élaboré par l'OCDE : “le degré auquel les risques climatiques affectent les activités d'aide au développement peut être mesuré grâce à l'examen de la composition sectorielle du portefeuille de programmes” (Tanner & Biot, 2009, définition traduite de l'anglais et adapté dans le cadre

du présent mémoire). Ce principe sous-entend le fait que certains secteurs, tels que l'agriculture ou les ressources hydriques, sont plus susceptibles d'être affectées par les changements climatiques que d'autres.

Aucune approche spécifique n'est proposée pour la réalisation de cette étape. Les critères présentés au tableau ci-dessous ont été utilisés lors de l'application de cet outil à un portefeuille de programmes en Inde et réalisée par une équipe d'experts en changements climatiques dans les trois organismes suivants : IDS, “*The Energy and Resources Institute*” (TERI) et “*International Institute for Applied Systems Analysis*” (IIASA).

**Tableau 4.1: Définition des critères utilisés pour la priorisation des programmes à risques**

| Critère   | Score (1, 2, 3, 4)   |
|---|--|
| Le programme opère-t-il avec des éléments sensibles au climat?  | 1= Le programme n'opère pas avec des éléments sensibles au climat;<br>4= Le programme opère avec beaucoup d'éléments sensibles au climat.                                      |
| La mise en œuvre du programme inclue-t-elle des investissements massifs dans les infrastructures?               | 1= Aucun investissement dans les infrastructures;<br>4= Beaucoup d'investissements dans les infrastructures.   |
| Le programme incorpore-t-il des activités qui permettent d'améliorer la résilience aux changements climatiques? | 1= Aucune activité du programme ne permet d'améliorer la résilience aux changements climatiques;<br>4= Le programme permet largement de s'adapter aux changements climatiques. |
| Les partenaires sont-ils favorables à la mise en œuvre du programme?  | 1= Les partenaires sont peu favorables à la mise en œuvre du programme;<br>4= Les partenaires sont très favorables à la mise en œuvre du programme.                            |

Source : Tanner, T.M. et al., 2007 (traduit de l'anglais dans le cadre du présent mémoire)

L'analyse du document intitulé “*Évaluation Environnementale Stratégique (ÉES) du Programme National d'Irrigation de Proximité (PNIP)*”, rédigé par M. Seydou Keita et les différents experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP, a permis de répondre aux questions énoncées au tableau 4.1 et de justifier la pertinence d'appliquer ORCHID au PNIP.

Tel que mentionné au chapitre précédent, les secteurs hydriques et agricoles, extrêmement sensibles aux aléas climatiques sont visés par ce programme. Leur degré de vulnérabilité sera décrit en détail au prochain paragraphe. Des investissements massifs seront faits pour la construction et la réhabilitation d'infrastructures et ouvrages hydro-agricoles tels que les digues, canaux d'adduction, réseaux d'irrigation et micro barrages de retenue (Keita, S., et al., 2010).

Le PCGES réalisé dans le cadre de l'ÉES du PNIP englobe une série de mesures de bonnes pratiques environnementales qui doivent accompagner les activités du PNIP. Certaines d'entre elles ont pour objectif d'améliorer la productivité agricole, d'assurer la gestion intégrée des ressources en eau et de favoriser la lutte contre l'érosion des sols et permettront ainsi de s'adapter aux futures conditions de sécheresse et aux hausses de températures (Keita, S., et al., 2010).

Les parties prenantes de ce programme étaient constituées des services techniques nationaux, des services techniques locaux des zones du PNIP, des organisations de producteurs, des organisations communautaires de base, des organisations non gouvernementales et des collectivités locales. Celles-ci ont été rencontrées par les différents experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES de ce programme afin d'identifier leurs principales préoccupations concernant l'état des systèmes naturels et humains dans leur localité qui justifieraient la réalisation de ce programme (Keita, S., et al., 2010).

#### **4.2.5 Description des secteurs vulnérables**

De la même façon que le CP s'attache à définir des UE, ORCHID cherche d'abord à définir des secteurs vulnérables. Cette étape d'ORCHID, appliquée au PNIP, permet une analyse particulièrement détaillée de la vulnérabilité et reprend la même démarche qui a été utilisée lors de l'application de cet outil à des portefeuilles de programmes au Bangladesh, en Inde et au Kenya, faite par l'équipe d'experts de l'IDS et la DFID.

La vulnérabilité peut être définie comme “*le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes.*” (GIEC, 2002, p.72) ou comme “*une condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages*” (Définition de la Sécurité Publique du Québec, p.44). La définition retenue dans le

cadre de cette étude est la suivante : “la probabilité pour un système de subir un risque lié au climat, son degré d’exposition et de sensibilité ainsi que sa capacité d’adaptation” (Tanner & Biot, 2009, définition traduite de l’anglais et adapté dans le cadre du présent mémoire). Elle se résume à l’équation suivante :

### **Vulnérabilité**

$$\begin{aligned}
 &= \textit{Probabilité d'expérimenter un risque lié au climat} \\
 &\times \left( \frac{\textit{Sensibilité} \times \textit{degré d'exposition}}{\textit{Capacité d'adaptation}} \right)
 \end{aligned}$$

La synthèse des consultations avec les parties prenantes suite aux visites de terrains qui ont été effectuées par les différents experts ayant participé à la réalisation de l’ÉES du PNIP a permis de déduire que les secteurs agricoles, hydriques et sanitaires ainsi que la biodiversité sont en général les plus vulnérables aux changements climatiques. Chacun de ces secteurs est examiné plus en détail dans les prochaines sous-sections.

#### **4.2.5.1 Probabilité d’expérimenter un risque lié au climat**

La liste des événements météorologiques extrêmes ayant eu lieu depuis l’année 1980 a été établie afin d’obtenir une estimation de la fréquence d’occurrence d’événements extrêmes dans la région. Les données présentées au tableau 4.2 révèlent que les inondations et les périodes de sécheresse intenses sont des événements susceptibles de se produire en moyenne tous les deux et sept ans respectivement. La probabilité d’occurrence des inondations est assez élevée depuis l’année 2007.

**Tableau 4.2 : Évènements naturels extrêmes ayant eu lieu au Mali**

| Évènements naturels extrêmes | Date            | Nombre de personnes affectées |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Sécheresse                   | Janvier 1980    | 1 500 000                     |
| Sécheresse                   | Mars 1991       | 302 000                       |
| Inondations                  | 26 Juillet 2002 | 22 519                        |
| Sécheresse                   | 2005            | 1 000 000                     |
| Sécheresse                   | Août 2006       | 25 000                        |
| Inondations                  | 4 Juillet 2007  | 47 255                        |
| Inondations                  | 22 Juillet 2007 | 41 603                        |
| Inondations                  | Mai 2009        | 20 406                        |
| Sécheresse                   | Juin 2010       | 600 000                       |
| Inondations                  | 4 Octobre 2010  | 16 000                        |

Source : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED], 2009

#### 4.2.5.2 Sensibilité et degré d'exposition

La sensibilité est définie comme “*le degré d'affectation positive ou négative d'un système par les stimuli liés au climat*” (GIEC, 2002).

L'exposition est un paramètre qui caractérise la sensibilité et dépend de la localisation géographique du pays (Stern, 2007). Tel que discuté à la section 3.2.1.1, les changements climatiques se feront lourdement ressentir au Mali, comme dans la majorité des pays d'Afrique.

Ces deux paramètres varient au cours du temps en relation avec l'accroissement de la population, l'évolution des moyens d'existence, les conditions socioéconomiques et les programmes gouvernementaux de gestion des catastrophes.

La sensibilité des secteurs agricoles, hydriques et sanitaires et de la biodiversité est assez élevée, tel que démontré au paragraphe ci-dessous.

- Sensibilité du secteur agricole

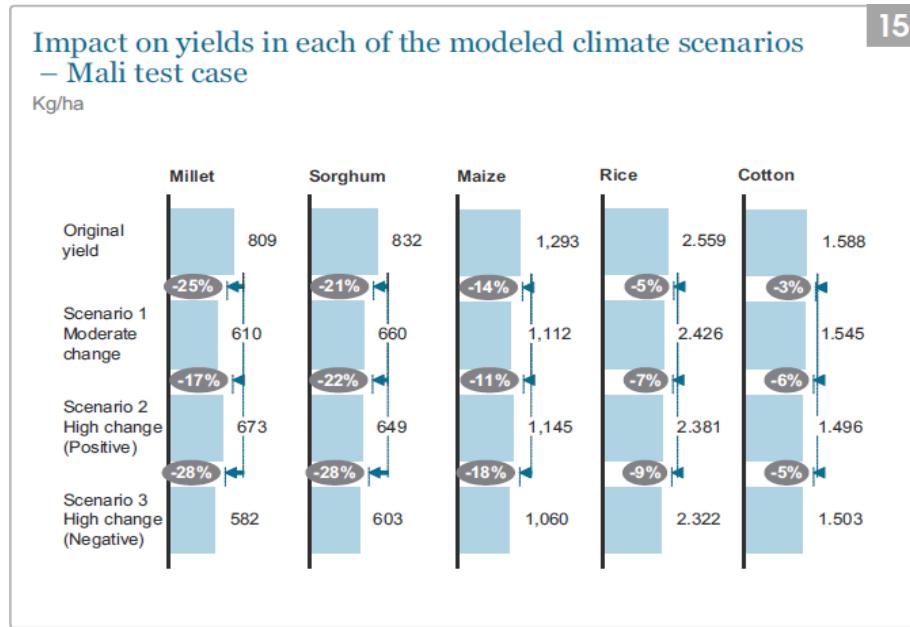
Le modèle biophysique SORGEF, développé par le gouvernement malien en collaboration avec le centre de recherche agrobiologique des Pays-Bas, a été utilisé par les chercheurs pour effectuer l'analyse de l'effet de la hausse des températures par rapport à la moyenne des années 1961 à 1990, sur le rendement d'une des principales productions vivrières au Mali, le sorgho. Les résultats, illustrés au tableau suivant montrent qu'une hausse de quatre degrés Celsius pourrait causer jusqu'à 16 % de pertes en rendement.

**Tableau 4.3 : Résultats de la simulation SORGEF pour l'étude de la sensibilité du sorgho à la hausse de températures**

| <b>Accroissement de la température (°C)</b> | <b>Rendements</b>   |                    |                               |
|---|---------------------|--------------------|-------------------------------|
|   | <b>Valeur Kg/ha</b> | <b>Perte Kg/ha</b> | <b>Perte en rendement (%)</b> |
| <b>0</b>                                    | <b>2842</b>         | <b>0</b>           | <b>0</b>                      |
| <b>1</b>                                    | <b>2794</b>         | <b>48</b>          | <b>2</b>                      |
| <b>2</b>                                    | <b>2722</b>         | <b>120</b>         | <b>4</b>                      |
| <b>3</b>                                    | <b>2559</b>         | <b>283</b>         | <b>10</b>                     |
| <b>4</b>                                    | <b>2389</b>         | <b>453</b>         | <b>16</b>                     |

Source : Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de l'urbanisme & Ministère de l'éducation du Mali, 2000.

Les données du tableau 4.3 peuvent être mises en relation avec les résultats de simulations des effets anticipés des changements climatiques sur les rendements céréaliers à l'échelle mondiale. Pour le Mali, les résultats de l'étude réalisée par le Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques, illustrés à la figure 4.2, révèlent que les rendements des principales cultures vivrières seront en constante diminution à l'horizon 2030, pour les trois scénarios de changements climatiques décrits à la section 2.1.



**Figure 4.2 : Impacts des divers scénarios de changements climatiques sur les rendements agricoles au Mali à l'horizon de l'année 2030**

Source : Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques, 2009

- Sensibilité du secteur hydrique

Une étude spécifique au Mali a été réalisée par le Centre National Malien de la Recherche Scientifique et Technologique. Des données historiques concernant la pluviométrie, la température, les hauteurs d'eau, débits et niveaux piézométriques ont été utilisées. Une analogie a été établie avec les données mesurées durant les évènements extrêmes ayant eu lieu auparavant. La méthode THIESSEN a servi à calculer la pluviométrie moyenne sur le bassin du Niger et du Bani et les modèles HADCM2 et SIMERO ont servi respectivement à estimer la température en cas de changement du climat et à évaluer le taux d'infiltration d'eau dans les aquifères<sup>3</sup>.

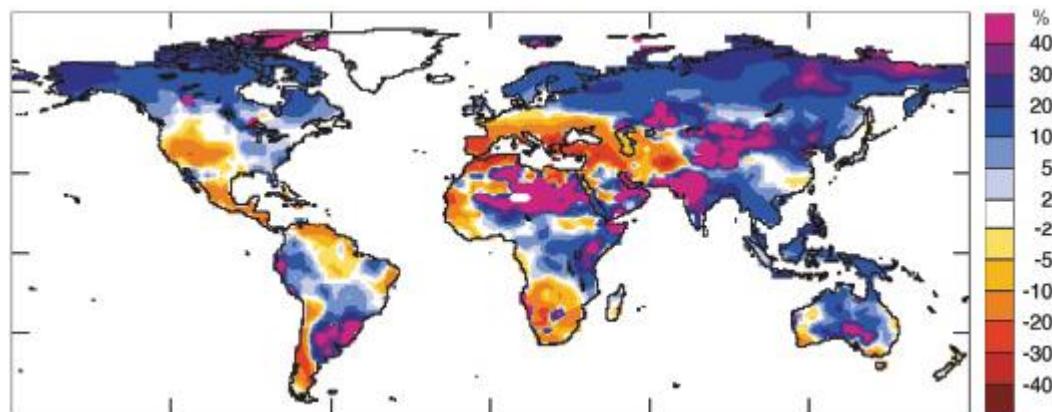
Les résultats de cette étude ont révélé qu'à l'horizon 2025, une hausse des températures de 0.4 °C à 1.1 °C et une diminution de la pluviométrie de 12 à 29 % par rapport à la moyenne des

---

<sup>3</sup> La méthode Thiessen est utilisée en hydrologie pour le calcul de la pluie moyenne sur une série de bassin versants; HADCM2 est un modèle de circulation générale utilisé par le GIEC en vue d'estimer l'évolution des températures en fonction de l'augmentation de dioxyde de carbone dans l'atmosphère et SIMERO est un modèle utilisé en hydrologie afin d'étudier le comportement des aquifères.

années 1961 à 1990, seront responsables d'une baisse de 35 % du volume des nappes superficielles et de 13 % des eaux souterraines. Cette étude a aussi été réalisée au même horizon temporel, pour un scénario de changements climatiques qui se traduira par une hausse des températures de 1.5 °C et une augmentation de la pluviométrie de 15 %. Ce scénario sera responsable d'une augmentation de 18 % du volume des eaux de surface et de 9 % des eaux souterraines (Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de l'urbanisme & Ministère de l'éducation du Mali, 2000).

Une autre étude a été réalisée par le GIEC afin d'analyser l'impact des changements climatiques sur la variation des débits des cours d'eau. Elle regroupe les résultats des douze modèles climatiques existants. Le scénario d'émissions considéré (A1B), suppose une croissance économique accélérée, une population atteignant neuf milliards d'individus en 2050 et une émergence rapide des nouvelles sources d'énergies exploitées équitablement et se traduit à l'horizon des années 2090 à 2099 par une hausse des températures de 1.7 à 4.4 °C par rapport à la moyenne des années 1980 à 1999. Les résultats, illustrés à la figure 4.3, montrent une augmentation de 10 à 40 % des débits des cours d'eau au Nord du Mali et une diminution de 2 à 20 % dans les régions du Sud, entre les années 2041 et 2060, par rapport à la moyenne des années 1900 à 1970.



**Figure 4.3 : Variation des débits annuels des cours d'eau dans le monde**

Source : Parry, Canziani, Palutikof, Van Der Linden & Hanson, 2007

- Sensibilité du secteur sanitaire

Selon Stern (2007), une hausse de 1°C de la température annuelle moyenne à la surface du globe, par rapport à la moyenne enregistrée durant l'ère préindustrielle, c'est-à-dire, entre les années 1750 et 1850, est responsable d'une augmentation annuelle de 300 000 pertes de vies humaines dues à la malaria, à la malnutrition et aux maladies digestives. Une hausse de 2°C cause une augmentation de 40 à 60 millions de personnes exposées à la malaria en Afrique alors qu'une hausse de 4°C est responsable d'une augmentation de 80 millions. En supposant que l'exposition à la malaria est équitablement répartie dans tous les pays d'Afrique et sachant que selon Statistiques-mondiales (2011), la population du Mali en 2011 représente 1.4 % de la population Africaine, il serait raisonnable d'estimer que le nombre de personnes exposées à cette maladie au Mali, peut subir une augmentation entre 560 000 et 840 000 pour une hausse de 2°C et de 1.1 millions pour une hausse de 4°C.

- Sensibilité de la biodiversité

La biodiversité est définie comme “*la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes*” (GIEC, 2002).

Les impacts globaux des changements climatiques sur la biodiversité se traduiront par une modification de la physiologie et du cycle de reproduction des espèces animales et par une modification de leur distribution géographique à l'échelle du globe (Barbault & Foucault, 2010).

Selon les travaux de Pachauri & Reisinger, 2007, une hausse de 1 à 3 °C de la température annuelle moyenne à la surface du globe par rapport aux années 1980 à 1999, causera un risque d'extinction de 30 % des espèces animales et végétales. Une hausse supérieure à 4 °C causera des extinctions majeures à l'échelle planétaire.

Les données illustrées à la figure 2.1 de la page 25 peuvent être utilisées pour décrire en partie la sensibilité de la biodiversité au Mali. La valeur monétaire des productions pastorales au Mali, estimée à 617 millions de dollars US en 2006, serait de 880 millions en 2030 si les tendances climatiques actuelles se poursuivaient. Une hausse des températures de 1.4 °C et une diminution de la pluviométrie de 10.6 % réduiraient cette valeur à 818 millions. Des pertes de 62 millions de dollars pourraient donc être envisagées. Une hausse de températures de 0.9 °C et

une augmentation de la pluviométrie de 8.1 % favoriseraient un gain de 47 millions de dollars. Enfin, une hausse des températures de 1.2 °C et une diminution de la pluviométrie de 2.2 % causeraient des pertes de 11 millions de dollars (Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques, 2009).

#### **4.2.5.3 Capacité d'adaptation**

La capacité d'adaptation est définie comme “*la capacité d'ajustement d'un système face aux changements climatiques (y compris à la variabilité climatique et aux extrêmes climatiques) afin d'atténuer les effets potentiels, exploiter les opportunités, ou faire face aux conséquences.*” (GIEC, 2002). Elle varie en fonction des régions, des pays et des conditions socioéconomiques et peut être évaluée selon les facteurs suivants : les ressources financières, la technologie, le degré de compétence du personnel et l'accès à l'information, les différents types d'infrastructures, le développement des institutions et finalement la distribution équitable et la disponibilité des ressources humaines et matérielles (International Livestock Research Institute [ILRI], 2006). La méthodologie suivie pour l'évaluation de la capacité d'adaptation dans le cadre de la présente étude a été inspirée de celle adoptée lors de l'application d'ORCHID en Inde (Tanner & Biot, 2009). La capacité d'adaptation d'un secteur sera évaluée en fonction des conditions environnementales de base qui affectent les différents secteurs et des facteurs sociaux et technologiques, caractérisés respectivement par le pourcentage de la population œuvrant dans le secteur et la présence des infrastructures adéquates.

- Capacité d'adaptation du secteur agricole

##### *Conditions environnementales de base*

Les acteurs consultés lors des visites de terrains effectuées en 2010 par l'équipe d'experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP, ont jugé que les rendements agricoles sont insuffisants et ne permettent pas de répondre aux besoins des habitants. Selon Keita, S., et al., 2010, l'accroissement de la population entre les années 1970 et 1995 a favorisé une augmentation d'environ 75 % de la superficie des terres cultivées mais n'a pas été accompagné d'une amélioration proportionnelle du rendement des cultures vivrières à cause des conditions climatiques non adéquates. Cette tendance est accentuée par l'érosion qui cause des pertes annuelles en terres arables, variant entre 6.5 et 31 tonnes par hectare (MET & DNM, 2007).

### *Facteurs sociaux*

Le pourcentage de la population active qui œuvre dans le secteur agricole est de 62,1% au Mali (Traoré & Sikosso, 2010). Ce chiffre est relativement élevé, par comparaison aux autres secteurs. Mais les experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP ont relevé, suite aux visites de sites effectuées, que l'âge moyen des exploitants agricoles est assez élevé et que peu de soutien technique leur est offert (Keita, S., et al., 2010).

### *Facteurs technologiques*

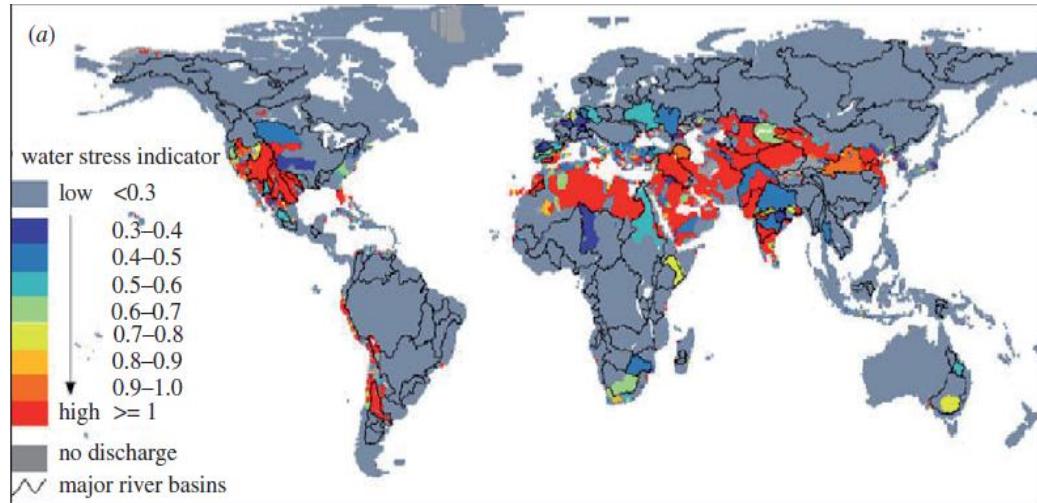
Les facteurs technologiques qui influencent la capacité d'adaptation des différents secteurs sont représentés par la qualité et la performance des infrastructures disponibles. Les rencontres entre les différents chefs de service locaux de l'agriculture et les différents experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP ont permis de conclure que les ressources matérielles couramment utilisées dans le domaine de l'agriculture sont insuffisantes (Keita, S., et al., 2010).

Il ressort de cette analyse que la capacité d'adaptation du secteur agricole est assez faible au Mali.

- Capacité d'adaptation du secteur hydrique

### *Conditions environnementales de base*

Le potentiel en eau repose sur la présence des fleuves Sénégal et Niger et des 17 lacs le long de ce dernier. Les tendances actuelles sont inquiétantes. Les pertes en eau par évaporation sont estimées à 30 000 milliards de mètres cubes par an dans le delta intérieur du Niger. La qualité des grands cours d'eau est perturbée par le dépôt de 13 millions de tonnes de limon par année (MET & DNM, 2007). Le Mali connaissait durant l'année 2004, un léger stress lié à la disponibilité des ressources hydriques, tel qu'illustré à la figure 4.4, mais qui risque de s'accroître à long terme.



**Figure 4.4 : Niveau de stress hydrique dans le monde observé en 2004**

Source : Strzepek & Boehlert, 2010

#### *Facteurs sociaux*

Le pourcentage de la population œuvrant dans le secteur du traitement et de la distribution des eaux au Mali n'a pu être obtenu. Les facteurs sociaux sont ici représentés, selon le pourcentage de la population malienne ayant accès à l'eau potable. Il était estimé à 56 % en 2008, selon les statistiques de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), publiées en 2010. Ce chiffre est relativement faible, par comparaison à ceux obtenus pour les autres pays du monde, la valeur médiane étant de 94 %.

#### *Facteurs technologiques*

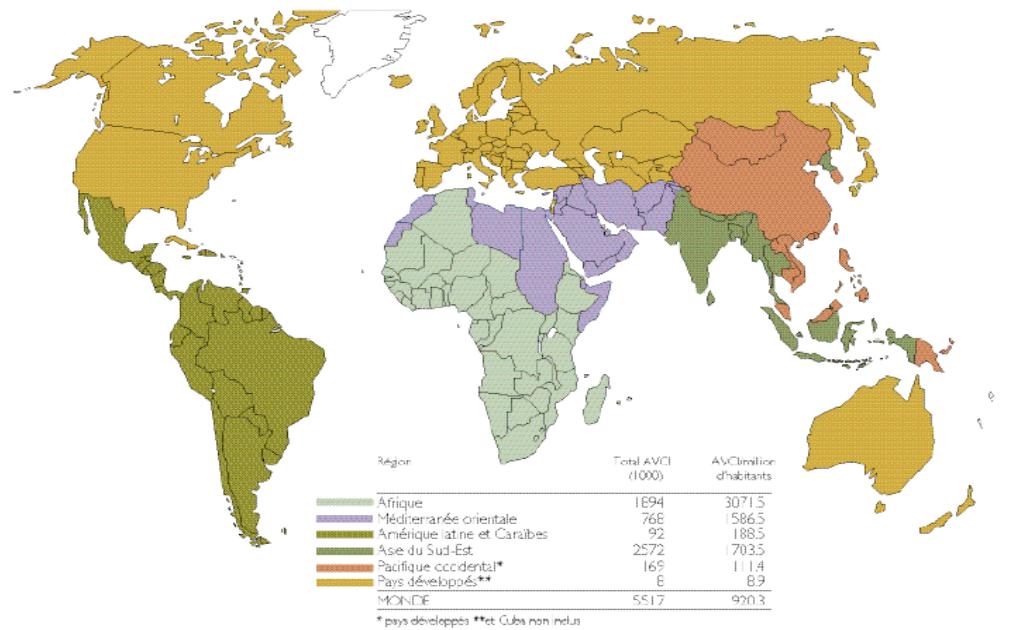
Les facteurs technologiques influencent négativement la capacité d'adaptation du secteur hydrique au Mali. Les visites effectuées par les experts ayant participé à la réalisation de l'ÉES du PNIP ont en effet, permis de conclure que les barrages de retenue d'eau et les systèmes d'adduction en eau potable sont en mauvais état et doivent être réhabilités (Keita, S., et al., 2010).

Les informations présentées ci-dessus permettent de conclure que la capacité d'adaptation du secteur hydrique est assez faible au Mali.

- Capacité d'adaptation du secteur sanitaire

#### *Conditions environnementales de base*

Il ressort de la figure 4.5 que le taux de mortalité attribuable aux changements climatiques, mesuré à l'année 2000 en AVCI<sup>4</sup> (Années de vie corrigées de l'invalidité) était estimé à environ deux millions au Mali, comme dans la majorité des pays d'Afrique. Ce chiffre est relativement élevé par rapport aux estimations faites dans les autres régions du monde.



**Figure 4.5 : Taux de mortalités attribuables aux changements climatiques mesurés pour l'année 2000 dans le monde**

Source : OMS, 2004

#### *Facteurs sociaux*

Les facteurs sociaux sont estimés selon le nombre de médecins disponibles par habitant. Il était estimé à un pour 10 000 habitants, au Mali, durant les années 2000 à 2009 (OMS, 2010). Ce chiffre est l'un des plus faibles au monde. La moyenne mondiale est de 11 médecins pour 10 000 habitants et le maximum est de 64.

#### *Facteurs technologiques*

---

<sup>4</sup> L'indice AVCI est la somme des années de vie perdues par décès prématuré et des années vécues avec une incapacité (Organisation Mondiale de la Santé, 2004)

Ce facteur est représenté par le nombre de lits d'hôpitaux disponibles à la population, estimé à 6 pour 10 000 habitants, au Mali (OMS, 2010). Ce chiffre est faible par rapport aux autres pays du monde.

Tel que démontré ci-dessus, la capacité d'adaptation du secteur sanitaire est assez faible au Mali.

- Capacité d'adaptation de la biodiversité

#### *Conditions environnementales de base*

La biodiversité est menacée par la variabilité climatique et les activités anthropiques. 17 % des espèces halieutiques ont disparu, dans le bassin versant du Bani à Douna, suite à la dégradation de la qualité de l'eau. Ce phénomène a engendré une diminution quotidienne de 15kg de la quantité de prises de poissons et a provoqué une baisse de 67 % du revenu des pêcheurs (Boiré, Mory, Idinoba, Coulibaly & Nkem, 2007). Un autre phénomène marquant a été la migration des bovins du nord vers le sud. L'effectif du cheptel dans la région de Sikasso au Sud du Mali est passé de 260 000 têtes à plus d'un million entre les années 1960 et 1998 (Ministère de l'environnement et de l'assainissement du Mali & Direction Nationale des Eaux et Forêts, 2009).

#### *Facteurs sociaux*

Les facteurs sociaux qui influencent la capacité d'adaptation de la biodiversité au Mali sont représentés par le pourcentage de la population active impliquée dans les secteurs de l'élevage et la pêche, estimé à 3.8 % (Traoré & Sikosso, 2010). Ce chiffre est relativement faible, comparativement aux autres secteurs.

#### *Facteurs technologiques*

La capacité d'adaptation de la biodiversité est limitée par le manque d'infrastructures propices au développement de l'aquaculture et d'ouvrages de captage des eaux de surface destinées à l'alimentation du cheptel (MET & DNM, 2007).

Il ressort de cette analyse que la capacité d'adaptation de la biodiversité est assez faible au Mali

#### **4.2.6 Identification des risques climatiques pouvant affecter la mise en œuvre du PNIP**

L'étude de la relation entre le déroulement des activités du PNIP et les risques climatiques a été effectuée, dans le cadre du présent mémoire, à partir des prévisions des experts concernant l'évolution du climat au Mali, résumés au chapitre 3 et de l'étude de la vulnérabilité des différents secteurs, réalisée à la section précédente.

La mise en culture de nouvelles zones agricoles est une composante essentielle du programme qui pourra être menacée. L'effet de la hausse des températures sur les rendements des principales cultures vivrières a été mis en évidence au début du chapitre. Les champs de culture pourront aussi être endommagés par les évènements extrêmes. De nouvelles superficies en riz et étangs piscicoles ne pourront être exploitées sans la conception de stratégies d'adaptation durables et efficaces.

Ensuite, les activités de gestion de l'eau nécessitent une utilisation efficace de cette ressource qui repose sur le développement de moyens techniques ayant pour but d'augmenter la productivité des terres tout en assurant un maximum d'économie en ressources hydriques. Mais la hausse des températures et la persistance de la sécheresse seront possiblement responsables de la diminution des niveaux d'eau de surface et souterraines et constitueront aussi un obstacle à la réalisation de cette activité

Finalement, la gestion des nouvelles zones de pâturage est la dernière composante du programme qui risquera d'être affectée par la variabilité climatique. L'effectif du cheptel sera en nette diminution à cause des conditions peu clémentes. Leur santé sera affectée par la hausse des températures et le manque d'eau. Une migration possible des bovins vers d'autres zones sera envisageable et engendrera une pression sur les aires pastorales. Une baisse de la production animale pourra avoir lieu et pourra se traduire par une hausse du prix de la viande et du lait et une diminution du revenu des éleveurs.

#### **4.2.7 Inventaire des stratégies d'adaptation existantes et conception de stratégies face aux risques ne pouvant être gérés**

Les stratégies d'adaptation existantes prises en considération, dans le cadre du présent mémoire, sont celles qui figurent dans le PANA et seront accompagnées d'une mesure additionnelle soit la construction de réservoirs de stockage d'eaux pluviales, destinés principalement aux agriculteurs et aux éleveurs, afin d'abaisser la pression sur les nombreuses stratégies

dépendantes de l'eau et engendrer des revenus additionnels. Cette stratégie a été proposée lors de l'application d'ORCHID aux portefeuilles de programmes en Inde. L'assignation de certaines des stratégies aux risques décrits à la section précédente est faite au tableau 4.4.

**Tableau 4.4 : Stratégies d'adaptation du PANA correspondant aux risques climatiques affectant le déroulement des activités du PNIP**

| <b>Risques climatiques affectant le déroulement du programme</b>  | <b>Stratégie d'adaptation correspondante<sup>5</sup></b>   |
|---|--|
| Mise en culture des périmètres aménagés affectée par la hausse de température et le déclenchement d'évènements météorologiques extrêmes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie 1 : vulgarisation des variétés améliorées et adaptées aux conditions climatiques des principales cultures vivrières.</li> <li>• Stratégie 6 : utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire.</li> </ul>  |
| Activités de gestion de l'eau affectées par la hausse des températures et la persistance de la sécheresse                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie 4 : mise en place d'aménagements aquacoles.</li> <li>• Stratégie 11 : captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau (marigot, marres et lacs).</li> <li>• Stratégie 14 : développement des actions culturales CES/DRS et de compostage.</li> <li>• Stratégie 20 : conception de réservoir de stockage des eaux pluviales.</li> </ul> |
| Santé du cheptel affectée par la hausse des températures et la persistance de la sécheresse   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stratégie 2 : vulgarisation des espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques.</li> <li>• Stratégie 15 : développement des cultures fourragères.</li> <li>• Stratégie 17 : promotion des banques à aliments pour bétail.</li> </ul>   |

<sup>5</sup> Tirées du PANA

#### **4.2.8 Analyse multicritère et priorisation des stratégies d'adaptation**

L'outil ORCHID ne suggère aucune approche spécifique pour conduire l'analyse. Il propose simplement d'entreprendre une étude des bénéfices par rapport aux coûts. La liste des autres critères à évaluer pour chaque stratégie se fait selon un choix subjectif. Le tableau 4.5 établit la liste de ceux qui ont été utilisés lors de l'application de cet outil au portefeuille de programmes en Inde et qui sont repris dans le cadre du présent exercice. Il est à noter que quatre points ont été accordés aux stratégies du PANA pour le dernier critère.

**Tableau 4.5 : Critères utilisés pour la priorisation des stratégies d'adaptation lors de l'application d'ORCHID en Inde**

| <b>Critères et indicateurs</b>  | <b>Score 1,2,3 ou 4<br/>Description des positions extrêmes 1 et 4</b>   |
|---|---|
| 1) La stratégie tient-elle compte des impacts actuels et futurs de la variabilité climatique?                       | 1 = La stratégie tient compte uniquement des impacts actuels ou futurs;<br>4 = La stratégie tient compte des impacts futurs en se basant sur les impacts actuels.                             |
| 2) La stratégie est-elle consistante avec les activités en cours?   | 1 = La stratégie n'est pas consistante avec les activités en cours;<br>4 = La stratégie est tout à fait consistante avec les activités en cours.  |
| 3) Les bénéfices générés sont-ils comparables aux coûts nécessaires à l'implantation de la stratégie <sup>6</sup> ? | 1 = Les informations disponibles ne permettent pas d'estimer le rapport bénéfice/coûts;<br>4 = Le rapport bénéfice/coûts est élevé.   |
| 4) La stratégie permet-elle de répondre à plusieurs impacts issus des changements climatiques?                      | 1 = La stratégie permet de s'adapter à un nombre restreint de scénarios de changements climatiques;<br>4 = La stratégie permet de s'adapter à plusieurs scénarios de changements climatiques. |
| 5) La mise en œuvre de la stratégie peut-elle engendrer des impacts négatifs sur d'autres secteurs?                 | 1 = Des impacts négatifs difficilement atténuables peuvent être engendrés;<br>4 = Peu de risques d'impacts négatifs.  |

<sup>6</sup> Les lacunes associées à une analyse bénéfices/coûts sont décrites à la section suivante.

**Tableau 4.5 : Critères utilisés pour la priorisation des stratégies d'adaptation lors de l'application d'ORCHID en Inde (suite)**

|  |   |
|--|---|
| 6) La stratégie est-elle faisable sur le plan technique?   | 1 = L'implantation de la stratégie est complexe;<br>4 = L'implantation de la stratégie est envisageable.                |
| 7) La stratégie peut-elle être élargie ou répliquée?   | 1 = L'élargissement et la réplication sont complexes;<br>4 = L'élargissement et la réplication sont envisageables.      |
| 8) Peut-on être certains que les objectifs visés à travers la réalisation de cette stratégie seront atteintes? | 1 = Faible niveau de confiance;<br>3 = Niveau de confiance élevé.   |
| 9) La stratégie reflète-t-elle des plans d'adaptation nationaux?   | 1 = Il n'y a pas de cohésion entre la stratégie et les plans en cours;<br>4 = La stratégie reflète des plans existants. |

Source : Tanner, T.M. et al., 2007

#### 4.2.8.1 Lacunes associées à une analyse bénéfices/coûts

Au delà de l'analyse multicritère qui permet de prioriser les stratégies d'adaptation, l'analyse coût/bénéfice consiste à établir un rapport entre les bénéfices générés et les coûts nécessaires à l'implantation d'une stratégie en choisissant un taux d'escompte adéquat qui compare de manière raisonnable leur valeur future à leur valeur actuelle. Un rapport technique, publié en 2010 par les Nations-Unies, synthétise les points qui ont été soulevés lors d'un séminaire qui a été tenu à Nairobi. Les défauts majeurs liés à ce type d'analyse, soient l'incertitude des données socioéconomiques, l'évaluation économique et l'équité, sont mis en valeur (CCNUCC, 2010). Ceux-ci sont résumés aux paragraphes suivants.

Le premier défi consiste à effectuer une distinction entre la part des dommages attribuables aux changements climatiques et celle attribuable à des facteurs socioéconomiques responsables d'une hausse de la vulnérabilité, tels que l'accroissement de la population et l'augmentation de la dépendance vis-à-vis des principales cultures vivrières.

La deuxième problématique, soit l'évaluation économique, se résume en l'absence d'une unité commune de mesure des bénéfices engendrés par une stratégie d'adaptation, à l'inverse d'une option de mitigation où ils sont exprimés en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre. De plus, certains sont difficilement quantifiables en termes monétaires et ne peuvent être évalués que qualitativement.

En termes d'équité, certains participants au séminaire ont affirmé que les stratégies d'adaptation, dont la tranche la plus vulnérable de la société serait bénéficiaire en grande partie, sont souvent priorisées.

Les données qui ont été présentées à la figure 2.1 permettent d'entreprendre des analyses détaillées des bénéfices par rapport aux coûts, pour les stratégies 1, 2, 6, 15 et 17, qui permettent d'éviter des pertes en bétail et en rendement agricoles. Quatre points leur ont donc été attribués pour le troisième critère. Un point a été attribué aux autres stratégies du PANA à cause d'une insuffisance des données permettant d'effectuer cette analyse. Les analyses des bénéfices par rapport aux coûts sont présentées à l'annexe 5.

#### **4.2.9 Priorisation des stratégies d'adaptation proposées**

Les scores attribués à chaque stratégie pour chaque critère sont fournis au tableau 4.6 et la justification est présentée à l'annexe 5. Les stratégies sont ensuite classées par ordre de priorité au tableau 4.7.

**Tableau 4.6 : Analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées suite à l'application d'ORCHID au PNIP**

| Stratégie d'adaptation/<br>Critère <sup>7</sup>  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Total |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Stratégie 1 : vulgarisation des variétés améliorées et adaptées aux conditions climatiques des principales cultures vivrières            | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 24    |
| Stratégie 2 : vulgarisation des espèces animales et végétales les mieux adaptées aux conditions climatiques                              | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 27    |
| Stratégie 4 : mise en place d'aménagements aquacoles   | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 22    |
| Stratégie 6 : utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 28    |
| Stratégie 11 : captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau (marigot, marres et lacs)                              | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 26    |
| Stratégie 14 : développement des actions culturelles CES/DRS et de compostage  | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 27    |
| Stratégie 15 : développement des cultures fourragères  | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 27    |
| Stratégie 17 : promotion des banques à aliments pour bétail  | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 29    |
| Stratégie 20 : conception de réservoir de stockage des eaux pluviales  | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 26    |

<sup>7</sup> Selon le tableau 4.5

**Tableau 4.7 : Priorisation des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au PNIP**

| Rang             | Stratégie d'adaptation  |
|------------------|---|
| 1 <sup>er</sup>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion des banques à aliments pour bétail.</li> </ul>   |
| 2 <sup>ème</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire.</li> </ul>   |
| 3 <sup>ème</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Développement des actions culturales CES/DRS et de compostage;</li> <li>Vulgarisation des espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques;</li> <li>Développement des cultures fourragères.</li> </ul> |
| 6 <sup>ème</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau;</li> <li>Conception de réservoir de stockage des eaux pluviales.</li> </ul>  |
| 8 <sup>ème</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.</li> </ul>  |
| 9 <sup>ème</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'aménagements aquacoles.</li> </ul>   |

#### **4.3 Classification des stratégies d'adaptation prioritaires**

L'exercice de classification des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP, est repris pour celles obtenues suite à l'application d'ORCHID. Les résultats sont présentés aux tableaux 4.8 et 4.9 ci-dessous.

**Tableau 4.8 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au PNIP**

| Stratégies d'adaptation structurelles                  | Stratégies d'adaptation de nature politique | Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques   |
|--|---|--|
| Conception de réservoir de stockage des eaux pluviales |   | Promotion des banques à aliments pour bétail   |
|  |   | Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire |
|  |   | Développement des actions culturelles CES/DRS et de compostage   |
|  |   | Vulgarisation des espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques                              |
|  |   | Développement des cultures fourragères.  |
|  |   | Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau   |
|  |   | Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.                                       |
|  |   | Mise en place d'aménagements aquacoles.  |

La conception de réservoir de stockage des eaux pluviales est la seule stratégie structurelle. Elle requiert la construction de réservoirs ayant un volume prédéterminé, afin de récolter les eaux de pluie. Elle a ensuite été classée dans la catégorie “gestion des risques climatiques”, car la récolte des eaux de pluie permettra d'atténuer les effets de la sécheresse sur tous les secteurs dépendants de l'eau, en assurant une disponibilité continue en ressources hydriques.

Les six autres stratégies, ont été classées dans la catégorie “non structurelles et apolitiques” car elles proposent de nouvelles façons de s’adapter aux changements climatiques sans requérir la construction d’infrastructures et sans nécessiter des modifications aux lois et règlements.

**Tableau 4.9 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d’adaptation obtenues suite à l’application d’ORCHID au PNIP**

| <b>Élimination des facteurs de vulnérabilité</b> | <b>Renforcement des capacités d’intervention</b>   | <b>Gestion des risques climatiques</b>  | <b>Lutte contre les impacts directs des changements climatiques</b> |
|--|--|---|---|
|  | Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire | Promotion des banques à aliments pour bétail  |   |
|  | Développement des actions culturelles CES/DRS et de compostage   | Vulgarisation des espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques |   |
|  | Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d’eau   | Développement des cultures fourragères.   |   |
|  | Mise en place d’aménagements aquacoles.  | Conception de réservoir de stockage des eaux pluviales  |   |
|  |  | Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.          |   |

Les trois premières stratégies incluses dans la catégorie “renforcement des capacités d’intervention” sont communes aux deux outils CP et ORCHID. La mise en place d’aménagements aquacoles vient en effet se rajouter à cette catégorie car elle favorise la réduction de la vulnérabilité du secteur piscicole à travers l’aménagement de mares et d’étangs destinées à la pratique de l’aquaculture, mais ne garantit pas l’atténuation des impacts liés aux aléas climatiques.

La promotion des banques à aliments pour bétail et le développement des cultures fourragères ne figuraient pas parmi les stratégies proposées précédemment. Elles ont été classées dans la catégorie “gestion des risques climatiques” car elles permettent d’atténuer les impacts des changements climatiques sur le secteur pastoral en assurant la disponibilité continue des aliments destinées au cheptel, en cas de persistance de la sécheresse.

Ces résultats sont comparés à ceux obtenus suite à l’application d’ORCHID à divers portefeuilles de programmes d’aide au développement, réalisée par l’IDS et la DFID. Les résultats, présentés aux tableaux 4.10 et 4.11, ont directement été extraits du document intitulé “*Portfolio screening for climate risk management: Adapting development cooperation to climate change and disasters*”. L’analyse des stratégies d’adaptation proposées pour ces deux portefeuilles de programmes, n’a pas été effectuée dans le cadre du présent mémoire.

**Tableau 4.10 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d’adaptation obtenues suite à l’application d’ORCHID au Kenya et en Inde**

|              | <b>Répartition des stratégies selon les différentes classes (%)</b> |                            |   |
|--------------|---|----------------------------|---|
|              | <b>Structurelles</b>  | <b>De nature politique</b> | <b>Non structurelles et apolitiques</b> |
| <b>Kenya</b> | 19  | 18                         | 63                                      |
| <b>Inde</b>  | 22  | 7                          | 71                                      |

Source : Tanner & Biot, 2009

**Tableau 4.11 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au Kenya et en Inde**

|              | <b>Répartition des stratégies selon les différentes classes (%)</b> |  |  |   |
|--------------|---|--|--|---|
|              | <b>Élimination des facteurs de vulnérabilité</b>                    | <b>Renforcement des capacités d'intervention</b> | <b>Gestion des risques climatiques</b> | <b>Lutte contre les impacts directs des changements climatiques</b> |
| <b>Kenya</b> | 0   | 33   | 67                                     | 0   |
| <b>Inde</b>  | 7   | 47   | 43                                     | 3   |

Source : Tanner & Biot, 2009

La comparaison des tableaux 4.8 à 4.11 permet donc d'affirmer que l'application d'ORCHID à un portefeuille de programmes aboutit à l'établissement d'une majorité de stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques, dont certaines visent la réduction de la vulnérabilité des secteurs alors que d'autres ont pour objectif d'atténuer les effets néfastes des changements climatiques qu'ils risquent de subir.

#### **4.4 Conclusion**

Les résultats obtenus suite à l'application d'ORCHID à un programme varient en fonction du degré de détails et de précision de l'étude entreprise. Celle-ci peut aboutir à des descriptions des secteurs vulnérables qui sont différentes entre un utilisateur et l'autre, dépendamment de la définition attribuée à la vulnérabilité et de la profondeur de l'analyse qui a été réalisée.

Elle conduit aussi à une analyse de risques orientée vers les activités du programme et donc à une liste de stratégies d'adaptation qui permettent aux activités du programme de répondre aux objectifs qui leur ont été fixés. De plus, l'implantation d'actions concrètes pour assurer le suivi du déroulement des recommandations et mesures mises en place n'est pas suggérée par ORCHID.

Enfin, l'analyse multicritère qui a été entreprise dans le cadre de ce chapitre a abouti à un classement équitable des stratégies, c'est-à-dire, qu'aucun secteur n'a été favorisé par rapport à l'autre. La comparaison avec les résultats obtenus suite à l'application de cet outil à d'autres programmes permet d'affirmer qu'ORCHID conduit à l'établissement d'une majorité de stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques dont certaines visent l'atténuation des

impacts des changements climatiques sur certains secteurs alors que d'autres se concentrent sur la réduction de la vulnérabilité.

## CHAPITRE 5. APPLICATION DE CRISTAL AU PNIP

L'objectif de ce chapitre consiste à présenter et analyser un troisième outil de prise en compte des changements climatiques, CRiSTAL.

Cet outil prend en compte l'adaptation aux changements climatiques et la réduction des risques mais adopte une approche différente de celles suggérées par les outils précédents. Contrairement à CP et ORCHID qui ciblent des secteurs globaux, incluant des écosystèmes, ou des plans de développement, CRiSTAL cible précisément les ressources et moyens d'existence des populations et se concentre davantage sur l'étude de la vulnérabilité et des impacts des changements climatiques sur ces ressources et ces moyens (Clot, 2008). La démarche de CRiSTAL a pour objectif d'aider l'utilisateur à comprendre les relations entre les moyens d'existence locaux et le changement climatique. Elle cherche aussi à évaluer l'impact d'un projet sur la capacité d'adaptation et la résilience des populations (IISD, Intercooperation, UICN, SEI, 2009).

Enfin, contrairement à ORCHID, dont l'application trouve sa pleine justification dans l'examen de plusieurs programmes à l'échelle nationale et au CP, qui trouve sa pleine valeur dans l'examen d'un programme à la fois, toujours à l'échelle nationale, CRiSTAL a été développé d'abord pour des applications à l'échelle communautaire. Sa flexibilité permet toutefois aux utilisateurs de l'adopter pour des prises de décisions à l'échelle nationale (Communication personnelle de Mme Anne Hammil, gérante de projet à l'IISD, 2011).

La démarche proposée par CRiSTAL sera d'abord synthétisée. L'application complète de cet outil au PNIP, disponible dans le CD-ROM qui accompagne ce mémoire, sera ensuite résumée dans ce chapitre.

### **5.1 Aperçu de CRiSTAL**

Cet outil se présente sous la forme d'un chiffre Excel divisé en deux modules. Le premier, intitulé “*Synthèse des informations sur le climat et les moyens d'existence*” vise la collecte de données et la synthèse d'informations concernant les risques climatiques, leurs impacts associés et les stratégies d'adaptation à mettre en œuvre. Les différentes catégories de ressources et

moyens d'existence des populations dans la zone du projet, fortement influencées par les risques climatiques et importantes pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation sont ensuite identifiées. Les impacts des activités du projet sur chacune de ces ressources sont décrits dans le deuxième module intitulé “*Planification et gestion des projets pour l'adaptation aux changements climatiques*”. Des ajustements peuvent être proposés. Les parties prenantes peuvent être consultées et impliquées dans l'évaluation environnementale.

Le premier module de CRISTAL est divisé en huit onglets. Des informations détaillées sur le projet, tel que le lieu d'implantation, l'agence d'exécution, la description du contexte qui a poussé à sa réalisation et les activités qu'il englobe sont fournies dans le premier onglet. Le deuxième onglet consiste à procéder à la description des impacts des changements climatiques dans la région, le pays et la zone écologique d'implantation du projet. L'onglet suivant intitulé “*Risques actuels liés au climat*” propose à l'utilisateur d'identifier trois risques climatiques présents dans la zone du projet, d'énumérer trois impacts associés à chacun de ces risques et d'associer une stratégie d'adaptation à chacun de ces impacts. L'utilisateur doit ensuite évaluer si la stratégie d'adaptation proposée est à la fois durable et efficace et devra en proposer une autre, si nécessaire. Les différentes ressources naturelles, physiques, financières, humaines et sociales essentielles à la survie des populations sont ensuite énumérées dans le quatrième onglet et l'influence de chacun des trois risques climatiques sur chacune des ressources énumérées sont évaluées dans l'onglet qui suit par l'attribution d'une note variant entre 0 et 5 (0 = pas d'influence; 5 = très forte influence). Les trois prochains onglets s'appliquent aux trois risques climatiques qui ont été identifiés et consistent à évaluer l'importante de chacune des ressources pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation, par l'attribution d'une note variant entre 0 et 5 (0 = aucune importance; 5 = très grande importance).

Les ressources fortement influencées par les risques et importantes pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation sont automatiquement dégagées suite à la complétion des quatre derniers onglets.

Le deuxième module est divisé en trois onglets. Le premier onglet a pour objectif d'aider l'utilisateur à décrire les activités du projet et à remplir, pour chacune d'elles, une matrice qui propose d'identifier la nature de son impact (positif, négatif ou neutre) sur chacune des ressources fortement influencées par les risques climatiques et importantes pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation. Chacune des activités doit ensuite être modifiée afin

d'atténuer ses impacts négatifs et de maximiser ses impacts positifs. L'onglet suivant amène l'utilisateur à se poser la question de la durabilité de l'activité modifiée dans le contexte des changements climatiques. Chaque activité, non durable dans ce contexte doit alors être révisée. Les synergies et obstacles qui seront rencontrés lors de la modification des activités sont enfin identifiés dans le dernier onglet.

## **5.2 Résumé de l'application de CRiSTAL au PNIP**

Le résumé de l'application complète de cet outil, effectuée dans le cadre du présent mémoire, est fourni aux paragraphes ci-dessous.

Celle-ci a été effectuée à partir de données provenant du PANA, de l'ÉES du PNIP, de la synthèse de la consultation avec les parties prenantes ayant participé à celle-ci et de l'application de cet outil dans la région du San au Mali qui a été conduite en 2007 par la Fondation suisse pour le développement et la coopération internationale, Intercooperation.

### **5.2.1 Synthèse des informations sur le climat et les moyens d'existence**

Les impacts associés à la hausse des températures, à la diminution de la pluviométrie et à l'occurrence d'évènements météorologiques extrêmes ainsi que les stratégies d'adaptation qui ont été proposées dans le cadre du PNIP sont résumés au tableau 5.1. Les différentes ressources essentielles et moyens d'existence fortement influencés par les risques climatiques et importants pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation sont énumérés au tableau 5.2.

**Tableau 5.1 : Risques actuels liés au climat**

| <b>Risque</b>                                    | <b>Impact</b>  | <b>Stratégie d'adaptation principale</b>   |
|--|--|--|
| Hausse des températures                          | Pertes en rendement agricole   | Vulgarisation des variétés culturelles les mieux adaptées aux conditions climatiques                   |
|  | Baisse de la production d'énergie hydroélectrique  | Contribution à la levée des barrières pour la promotion des applications de l'énergie solaire au Mali  |
| Persistance de la sécheresse                     | Tarissement des nappes superficielles et des mares et baisse du niveau piézométrique des nappes souterraines | Surcreusement des nappes souterraines  |
|  | Augmentation de la fréquence des feux de brousse   | Gestion des feux de brousse  |
|  | Réduction de l'effectif du cheptel   | Vulgarisation des espèces animales les mieux adaptées aux conditions climatiques                       |
| Occurrence d'événements météorologiques extrêmes | Propagation de maladies (Méningite, malaria, maladies liées à la dégradation de la qualité des eaux)         | Mise en place d'un système d'information sur les risques de maladies liées aux changements climatiques |
|  | Détérioration des champs de cultures et érosion des sols.  | Promotion de banques à céréales  |

**Tableau 5.2 : Moyens d'existence**

| <b>Catégorie</b>  | <b>Ressources</b>  |
|---|--|
| Ressources fortement influencées par les risques climatiques uniquement   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrages;</li> <li>• Infrastructures d'assainissement des eaux;</li> <li>• Caisses villageoises et petit commerces;</li> <li>• Services de santé;</li> <li>• Banques</li> <li>• Écoles;</li> <li>• Groupement associatifs de producteurs féminins;</li> <li>• Organisations régionales et nationales chargées de la protection des végétaux.</li> </ul> |
| Ressources importantes pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation uniquement   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centre National d'énergie solaire et des énergies renouvelables.</li> </ul>   |
| Ressources fortement influencées par les risques climatiques et importantes pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures vivrières (mil, sorgho, maïs et riz) et fourragères;</li> <li>• Nappes d'eau superficielles et souterraines;</li> <li>• Biodiversité (cheptel, poissons, espèces végétales);</li> <li>• Ouvrages de captage d'eau destinée à l'irrigation.</li> </ul>  |

### **5.2.2 Planification et gestion des projets pour l'adaptation aux changements climatiques**

Un certain nombre de conséquences anticipées par la mise en œuvre du PNIP ont déjà été identifiées par l'ÉES de celui-ci. Quelques unes de ces conséquences sur les ressources et les moyens de subsistance des populations sont résumées dans les prochains paragraphes.

La construction d'ouvrages hydro-agricoles pourra causer la perturbation de l'habitat naturel des poissons. Un programme de compensation devra être prévu dans la mesure où ces derniers constituent une ressource alimentaire et économique importante. Une gestion planifiée des activités humaines pouvant nuire à l'habitat du poisson devra aussi être envisagée (Pêches et

Océan Canada, 2010). Cette mesure ne pourra être affectée par les changements climatiques. La construction d'ouvrages hydro-agricoles pourrait aussi causer la prévalence de certaines maladies liées à la dégradation de la qualité des eaux. Un suivi régulier de la qualité des eaux devra être effectué au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

La création de nouveaux plans d'eau et les travaux de défrichement et de déboisement pour la mise en valeur de nouvelles zones agricoles pourront être responsables de la prolifération d'une végétation aquatique envahissante (*typha australis*, jacinthe d'eau). Celle-ci contribuera à la dégradation de la qualité de l'eau, à la perte de la biodiversité dans les cours d'eau et à la détérioration des ouvrages hydro-agricoles. Des mesures de préservation du couvert végétal devront être prévues (travaux de reboisement, création de mini-pépinières, mise en place de systèmes de lutte contre l'érosion, etc.). Le lamantin, mammifère qui se nourrit de la plante de *typha*, devra aussi être protégé. La réalisation des mesures proposées n'est aucunement dépendante des paramètres climatiques.

L'utilisation de pesticides ou d'herbicides pourra nuire à la qualité des eaux de surface et constituer un facteur de risque à la santé animale. Les agriculteurs souvent exposés à ces produits pourront aussi être intoxiqués. Un programme de lutte non chimique contre les insectes ravageurs devra être mis en place. Des méthodes de lutte physiques (infra-sons, ultra-sons, ultra-violets), mécaniques (utilisation d'énergies thermiques ou électromagnétiques pour éloigner les insectes ravageurs ou de bâches pour contrôler la présence des insectes nuisibles) et biologiques (recours aux phytopophage, prédateurs, etc.) doivent être mises en place (Gwinner, Harnisch & Mück, 1996). Ces méthodes ne peuvent nullement être affectées par les changements climatiques.

### **5.3 Classification des stratégies d'adaptation**

L'exercice de classification des stratégies d'adaptation selon les deux types décrits à la section 1.5.2, est repris pour celles proposées suite à l'application de CRiSTAL au PNIP. Les résultats sont présentés aux tableaux 5.3 et 5.4.

**Tableau 5.3 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation suite à l'application de CRiSTAL au PNIP**

| Stratégies d'adaptation structurelles | Stratégies d'adaptation de nature politique | Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques   |
|---------------------------------------|---|--|
|                                       |   | Vulgarisation des variétés culturelles les mieux adaptées aux conditions climatiques.                  |
|                                       |   | Contribution à la levée des barrières pour la promotion des applications de l'énergie solaire au Mali  |
|                                       |   | Surcreusement des nappes souterraines  |
|                                       |   | Gestion des feux de brousse  |
|                                       |   | Vulgarisation des espèces animales les mieux adaptées aux conditions climatiques                       |
|                                       |   | Mise en place d'un système d'information sur les risques de maladies liées aux changements climatiques |
|                                       |   | Promotion de banques à céréales  |

La contribution à la levée de barrières pour la promotion des applications de l'énergie solaire et le surcreusement des nappes souterraines sont les deux stratégies d'adaptation qui n'ont pas été énumérées suite à l'application du CP et d'ORCHID au PNIP. La première d'entre elles implique l'installation d'équipements solaires pour des applications domestiques, telles que les cuiseurs solaires et les panneaux photovoltaïques et ne vise pas la construction de tours solaires ou d'autres infrastructures de grande envergure (MET & DNM, 2007). Elle a ensuite été classée dans la catégorie “gestion des risques climatiques”, car elle constitue une alternative aux ressources hydriques, dont le potentiel est menacé par la hausse des températures, pour la production d'électricité.

Le surcreusement des nappes souterraines est une stratégie qui a été identifiée suite à l'application de CRiSTAL dans la région du San au Mali. Elle peut être réalisée grâce à la

réalisation de travaux de forages souterrains et ne requiert pas la réalisation d'investissements massifs dans les infrastructures. Elle a ensuite été classée dans la catégorie “renforcement des capacités d'intervention” car elle favorise la réduction de la vulnérabilité des populations et du cheptel face aux changements climatiques en leur facilitant l'accès à l'eau mais ne garantit pas une atténuation des impacts qui se feront ressentir en cas de hausse des températures et de diminution de la pluviométrie.

**Tableau 5.4 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL au PNIP**

| <b>Élimination des facteurs de vulnérabilité</b> | <b>Renforcement des capacités d'intervention</b>  | <b>Gestion des risques climatiques</b>  | <b>Lutte contre les impacts directs des changements climatiques</b> |
|--|---|---|---|
|  | Surcreusement des nappes souterraines   | Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.                  |   |
|  | Mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques | Contribution à la levée des barrières pour la promotion des applications de l'énergie solaire au Mali |   |
|  |   | Gestion des feux de brousse   |   |
|  |   | Vulgarisation des espèces animales les mieux adaptées aux conditions climatiques                      |   |
|  |   | Promotion des banques de céréales   |   |

Les résultats présentés aux tableaux précédents permettent de déduire que l'application de CRiSTAL au PNIP aboutit à l'établissement d'une majorité de stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques. La majorité de ces stratégies ont été classées dans la catégorie “gestion des risques climatiques”.

Les stratégies d'adaptation obtenues suite à deux autres applications de CRiSTAL ont été analysées, dans le cadre du présent mémoire, afin de valider les conclusions tirées au paragraphe précédent. La première application a été réalisée par les organismes non

gouvernementaux, “*HEKS*” et “*Bread for all*” à un projet de développement rural dans la communauté d’Oromiya en Éthiopie (Keller, 2009). Ce projet vise l’amélioration des techniques et le renforcement des capacités dans la gestion des ressources naturelles. La deuxième application de CRiSTAL a été réalisée par les organismes IISD, Intercooperation, SEI et UICN, à un projet qui favorise l’approvisionnement continu en eau potable en milieu scolaire dans les localités de Ohia et Modika au Kenya (Cross, Awuor & Oliver, 2009).

Les résultats, présentés à l’annexe 6, ont révélé que la majorité des stratégies durables et efficaces proposées, sont non structurelles et apolitiques. Elles sont ensuite équitablement réparties entre les catégories “renforcement des capacités d’intervention” et “gestion des risques climatiques”.

## **5.4 Conclusion**

L’application de CRiSTAL à un programme pourrait engendrer des coûts supérieurs au budget prévu si elle mène à une modification majeure des activités du programme.

Elle aboutit à une bonne étude de la vulnérabilité grâce à l’évaluation semi-quantitative de l’influence des risques climatiques sur les ressources essentielles et de leur importance pour la mise en œuvre des stratégies d’adaptation. Elle mène aussi à l’élaboration d’une série de mesures d’atténuation des impacts négatifs des activités du programme sur les secteurs vulnérables, durables dans le contexte des changements climatiques. Cependant, neuf cases seulement sont disponibles à l’utilisateur pour entrer les stratégies d’adaptation. L’application de cet outil conduit donc à l’établissement d’un maximum de neuf stratégies d’adaptation. Celles-ci ne répondent pas aux impacts des risques climatiques sur des aspects spécifiques dans le contexte d’un programme ou projet.

Ce chapitre a enfin démontré que l’application de CRiSTAL conduit à l’établissement de stratégies d’adaptation qui ne privilégient pas un secteur par rapport aux autres. La majorité d’entre elles ne nécessitent pas la construction d’infrastructures ou la modification des politiques en vigueur. De plus, il n’est pas possible d’affirmer que les stratégies découlant de l’application de CRiSTAL, favorisent l’atténuation des impacts des changements climatiques sur les différents secteurs plutôt que la réduction de leur vulnérabilité.

Les conclusions tirées suite à l'application de cet outil à différents programmes, réalisée par différentes équipes d'experts de l'IISD, de la Fondation suisse pour le développement et la coopération internationale, du SEI et de l'UICN, ont révélé que CRiSTAL permet de sensibiliser l'utilisateur à la problématique des changements climatiques et suscite des discussions sur la variabilité climatique et les impacts des changements climatiques observés. CRiSTAL démontre aussi le lien entre les changements climatiques, les moyens d'existence des populations et les impacts des activités des projets sur les capacités d'adaptation et peut améliorer et enrichir la conception d'un projet. Il encourage enfin la participation de la population à la mise en œuvre de stratégies d'adaptation (Faye & Quddus, 2005, traduit de l'anglais et adapté dans le cadre du présent mémoire).

## **CHAPITRE 6. COMPARAISON ENTRE L'INTÉGRATION DU CP, ORCHID ET CRISTAL À UNE ÉES**

Après avoir appliqué les outils CP, ORCHID et CRiSTAL au cas du PNIP, la pertinence d'intégrer chacun de ces trois outils à une ÉES sera maintenant comparée pour les aspects mentionnés au tableau 2.1. Les forces et faiblesses de chacune des méthodologies seront mises en valeur et des améliorations seront proposées. L'intégration de ces trois outils aux cycles de planification des programmes et de projets sera ensuite étudiée afin de dépasser le cadre de programmes spécifiques déjà conçus, comme le PNIP.

### **6.1 Principaux apports et limites de l'intégration du CP, ORCHID et CRiSTAL à une ÉES**

Les travaux réalisés aux chapitres précédents, c'est-à-dire, l'étude des différentes étapes nécessaires à la réalisation d'une ÉES, l'examen des différentes méthodologies proposées par les outils CP, ORCHID et CRiSTAL ainsi que l'analyse des résultats obtenus suite à leur application au PNIP et à d'autres programmes, permettent de proposer des solutions concernant l'intégration de ces trois outils à une ÉES. Celles-ci sont résumées aux paragraphes ci-dessous.

#### **6.1.1 Intégration du CP à une ÉES**

L'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du programme peut être décrite et le secteur visé peut être identifié au début de la procédure afin d'obtenir une estimation assez hâtive du risque à envisager et de préparer l'analyse des conditions de départ dans la zone d'étude. Il s'agit d'une procédure commune aux trois outils.

Tel que discuté dans le document intitulé “*Appui à l'évaluation environnementale stratégique du Programme National d'irrigation de proximité*”, rédigé par le professeur Michel Bouchard, l'originalité repose principalement, dans le cas du CP, sur l'identification d'UE, qui peuvent être définies de différentes façons et revêtir différentes réalités. Par rapport à l'approche traditionnelle en évaluation environnementale, les UE peuvent s'apparenter à des “Enjeux” stratégiques ou recouper transversalement l'ensemble des catégories d'enjeux de l'ÉES. Conséquemment, dans le cadre d'une ÉES, les UE peuvent être incluses dans la liste des enjeux de l'évaluation environnementale. Les stratégies d'adaptation proposées peuvent être tirées

directement du PANA et être incluses dans le PCGES (Bouchard, 2010). Ce dernier est alors constitué d'une série de mesures destinées à l'atténuation des impacts négatifs du programme sur les enjeux identifiés et d'une liste de stratégies d'adaptation permettant l'amélioration de la résilience des UE aux aléas climatiques.

### **6.1.2 Intégration d'ORCHID à une ÉES**

Dans le cas d'ORCHID, le cadrage des programmes à risques doit constituer la toute première étape d'une ÉES afin d'identifier celui pour lequel les risques climatiques constituerait une menace à son déroulement.

L'originalité de cet outil repose principalement sur l'identification de secteurs vulnérables. Par rapport à l'approche traditionnelle en évaluation environnementale, les secteurs vulnérables croisent et s'intègrent entièrement à des “Enjeux” stratégiques sans y correspondre complètement.

Conséquemment, l'énumération et la priorisation des différentes stratégies d'adaptation s'intègrent également dans le PCGES de l'évaluation environnementale.

### **6.1.3 Intégration de CRiSTAL à une ÉES**

Dans le cas de CRiSTAL, l'originalité repose principalement sur l'identification de “Ressources et Moyens de subsistance Affectés” (RMA). Par rapport à l'approche traditionnelle en évaluation environnementale, les RMA constituent en général l'un des enjeux stratégiques normalement considérés dans une ÉES.

Les risques climatiques, impacts engendrés et stratégies d'adaptation doivent être définis au départ. L'évaluation semi-quantitative de l'influence de chacun des risques sur les ressources essentielles énumérées et l'estimation de l'importance de ces dernières pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation pourraient servir à déterminer les principaux enjeux du programme.

L'analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés peut se faire tel que proposé par l'outil. L'impact de chaque activité du projet sur chacun des enjeux doit être évalué qualitativement et des mesures doivent être apportées afin d'atténuer les impacts négatifs. Celles-ci doivent accompagner les stratégies d'adaptation proposées dans la réalisation du PCGES. Des pistes d'amélioration sont proposées à la section suivante.

#### **6.1.4 Résumé**

L’application des trois outils permet d’appliquer une lentille climatique à trois étapes de l’ÉES soit, le cadrage des enjeux, l’analyse des conditions de départ et de leurs tendances et la préparation du PCGES. CRiSTAL est, par contre, le seul qui inclut une étape qui puisse être intégrée à l’analyse des effets du programme sur les enjeux identifiés, tel que requis par la procédure de l’ÉES. Ces conclusions sont résumées au tableau 6.1.

**Tableau 6.1 : Comparaison entre l’intégration des trois outils à une ÉES**

| <b>Étape de l’ÉES</b>  | <b>Intégration du CP</b> | <b>Intégration d’ORCHID</b>      | <b>Intégration de CRiSTAL</b>  |
|--|--------------------------|----------------------------------|--|
|  |                          | Cadrage des programmes à risques | Définition des risques climatiques et impacts associés dans la région, le pays et la zone écologique d’implantation du projet.<br>Identification des stratégies d’adaptation |
| Identification de la position de l’exercice d’ÉES dans le processus de planification ainsi que l’identification des acteurs, intervenants et parties prenantes |                          |                                  |  |

**Tableau 6.1 : Comparaison entre l'intégration des trois outils à une ÉES  
(suite)**

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Le cadrage des enjeux  | Identification des UE   | Identification des secteurs vulnérables   | Identification des moyens d'existence<br>Évaluations semi-quantitatives de l'influence de chaque risque climatique sur chaque moyen d'existence et de l'importance de ces derniers pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation |
| Analyse des conditions de départ et de leurs tendances                 | Description de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du programme | Description de l'évolution des paramètres climatiques dans la zone géographique d'implantation du programme | <i>Étape à réaliser au début de la procédure</i>   |
| Analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés   |   |   | Énumération des activités du projet<br>Évaluation de l'impact sur chaque activité sur chaque enjeu   |
| Analyse des alternatives ainsi que de l'alternative zéro               |   |   |  |
| Préparation d'un PCGES   | Énumération et priorisation des stratégies d'adaptation   | Énumération et priorisation des stratégies d'adaptation   | Énumération des stratégies d'adaptation  |
| Plan ou actions recommandées pour assurer le suivi des recommandations |   |   |  |

## **6.2 Comparaison entre les différentes approches**

Les différentes approches proposées par les trois outils seront tout d'abord comparées selon les éléments et critères mentionnés au tableau 2.1. Les résultats de cette comparaison sont illustrés au tableau 6.9.

### **6.2.1 Collecte de données**

La collecte des données et la synthèse d'informations s'effectuent de manière similaire lors de l'application de chacun de ces trois outils. Les consultations avec les parties prenantes associées au jugement des gestionnaires permettent d'identifier les ressources essentielles à la survie de la population et nécessaires à la mise en œuvre des stratégies d'adaptation. Les informations concernant les scénarios climatiques et impacts passés vécus par la population sont aussi recueillies et servent à obtenir un aperçu sur la vulnérabilité du pays. Les gestionnaires peuvent aussi se baser sur les travaux du GIEC et utiliser les outils faisant partie de la deuxième catégorie, décrits au tableau 1.6, pour estimer les scénarios climatiques futurs et les impacts associés. Le PANA constitue enfin, pour les pays qui en disposent, une bonne référence pour la sélection des stratégies d'adaptation envisageables.

### **6.2.2 Cadrage des enjeux**

Les enjeux mis en valeur dans le cadre de l'ÉES du PNIP et indépendants du contexte des changements climatiques et de l'application de chacun des trois outils sont décrits au tableau 6.2.

Les outils CP et ORCHID suggèrent d'établir respectivement une liste des secteurs vulnérables et d'UE mais ne proposent pas une démarche spécifique qui permette de réaliser l'étude du degré de vulnérabilité. Celle-ci dépend de la profondeur de l'analyse entreprise par l'utilisateur. L'outil CRiSTAL est sans doute le plus approprié pour cet aspect. Il applique tout à fait la définition d'un enjeu mentionnée à la section 1.3, grâce à l'évaluation semi-quantitative de l'influence de chaque risque sur chaque moyen d'existence et à l'estimation de l'importance de ces derniers pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation. La façon dont le risque est évalué, c'est-à-dire, à travers l'évaluation semi-quantitative de l'influence de chaque risque sur chaque moyen d'existence pourrait cependant être améliorée. L'analyse de risques proposée par le CP pourrait être intégrée. Le risque est défini comme “le produit des conséquences qui découlent d'un évènement et la fréquence associée à cet évènement (Banque asiatique de

développement, 2009, définition traduite de l'anglais dans le cadre du présent mémoire). Le CP propose en effet d'évaluer les deux paramètres de cette définition alors que CRiSTAL ne se penche que sur le premier. Les différents enjeux obtenus suite à l'application de chacun des trois outils au PNIP sont présentés au tableau 6.3. La comparaison entre les tableaux 6.2 et 6.3 permet en effet de souligner l'importance de la prise en compte des changements climatiques dans une ÉES car presque tous les enjeux qui ont été pris en compte lors de l'évaluation environnementale du programme se retrouvent lors de l'application des trois outils. Certains enjeux peuvent cependant être plus gravement influencés par les facteurs anthropiques que par les aléas climatiques.

**Tableau 6.2 : Enjeux précisés après cadrage pour l'ÉES du PNIP**

|   |   |
|---|---|
| Protection et conservation de la nature             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préservation de la biodiversité et protection des ressources naturelles.</li> </ul>  |
| Santé et sécurité des populations                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Préservation de la Santé et Hygiène des populations locales.</li> </ul>  |
| Accès aux ressources et conservation des ressources | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise de la ressource en eau.</li> <li>• Sécurité Alimentaire.</li> </ul>   |
| Cohésion sociale et développement socioéconomique   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion des conflits et cohésion sociale.</li> <li>• Égalité Homme/Femme.</li> </ul>   |
| Valeurs et cultures                                 |   |
| Enjeux globaux :                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir ci-haut : Protection et conservation de la nature.</li> <li>• Facteurs de risques et de résilience aux changements climatiques.</li> <li>• Voir ci-haut : Préservation et conservation de la Nature.</li> </ul> |

Source : Bouchard, 2010

**Tableau 6.3 : Enjeux obtenus suite à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL au PNIP**

| UE du CP   | Secteurs vulnérables d'ORCHID  | RMA de CRiSTAL  |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agriculture irriguée.</li> <li>• Eaux de surface et souterraines.</li> <li>• Élevage.</li> <li>• Gestion intégrée des forêts et pâturages.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agriculture.</li> <li>• Secteur hydrique.</li> <li>• Santé.</li> <li>• Biodiversité.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures vivrières (Mil, sorgho, maïs et riz) et fourragères.</li> <li>• Nappes d'eau superficielles et souterraines.</li> <li>• Biodiversité (Cheptel, poissons, espèces végétales).</li> <li>• Ouvrages de captage d'eau destinés à l'irrigation.</li> </ul> |

### 6.2.3 Analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés

L'analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés est un aspect repris uniquement par CRiSTAL. Des ajouts peuvent cependant être apportés à la façon selon laquelle il est pris en considération dans la méthodologie. Ces ajouts sont décrits ci-dessous.

Selon Bouchard (2010), l'analyse des impacts est une procédure qui se fait en trois étapes. La première étape consiste à évaluer les effets du projet, c'est-à-dire à inventorier les conséquences possibles grâce à une matrice d'interaction entre les activités du projet et les enjeux, tel que suggéré par cet outil. L'ampleur éventuelle des effets doit ensuite être mesurée en considérant les aspects suivants, qui doivent être repris dans la méthodologie de CRiSTAL : l'étendue spatiale et temporelle, l'intensité, la probabilité d'occurrence et le caractère (direct ou indirect, immédiat ou différé).

La deuxième étape est d'identifier la valeur ou l'importance attribuée aux conséquences. La méthodologie de CRiSTAL propose de classer les impacts en trois catégories (positifs, négatifs ou neutres) mais des sous-catégories pourraient être ajoutées (mineurs, majeurs, négligeables, etc.)

La troisième étape qui pourrait enfin être rajoutée à CRiSTAL consiste à identifier et mesurer les impacts résiduels des activités du projet sur les enjeux, c'est-à-dire, ceux qui demeurent après la mise en place des mesures d'atténuation.

#### **6.2.4 Préparation du PCGES**

L'application de ces trois outils à une ÉES conduit à l'élaboration d'un PCGES constitué de stratégies d'adaptation nécessaires afin de limiter les impacts négatifs des risques climatiques et de mesures destinées à atténuer ceux des activités du programme sur les enjeux identifiés.

L'application du CP aboutit à l'établissement d'un PCGES constitué de stratégies d'adaptation qui doivent faire face aux impacts des risques climatiques sur les UE alors que celles incluses dans le PCGES résultant de l'application d'ORCHID doivent faire face aux impacts négatifs des risques climatiques sur les activités du programme. L'avantage de CRiSTAL est que son application aboutit, contrairement à CP et ORCHID, à l'établissement de mesures d'atténuation des impacts négatifs des activités du programme sur les enjeux identifiés. L'utilisateur est tenu de considérer que les mesures qu'il propose doivent être durables dans le contexte des changements climatiques. La faiblesse de CRiSTAL est qu'elle conduit, tel que mentionné précédemment, à l'identification d'un maximum de neuf stratégies d'adaptation qui répondent aux impacts généraux des risques climatiques et ne visent pas des aspects spécifiques d'un programme ou d'un projet, c'est-à-dire les activités prévues ou les UE de la zone d'étude.

##### **6.2.4.1 Analyse multicritère des stratégies d'adaptation proposées**

Les outils CP et ORCHID n'imposent aucun critère à l'utilisateur lors de la réalisation de cette étape. Celui-ci peut faire varier son choix dépendamment de la nature des stratégies proposées et de la région où l'outil est appliqué. ORCHID se distingue par le fait qu'il impose à l'utilisateur d'entreprendre une analyse des bénéfices par rapport aux coûts afin d'évaluer la rentabilité de la stratégie. Selon Hammil & Tanner, 2011, les critères de coûts, d'efficacité comme solution aux problèmes posés, de faisabilité et d'alignement avec les priorités nationales de développement doivent toujours être considérés à cette étape.

CRiSTAL propose simplement d'identifier si la stratégie est durable et efficace et suggère de sélectionner une autre si nécessaire.

Les différentes stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de chacun des trois outils au PNIP sont résumées au tableau 6.4. Les stratégies énumérées dans les mêmes cases de ce tableau sont celles qui occupent le même rang dans la priorisation.

**Tableau 6.4 : Comparaison des stratégies obtenues suite à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL au PNIP**

| Stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP au PNIP (priorisées)  | Stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application d'ORCHID au PNIP (priorisées)  | Stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL au PNIP (non priorisées)  |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Vulgarisation des variétés culturales adaptées/ Cultures des espèces adaptées.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion des banques à aliments pour bétail.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.</li> </ul>                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestion des feux de brousse/ Lutte contre les incendies;</li> <li>Mise en place d'un système d'informations sur les risques de maladies liées aux changements climatiques.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contribution à la levée des barrières pour la promotion des applications de l'énergie solaire au Mali</li> </ul> |

**Tableau 6.4 : Comparaison des stratégies obtenues suite à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL au PNIP (suite)**

|   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Développement des actions culturelles CES/DRS.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Développement des actions culturelles CES/DRS et de compostage;</li> <li>Vulgarisation des espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques;</li> <li>Développement des cultures fourragères.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Surcreusement des nappes souterraines</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion des activités génératrices de revenus/ Diversification des sources de revenus;</li> <li>Captage des eaux de ruissellement/ Multiplication des points d'eau.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau;</li> <li>Conception de réservoir de stockage des eaux pluviales.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestion des feux de brousse</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation des informations météorologiques et contribution à la sécurité alimentaire/ Intensification du conseil agricole.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vulgarisation des variétés culturelles les mieux adaptées aux conditions climatiques.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vulgarisation des espèces animales les mieux adaptées aux conditions climatiques</li> </ul>                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion des banques de céréales/ Constitution de stocks de sécurité alimentaire.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'aménagements aquacoles.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un système d'information sur les risques de maladies liées aux changements climatiques</li> </ul> |
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion de banques à céréales</li> </ul>  |

Les stratégies énumérées doivent ensuite être mises en œuvre selon un plan déjà défini. Le CP y fait référence à travers les questions établies à la fin de la section 3.1. Cet aspect est aussi pris en considération à la dernière étape de la méthodologie d'ORCHID mais aucune action concrète n'est recommandée afin de guider l'utilisateur dans la réalisation de cette étape.

CRiSTAL suggère à l'utilisateur de décrire les obstacles qui ralentiront la mise en œuvre des stratégies d'adaptation. Cet aspect pourrait donc être amélioré pour chacun de ces outils. La méthodologie proposée par le “USAID Guidance Manual” pourrait être adoptée. Un plan de mis en œuvre doit être suggéré et doit proposer à l'utilisateur de décrire l'échéancier de réalisation des activités et de conception des investissements, d'identifier un besoin de renforcement des capacités à travers un plan d'évaluation et de formation et d'établir des plans de financement et de durabilité des stratégies (USAID, 2007).

Le dernier aspect, non pris en considération d'une manière explicite par ces trois outils et qui figure dans les approches proposées par “CEDRA” et le “USAID Guidance Manual” consiste à effectuer un suivi et une évaluation des stratégies mises en œuvre. L'utilisateur doit être porté à évaluer les retombées négatives des mesures incluses dans le PCGES ainsi que les avantages procurés. L'analyse multicritère devrait alors être révisée s'il s'avère que les retombées négatives sont supérieures aux avantages apportés par les stratégies d'adaptation (USAID, 2007).

### **6.2.5 Coûts et durées**

Les coûts et durées requis pour l'application des différents outils ne peuvent être comparés. En effet, ces paramètres dépendent de l'échelle à laquelle sont appliqués les différents outils et du degré d'expertise de l'utilisateur (Communication personnelle de M. Marius Keller, gestionnaire de projet à l'IISD, 2011). Les coûts et durées nécessaires à l'application de ces outils à différents programmes, qui ont pu être obtenues, sont résumés au tableau 6.5.

**Tableau 6.5 : Résumé des coûts et durées nécessaires à l'application du CP, ORCHID et CRiSTAL**

| Outil   | Programme/projet   | Coûts nécessaires à l'application de l'outil (incluant les visites de site) | Durées nécessaires à l'application de l'outil | Durées nécessaires pour les visites de sites |
|---------|--|---|---|--|
| CP      | PNIP   | 11 000 \$US   | 4 jours                                       | 30 jours                                     |
| ORCHID  | Portefeuille de 10 programmes en Inde                                  | 54 900 \$US   | 6 mois  | <i>Données non Disponibles</i>               |
| CRISTAL | Projet de développement rural dans la communauté d'Oromiya en Éthiopie | <i>Données non Disponibles</i>  | Moins d'un jour                               | 4 jours                                      |

#### **6.2.5.1 Coûts et durées nécessaires à l'application de ces outils**

Le coût nécessaire à l'application du CP a été de 5 014 000 F CFA, soit environ 11 000 \$US, dans le cas du PNIP (Communication personnelle de Mme Haoua Touré, comptable à la GIZ, 2011). La durée d'application de cet outil varie normalement entre 1 et 7 jours (Porsché, I. et al., 2009). Selon Fröde & Kloss, 2010, elle a été de 4 jours dans le cas du PNIP. En effet, un jour a été nécessaire pour la réalisation de chacune des 4 principales étapes, soit la description des futurs aléas climatiques dans la zone d'implantation du programme, l'identification des UE, la détermination des effets biophysiques et socioéconomiques et l'évaluation de leur probabilité et pertinence et leur lien avec le projet et enfin la formulation des stratégies d'adaptation. De plus, la durée nécessaire pour l'intégration des stratégies d'adaptation résultant de l'application du CP au PCGES réalisé dans le cadre de l'ÉES du PNIP a été estimée à 3 jours.

Le coût et la durée nécessaires à l'application d'ORCHID dépendent du nombre de programmes faisant partie du portefeuille à évaluer. 300 dollars par jour, pour une durée totale de 6 mois (soit un total de 54 900 \$US) ont été nécessaires lors de l'application de cet outil à une dizaine de programmes d'aide au développement en Inde (Communication personnelle de M. Thomas

Tanner, 2011). Les durées nécessaires pour la réalisation de chacune des étapes requises pour l’application de cet outil sont résumées au tableau 6.6.

**Tableau 6.6 : Durées nécessaires à l’application d’ORCHID en Inde**

| Étape  | Durée (jours)             |
|--|---------------------------|
| Description de la variabilité climatique et des secteurs vulnérables   | 20                        |
| Cadrage des programmes à risques   | 35                        |
| Priorisation des stratégies d’adaptation incluant l’analyse bénéfices/coûts  | 15                        |
| Révision des résultats obtenus   | 10                        |
| Développement de l’outil, discussion des résultats avec les membres et partenaires de la DFID et mise en œuvre des stratégies d’adaptation proposées | 100                       |
| <b>Total</b>   | <b>180 jours (6 mois)</b> |

Source : Communication personnelle de M. Thomas Tanner, 2011

L’application de CRiSTAL au PNIP effectuée dans le cadre du présent mémoire a été basée en partie, à partir des données de l’ÉES. Cette dernière a été réalisée à un coût total de 7 454 420 F CFA, soit environ 15 500 \$US (Communication personnelle de Mme Haoua Touré, 2011). Aucune autre information concernant le budget investi suite à son application à d’autres projets n’a pu être obtenue. Moins d’un jour a été requis pour l’application de l’outil au projet de développement rural implanté dans la communauté d’Oromiya en Éthiopie (Communication personnelle de M. Marius Keller, 2011).

### **6.2.5.2 Durées nécessaires pour la réalisation des visites de site**

Les visites de site ont eu une durée totale de 30 jours lors de l’application du CP au PNIP (Fröde & Kloss, 2010). Quatre jours ont été par contre nécessaires pour effectuer les rencontres avec les parties prenantes lors de l’application de CRiSTAL au projet de développement rural implanté dans la communauté d’Oromiya Éthiopie (Communication personnelle de M. Marius Keller, 2011).

Aucune information concernant la durée requise uniquement pour entreprendre des visites de site lors de l’application d’ORCHID à des programmes spécifiques n’a pu être obtenue.

Il serait raisonnable de confirmer, suite à l'analyse des données présentées au tableau 6.5, que les coûts et durées nécessaires à l'application d'un outil dépendent de son échelle d'application. En effet, les coûts et durées d'application du CP et d'ORCHID sont plus élevés que pour CRiSTAL car ils ont été appliqués à l'échelle d'un pays alors que CRiSTAL a été appliqué à l'échelle d'une communauté.

Enfin, on peut noter que, dans le cadre du travail réalisé pour le présent mémoire, trois mois ont été nécessaires pour l'application d'ORCHID au PNIP alors qu'une semaine a été nécessaire pour l'application de CRiSTAL.

## **6.2.6 Intégration au stade de la planification**

Les cycles d'élaboration des programmes nationaux et des projets sont décrits aux prochaines sous-sections. L'intégration de chacun de ces trois outils à ces cycles d'élaboration est aussi analysée par l'auteur. Les suggestions sont apportées aux tableaux 6.7 et 6.8. Il est important de noter que l'ÉES pourrait être appliquée à n'importe quelle étape des procédures qui seront décrites.

### **6.2.6.1 Intégration au cycle d'élaboration de programmes nationaux**

Selon l'OCDE, 2009, l'élaboration d'un programme consiste à formuler les objectifs, planifier les activités, estimer les ressources financières nécessaires à sa réalisation et concevoir une stratégie qui permette d'effectuer le suivi et l'évaluation des résultats obtenus.

Les autorités responsables doivent être sensibilisées à la menace posée par les changements climatiques et les programmes présentant un risque élevé doivent être identifiés pour que les objectifs soient atteints. Il est préférable d'utiliser ORCHID à cette étape car il propose d'entreprendre un analyse multicritère d'une série de programmes afin d'identifier celui qui présente le risque le plus élevé.

Les activités faisant partie des plans nationaux de développement pluriannuels, liés aux budgets annuels et aux cadres de dépenses à moyen terme et qui permettent d'atteindre les objectifs de développement, sont établies et chiffrées au stade de la planification. Une analyse détaillée des risques climatiques pouvant affecter la mise en œuvre de chacune d'elles doit être effectuée. ORCHID est aussi le plus approprié à cette étape car il permet d'entreprendre une analyse des risques sur les activités des programmes et non sur les secteurs vulnérables. Des stratégies d'adaptation doivent être conçues puis classées par ordre de priorité afin d'atténuer les impacts

négatifs des risques climatiques sur le déroulement des activités. CP et ORCHID peuvent être utilisés à cette étape.

La phase d'allocation des ressources consiste à répartir le budget national entre les divers secteurs afin de mettre en œuvre les différents plans de développement sectoriels. Une attention particulière doit être accordée aux secteurs et régions vulnérables lors de la distribution des crédits et un financement doit être prévu pour la mise en œuvre des stratégies d'adaptation.

Enfin, les ressources humaines et financières doivent être mobilisées pour le renforcement des systèmes et des capacités de suivi et d'évaluation. Des indicateurs de performance dans plusieurs secteurs doivent être construits pour effectuer un suivi des résultats sous l'angle de l'adaptation.

**Tableau 6.7 : Intégration de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle nationale**

| Étape du programme          | Intervention en faveur de l'adaptation  | Outil         |
|-----------------------------|---|---------------|
| Formulation du programme    | Sensibilisation des acteurs concernés   | ORCHID        |
|                             | Cadrage des programmes à risques  | ORCHID        |
| Planification des activités | Évaluation et analyse du risque   | ORCHID        |
|                             | Conception et priorisation de stratégies d'adaptation   | CP,<br>ORCHID |
| Allocation des ressources   | Redistribution des crédits aux secteurs ou régions vulnérables  |               |
|                             | Financement des activités d'adaptation  |               |
| Suivi et évaluation         | Mobilisation des ressources nécessaires pour le renforcement des systèmes et capacités de suivi et d'évaluation |               |
|                             | Construire des indicateurs pour effectuer un suivi des résultats sous l'angle de l'adaptation                   |               |

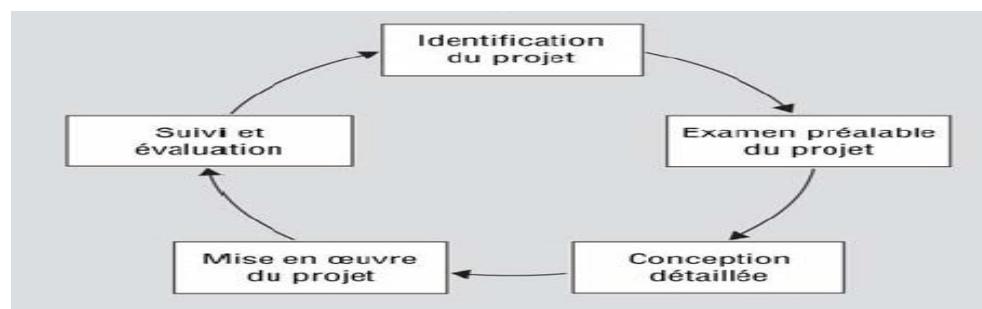
### **6.2.6.2 Intégration au cycle d'élaboration des projets**

Le cycle des projets, illustré à la figure 6.1, se résume en quatre étapes soient l'identification du projet, l'examen préalable et la conception détaillée ainsi que la mise en œuvre et le suivi des résultats.

Selon l'OCDE, 2009, l'identification du projet comprend la fixation des objectifs et des lignes directrices en se basant sur les programmes définis en amont. Un tri préliminaire doit être

réalisé entre les projets proposés. Les risques climatiques potentiels doivent être décrits et la vulnérabilité de la région et des différents secteurs face aux impacts des changements climatiques doit être analysée afin d'éviter la mise en place de projets dans des régions assez risquées. ORCHID, grâce au tri préliminaire des projets serait idéal pour la réalisation de cette étape.

La viabilité du projet est évaluée et les propositions concernant les activités à réaliser sont analysées en profondeur lors de l'examen préalable. À l'étape de la conception détaillée, les résultats sont mis en application et tous les paramètres sont finalisés avant la mise en œuvre. L'impact des risques climatiques sur le déroulement des activités du projet doit être étudié plus en détail et les gestionnaires doivent donc avoir recours à ORCHID. Les stratégies d'adaptation face aux risques doivent être établies puis hiérarchisées et mises en œuvre à la prochaine étape.



**Figure 6.1 : Cycle d'élaboration de projets**

Source : OCDE, 2009

**Tableau 6.8 : Intégration de l'adaptation aux changements climatiques au cycle d'élaboration des projets**

| Étape du cycle de projet                           | Principale intervention pour l'adaptation  | Outil      |
|--|--|------------|
| Identification du projet                           | Évaluation des risques climatiques potentiels et leurs effets sur la vulnérabilité | ORCHID     |
| Examen préalable du projet et conception détaillée | Évaluations climatiques approfondies   | ORCHID     |
|  | Identification et hiérarchisation de stratégies d'adaptation                       | CP, ORCHID |
| Mise en œuvre du projet                            | Mise en œuvre des stratégies d'adaptation prioritaires                             |            |
| Suivi et évaluation                                | Suivi et évaluation de la mise en œuvre des stratégies d'adaptation prioritaires   |            |

Source : OCDE, 2009

### **6.2.7 Synthèse de la comparaison entre les outils CP, ORCHID et CRiSTAL**

La synthèse de la comparaison entre ces trois outils est présentée au tableau 6.9.

**Tableau 6.9 : Comparaison entre outils CP, ORCHID et CRiSTAL**

| <b>Éléments et critères de comparaison/<br/>Outils</b>   | <b>CP</b>                              | <b>ORCHID</b>                          | <b>CRiSTAL</b> | <b>Outil(s) à privilégier</b> |
|--|--|--|----------------|-------------------------------|
| <b>1- Collecte de données</b>  |  |  |                |                               |
| 1.1- Visites de terrain et consultations avec les parties prenantes, travaux du GIEC, PANA [Oui/Non] | Oui                                    | Oui                                    | Oui            | CP,<br>ORCHID,<br>CRiSTAL     |
| <b>2- Cadrage des enjeux</b>   |  |  |                |                               |
| 2.1- Degré de subjectivité laissée à l'utilisateur   | Maximal                                | Maximal                                | Minimal        | CRiSTAL                       |
| <b>3- Analyse des effets génériques du programme sur les enjeux identifiés</b>                       |  |  |                |                               |
| 3.1- Consistance de la démarche proposée avec la procédure d'analyse d'impacts                       | Étape non incluse dans cette procédure | Étape non incluse dans cette procédure | Moyenne        | CRiSTAL                       |
| <b>4- Préparation du PCGES</b>   |  |  |                |                               |
| 4.1- Nombre de catégories de mesures incluses  | 1                                      | 1                                      | 2              | CRiSTAL                       |

**Tableau 6.9 : Comparaison entre outils CP, ORCHID et CRiSTAL (suite)**

|   |   |  |  |        |
|---|---|--|--|--------|
| 4.2- Objectifs visés à travers l'élaboration de stratégies d'adaptation                       | Impacts des risques climatiques sur les UE  | Impacts des risques climatiques sur les activités du programme | Impacts généraux des risques climatiques |        |
| 4.3- Proposition d'un exercice de priorisation des stratégies d'adaptation [Oui/Non]          | Oui   | Oui  | Non                                      | ORCHID |
| <b>5- Plan de suivi des recommandations</b>   |   |  |  |        |
| 5.1- Imposition d'une méthodologie à adopter [O/N]  | Non   | Non  | Non                                      |        |
| <b>6- Coûts et durées</b>   |   |  |  |        |
| 6.1- Coût de l'application  | Dépendent de l'échelle à laquelle sont appliqués les outils et du degré d'expertise de l'utilisateur. | Outils non comparables selon ce critère                        |  |        |
| 6.2- Durée de l'application   |   |  |  |        |
| <b>7- Efficacité de l'intégration aux cycles de planification de programmes et de projets</b> | Moyenne   | Maximale   | Minimale                                 | ORCHID |

Il serait intéressant d'ajouter que le CP et ORCHID favorisent l'adaptation aux changements climatiques aux échelles macro et meso, définies à la section 1.5.1. Ils permettent en effet d'établir des priorités entre plusieurs programmes. Il serait cependant recommandé d'avoir recours à ORCHID, car il propose une étape de tri entre les programmes. CRiSTAL est le meilleur en vue d'une adaptation à l'échelle micro car il reprend tout à fait la définition de ce concept, c'est-à-dire, qu'il propose d'entreprendre des modifications dans la conception du projet et car il a été initialement conçu afin d'être appliqué à l'échelle d'une communauté.

### **6.3 Conclusion**

ORCHID ne serait pas recommandé pour une éventuelle intégration à une ÉES au sein de programmes ou projets spécifiques car, tel que discuté précédemment, il a été développé principalement à l'intention des bailleurs de fonds, pour le choix parmi une liste de programmes ou projets, de celui pour lequel un financement serait prioritaire. Il serait donc efficace pour être intégré aux ÉES pour la planification car il pourrait contribuer à la fixation des priorités nationales. CRiSTAL serait le moins recommandé pour une application au stade de la planification.

Les démarches proposées par le CP et CRiSTAL pourraient être améliorées et sont assez différentes pour permettre de sélectionner la meilleure en vue d'une intégration à une ÉES de programmes ou projets spécifiques. CRiSTAL est meilleur pour le cadrage des enjeux et l'analyse des effets du programme alors que le CP aboutit à une meilleure analyse du risque. La préparation du PCGES devrait inclure une série de mesures durables dans le contexte des changements climatiques, destinées à atténuer les impacts négatifs des activités du programme et une liste de stratégies d'adaptation devant faire face aux impacts des risques climatiques sur les secteurs vulnérables et les activités du programme.

## CONCLUSION

L'objectif global de ce mémoire consistait à proposer et à évaluer les différentes approches qui permettent d'intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les ÉES. Les objectifs plus précis visaient à démontrer la possibilité d'intégrer les approches CP, ORCHID et CRiSTAL à une ÉES et déterminer les points forts et points faibles de chacun pour la réalisation de chacune des phases de l'ÉES. Ils consistaient aussi à démontrer la possibilité d'intégrer au moins un outil aux processus de planification et à déterminer l'outil qui permettra d'aboutir à des stratégies d'adaptation les plus facilement implantables.

L'intégration de ces outils de gestion complète des risques climatiques à une ÉES a alors été analysée. Les résultats obtenus, différents d'un outil à l'autre, ont démontré que cette intégration est possible. Certains outils sont cependant meilleurs que d'autres pour certaines des étapes de l'ÉES. Il serait recommandé d'appliquer le CP pour l'analyse des risques. ORCHID est meilleur pour une application aux processus de planification de programmes. CRiSTAL devrait être utilisé pour le cadrage des enjeux et l'évaluation des impacts des activités du programme qu'ils risquent de subir. De plus, aucun de ces outils n'est idéal pour bâtir un PCGES et ne propose de procédure pour effectuer un suivi des résultats obtenus grâce aux différentes mesures mises en place. Des pistes d'amélioration, relatives à ces aspects, pourraient être proposées pour chacun d'eux. Il serait notamment important de recommander à l'utilisateur d'évaluer, à des intervalles de temps réguliers, les retombées positives et négatives des stratégies d'adaptation mises en place, à l'aide d'indicateurs appropriés.

Les résultats de cette recherche ont aussi démontré que les trois outils aboutissent à l'établissement de stratégies d'adaptation, facilement implantables, qui ne requièrent ni la construction d'infrastructures, ni de modifications concernant les politiques ou règlements du pays. Celles-ci visent aussi la réduction de la vulnérabilité des secteurs et l'atténuation des impacts des changements climatiques qu'ils risquent subir. Il a enfin été noté qu'il serait préférable d'appliquer ORCHID pour une adaptation aux échelles macro et meso. CRiSTAL devrait par contre être appliqué à l'échelle micro.

Les limites de cette recherche concernaient tout d'abord la difficulté d'accès aux coûts réels et aux durées qui ont été nécessaires à l'application de chacun de ces trois outils à des programmes ou projets d'aide au développement. Une deuxième limite importante de cette recherche est que, dans tout processus de prise en compte des changements climatiques, des rencontres doivent avoir lieu avec les décideurs et les parties prenantes sur le terrain afin d'identifier de nouvelles stratégies d'adaptation et évaluer leur pertinence. Comme cette recherche n'a pas été réalisée sur le terrain, de telles rencontres avec les parties prenantes n'ont pas eu lieu.

Il est important qu'une nouvelle méthodologie qui tient compte des points forts de chacune des approches présentées par ces trois outils soit développée et puisse être intégrée aux évaluations environnementales. Finalement, indépendamment du contexte des changements climatiques, il serait utile qu'une étude détaillée qui permette d'analyser l'intégration de chacune des étapes de l'ÉES aux processus de planification soit réalisée.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ATKINS International. (2006). *Profil environnemental du Mali.* (2005/113182). Epsom, Royaume-Uni : ATKINS International. Consulté le 7 Septembre 2011, tiré de [http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/Mali\\_CEP\\_2006.pdf](http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/Mali_CEP_2006.pdf)

Banque Africaine de Développement. Projet d'appui développement de la pêche continentale. Banque Africaine de Développement. Consulté le 10 Février 2011, tiré de <http://www.afdb.org/fr/projects-and-operations/project-portfolio/project/p-ml-aaf-002/>

Banque Africaine de Développement. Projet Aménagement Phédie Sabalibougou. Banque Africaine de Développement. Consulté le 10 Février 2011, tiré de <http://www.afdb.org/fr/projects-and-operations/project-portfolio/project/p-ml-aac-007/>

Banque Africaine de Développement. Projet d'amélioration de la productivité des terres. Banque Africaine de Développement. Consulté le 10 Février 2011, tiré de <http://www.afdb.org/fr/projects-and-operations/project-portfolio/project/p-ml-c00-002/>

Banque Africaine de Développement. Appui au développement de l'élevage au Nord-Est. Banque Africaine de Développement Consulté le 10 Février 2011, tiré de <http://www.afdb.org/fr/projects-and-operations/project-portfolio/project/p-ml-aae-001/>

Banque Asiatique de Développement (2009). Glossary. In *Understanding and Responding to Climate Change in Developing Asia* (pp.58 – 68). Mandaluyong City, Philippines: Banque Asiatique de Développement. Consulté le 20 Septembre 2011, tiré de <http://www.adb.org/Documents/Books/Climate-Change-Dev-Asia/Climate-Change.pdf>

Banque Mondiale (2006). Programme d'investissement sectoriel de l'éducation, Phase II. Banque Mondiale. Consulté le 7 Janvier 2011, tiré de <http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=64624210&theSitePK=2748750&menuPK=2805043&Projectid=P093991>

Banque Mondiale (2007). Second projet sectoriel des transports. Banque Mondiale. Consulté le 7 Janvier 2011, tiré de <http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=64624210&theSitePK=2748750&menuPK=2805043&Projectid=P090075>

Banque Mondiale (2010). Fostering Agricultural Productivity Project. Banque Mondiale. Consulté le 7 Janvier 2011, tiré de <http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=64624210&theSitePK=2748750&menuPK=2805043&Projectid=P095091>

Banque Mondiale (2009). Mali Energy Support project. Banque Mondiale. Consulté le 7 Janvier 2011, tiré de

<http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=64283627&piPK=64624210&theSitePK=2748750&menuPK=2805043&Projectid=P108440>

Barbault, R. & Foucault, A. (2010). La biodiversité sous les feux du changement climatique. In Vuibert (éd.), *Changements climatiques et biodiversité* (pp. 23 - 37). Paris, France : Éditions Vuibert.

Boiré, S., Mory, S., Idinoba, M., Coulibaly, Y.N. & Nkem, J. *La vulnérabilité des ressources en eau aux impacts des changements climatiques dans le bassin versant du Bani à Douma, Mali*. Center for International Forestry Research. Consulté le 10 Mai 2011, tiré de <http://www.cifor.org/trofcca/africa/docs/Vulnerabilite,%20Mali.pdf>

Bouchard, M. (2009). Évaluations Environnementales Stratégiques. *Atelier de Formation et Lancement d'une Evaluation Environnementale Stratégique du Programme National d'Irrigation de Proximité (PNIP)*. Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 2 Juin 2010, tiré de <http://www.environnement.gov.ml/uploads/pdfs/Evaluation%20Environnementale%20Strategique/Rapport%20Atelier%20de%20Segou%202009.pdf>

Bouchard, M. (2010). *Appui à l'évaluation environnementale stratégique du Programme National d'irrigation de proximité* (Notice méthodologique 2.0). Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Bouchard, M. (2010). *Acétates de notes de cours de l'hiver 2010 - Analyse des impacts*. École Polytechnique de Montréal. Montréal, Québec.

Bouchard, M. (2010). *Acétates de notes de cours de l'hiver 2010 - Évaluations environnementales stratégiques*. École Polytechnique de Montréal. Montréal, Québec.

Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. (2009). *EM-DAT*. [Logiciel]. Bruxelles, Belgique : Centre for Research on the Epidemiology of Disaster.

Clot, N. (2008). *Introduction et développement du thème Changement Climatique dans la Délégation Intercoopération Sahel*. Berne, Suisse : Intercoopération. Consulté le 20 Août 2010, tiré de [http://www.dicsahel.org/docs\\_capt/Changement%20Climatique%20au%20Mali.pdf](http://www.dicsahel.org/docs_capt/Changement%20Climatique%20au%20Mali.pdf)

Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques. (2010). *Report on the technical workshop on costs and benefits of adaptations options*. Nairobi, Kenya : Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques. Consulté le 15 Mai 2011, tiré de <http://unfccc.int/resource/docs/2010/sbsta/eng/09.pdf>

Coulibaly, A. (2003). *Profil fourrager Mali*. Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Consulté le 26 Octobre 2011, tiré de <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Mali/maliFR.htm>

Cross, K., Awuor, C. & Oliver, S. (2009). *Climate Change Vulnerability Assessment. Global Water Initiative Kenya*. Garissa, Kenya: The Global Water Initiative. Consulté le 29 Septembre 2011, tiré de [http://www.iisd.org/cristaltool/documents/IUCN\\_Kenya\\_Garissa\\_long.pdf](http://www.iisd.org/cristaltool/documents/IUCN_Kenya_Garissa_long.pdf)

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. *Expériences internationales Climate Proofing*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 7 Septembre 2011, tiré de <http://ccc-giz.yolasite.com/resources/pdf/CL-experiences%20nationales%20et%20internationales.pdf>

Diallo, M.A. *Évolution du climat*. Direction Nationale de la Météorologie. Consulté le 27 Octobre 2011, tiré de <http://www.cifal-ouaga.org/new11/mali.pdf>

Eriksen, S. & Naess, L. (2003). *Norwegian development and climate change adaptation : An assessment of issues, strategies and potential entry points*. (2003:02). Oslo, Norvège : Center for International Climate and Environmental Research. Consulté le 25 Septembre 2011, tiré de <http://www.cicero.uio.no/media/2465.pdf>

Faye, A. & Quddus, A. (2005). Assessing and enhancing projects impacts on local adaptive capacity. *Experiences from Mali and Bangladesh*. Genève, Suisse. Consulté le 25 Septembre 2011, tiré de [www.iisd.org/pdf/2005/climate\\_cop11\\_aliou\\_faye.ppt](http://www.iisd.org/pdf/2005/climate_cop11_aliou_faye.ppt)

Fröde, A., Kloss, S. (2010). *A Good Match: Strategic Environmental Assessment and Climate Proofing*. Eschborn, Allemagne: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 25 Septembre 2011, tiré de [http://ccsl.iccip.net/SEA\\_and\\_Climate\\_Proofing.pdf](http://ccsl.iccip.net/SEA_and_Climate_Proofing.pdf)

Gigli, S., Agrawala, S. (2007). *Stocktaking of progress on integrating adaptation to climate change into development co-operation activities*. Organisation de Coopération et de Développement Économiques. Paris, France. Consulté le 25 Septembre 2011, tire de <http://www.oecd.org/dataoecd/33/62/39216288.pdf>

Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. (2001). *Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité*. Genève, Suisse : Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. Consulté le 12 Juin 2011, tiré de [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/vol4/french/pdf/wg2sum.pdf](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/french/pdf/wg2sum.pdf)

Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. (2001). *Climate Change 2001: Working Group III: Mitigation*. Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. Consulté le 9 Mai 2011, tiré de [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/wg3/081.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg3/081.htm)

Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. (2002). *Les changements climatiques et la biodiversité*. (Document technique V du GIEC). Genève, Suisse: Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. Consulté le 12 Juin 2011, tiré de <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-fr.pdf>

Groupe de travail sur l'économie de l'adaptation aux changements climatiques. (2009). *Shaping Climate-Resilient Development a framework for decision-making*. ClimateWorks Foundation, Global Environment Facility, European Commission, McKinsey & Company, The Rockefeller Foundation, Standard Chartered Bank and Swiss Re. Consulté le 20 Septembre 2011, tiré de [http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/ECA\\_Shaping\\_Climate\\_Resilient\\_Development.pdf](http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/ECA_Shaping_Climate_Resilient_Development.pdf)

Gwinner, J., Harnisch, R. & Mück, O. (1996). Méthodes de lutte intégrées. In *Manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte*. Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 24 Août 2010, tiré de [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/gtzhtml/x0065f/X0065F01.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/gtzhtml/x0065f/X0065F01.htm)

Hammill, A. & Tanner, T.M. (2011). Harmonising Climate Risk Management: Adaptation Screening and Assessment Tools for Development Co-operation. *OECD Environment Working Papers*, No. 36, OECD Publishing. Paris, France. Consulté le 8 Avril 2011, tiré de <http://dx.doi.org/10.1787/5kg706918zyl-en>

Hahn, M., Fröde, A. (2010). *Le <<Climate Proofing>> pour le développement*. Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 6 Juin 2010, tiré de <http://www2.gtz.de/dokumente/bib-2011/giz2011-0223fr-climate-proofing.pdf>

He, S. & Qiu, L. (2011). Disaster Risk Management under Climate Change: Challenges and Responses [Version électronique]. *2011 2nd IEEE International Conference on Emergency Management and Management Sciences*. (pp. 240- 243). Pékin, Chine.

International Livestock Research Institute. (2006). *Mapping Vulnerability and poverty in Africa*. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute. Consulté le 12 Juin 2011, tiré de [http://mahider.ilri.org/bitstream/10568/2307/1/Mapping\\_Vuln\\_Africa.pdf](http://mahider.ilri.org/bitstream/10568/2307/1/Mapping_Vuln_Africa.pdf)

International Institute for Sustainable Development, Intercooperation, Union Internationale pour la Conservation de la Nature, Stockholm Environment Institute. (2009). *Outil d'appui à la prise de décision pour l'évaluation et l'amélioration de l'impact des projets sur la capacité d'adaptation au niveau local à la variabilité et aux changements climatiques*. Winnipeg, Manitoba: International Institute for Sustainable Development. Consulté le 5 Septembre 2011, tiré de <http://www.iisd.org/CRiSTALtool/documents/CRiSTAL-manuel-francais-juillet2009.pdf>

Keita, S., Yonkeu, S., Ba, A., Konate, S., Fatima, M., Toure, D. & Cisse, A. (2009). *Orientation stratégique du PNIP*. Eschborn, Allemagne: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Keita, S., Yonkeu, S., Ba, A., Konate, S., Fatima, M., Toure, D. & Cisse, A. (2010). *EVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATEGIQUE (EES) DU PROGRAMME NATIONAL D'IRRIGATION DE PROXIMITE (PNIP)*. Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Keita, S., Yonkeu, S., Ba, A., Konate, S., Fatima, M., Toure, D. & Cisse, A. (2010). *Annexe 4 : Compte rendu des réunions techniques et des consultations avec les parties prenantes.* Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Keller, M. (2009). *Assessment Report for a Community-Level Project in Guduru, Oromiya, Ethiopia.* Winnipeg, Manitoba: International Institute for Sustainable Development. Consulté le 29 Septembre 2011, tiré de <http://www.iisd.org/cristaltool/documents/BFA-Ethiopia-Assessment-Report-Eng.pdf>

Klein, R.J.T., Eriksen, S.E.H., Næss, L.O., Hammill, A., Tanner, T.M., Robledo, C. & O'Brien, K.L. (2007). Portfolio screening to support the mainstreaming of adaptation to climate change into development assistance. *Climatic change*, 84(1), 23-44 Norwich, Royaume-Uni : Tydall Centre for Climate Change Research. Consulté le 28 Septembre 2011, tiré de <http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/wp102.pdf>

Künkel, N & Manasfi, N. (2010). L'outil GTZ Climate Proofing. *Atelier d'introduction de l'outil <<Climate Proofing>>*. Eschborn, Allemagne : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 15 Juillet 2011, tiré de [http://ccc-giz.yolasite.com/resources/pdf/Presentation%20CP\\_NK-NM.pdf](http://ccc-giz.yolasite.com/resources/pdf/Presentation%20CP_NK-NM.pdf)

Ministère de l'apprentissage de la Saskatchewan. *Les pays d'Afrique, carte muette.* Mali : Ministère de l'apprentissage de la Saskatchewan. Consulté le 25 Octobre 2011, tiré de <http://www.sasked.gov.sk.ca/docs/francais/histoire/second/histoire20/hist20cartes/d1.html>

Ministère de l'environnement et de l'assainissement du Mali & Direction Nationale des Eaux et Forêts. (2009). *Quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique.* Mali : Ministère de l'environnement et de l'assainissement, Direction Nationale des Eaux et Forêts. Consulté le 4 Septembre 2011, tiré de [www.cbd.int/doc/world/ml/ml-nr-04-fr.doc](http://www.cbd.int/doc/world/ml/ml-nr-04-fr.doc)

Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de l'urbanisme & Ministère de l'éducation du Mali. (2000). *Communication initiale du Mali.* Mali. Consulté le 2 Juin 2010, tiré de <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mlinc1.pdf>

Ministère de l'équipement et des transports du Mali & Direction Nationale de la Météorologie. (2007). *Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques.* Mali. Consulté le 2 Juin 2010, tiré de <http://unfccc.int/resource/docs/napa/mli01f.pdf>

Organisation de Coopération et de Développement Économiques. (2006). *L'Évaluation environnementale stratégique* (No. 55286). Paris, France : Organisation de Coopération et de Développement Économiques. Consulté le 3 Septembre 2011, tiré de <http://www.oecd.org/dataoecd/4/20/37354750.pdf>

Organisation de Coopération et de Développement Économiques. (2009). *Prendre en compte l'adaptation aux changements climatiques dans la coopération pour le développement*. Paris, France : Organisation de Coopération et de Développement Économiques. Consulté le 15 Mai 2011, tiré de <http://www.oecd.org/dataoecd/11/56/42551810.pdf>

Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2011). *FAOSTAT/Forestry/ForesSTAT* [Logiciel]. Rome, Italie. Consulté le 12 Mars 2011, tiré de <http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>

Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2011). *Changement climatique : une menace pour l'Afrique*. Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Consulté le 3 Septembre 2011, tiré de <http://www.fao.org/news/story/fr/item/41940/icode/>

Organisation Mondiale de la Santé. (2004). *Changement climatique et santé humaine – Risques et mesures à prendre*. France : Organisation Mondiale de la Santé. Consulté le 28 Septembre 2011, tiré de <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9242590819.pdf>

Organisation Mondiale de la Santé. (2010). *World Health Statistics*. France : Organisation Mondiale de la Santé. Consulté le 12 Novembre 2011, tiré de [http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHS10\\_Full.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS10_Full.pdf)

Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van Der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (2007). Fresh Water Resources and their Management. In *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability* (pp.173- 210). Cambridge, Royaume-Uni: Cambridge University Press. Consulté le 23 Octobre 2011, tiré de <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter3.pdf>

Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (2007). Climate change and its impact in the near and long term under different scenarios. In *Climate change 2007 : Synthesis Report* (Volume 446, pp.43- 54). Genève, Suisse : Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat. Consulté le 23 Octobre 2011, tiré de [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf)

Pêches et Océans Canada (2010). *Politique de gestion de l'habitat du poisson du ministère des pêches et des océans*. Pêches et Océans Canada. Consulté le 30 Septembre 2011, tiré de <http://www.dfo-mpo.gc.ca/habitat/role/141/1415/14155/fhm-policy/page08-fra.asp>

Persson, A. & Klein, R.J.T. (2008). *Mainstreaming Adaptation to climate change into official development assistance: Integration of long-term climate concerns and short-term development needs*. Stockholm, Suède : Stockholm Environment Institute. Consulté le 28 Septembre 2011, tiré de [http://userpage.fu-berlin.de/ffu/akumwelt/bc2008/papers/bc2008\\_71\\_Person-Klein.pdf](http://userpage.fu-berlin.de/ffu/akumwelt/bc2008/papers/bc2008_71_Person-Klein.pdf)

Porsché, I., Lacy, S., Sabass, H. & Wils, F. (2009). Guidance and tools. *International Workshop on Mainstreaming Adaptation to Climate Change*. Eschborn, Allemagne: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Consulté le 7 Janvier 2011, tiré de <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-climate-mainstreaming-adaptation-workshop->

## report.pdf

Programme des Nations-Unies pour l'Environnement & Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques. (2002). *Climate Change. INFORMATION KIT.* (GE.02-01874/E). France : Programme des Nations-Unies pour l'Environnement , Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques. Consulté le 20 Septembre 2011, tiré de [http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit\\_2002\\_en.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit_2002_en.pdf)

Programme des Nations-Unies pour le Développement. (2011). *Screening tools and guidelines to support the mainstreaming of climate change adaptation into development assistance- a stocktaking report.* New York, États-Unis : Programme des Nations-Unies pour le Développement.

Réseau de Mise en Œuvre de la Collecte des Eaux de Pluie. *Investir dans l'avenir, collecte l'eau de pluie.* Réseau de Mise en Œuvre de la Collecte des Eaux de Pluie. Consulté le 10 Décembre 2010, tiré de

[http://rainfoundation.org/fileadmin/PublicSite/brochure/RAIN\\_Brochure\\_FINAL\\_FRENCH.pdf](http://rainfoundation.org/fileadmin/PublicSite/brochure/RAIN_Brochure_FINAL_FRENCH.pdf)

Sécurité Publique du Québec. *Concepts de base.* Sécurité Publique du Québec. Consulté le 12 Mars 2011, tiré de

[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/publications/concepts\\_base/concepts\\_base\\_partie\\_5.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/concepts_base_partie_5.pdf)

Segovia- Kueny, S. (2009). Les catastrophes environnementales. In *Enjeux du changement climatique* (pp.113- 139). France : AFNOR Éditions.

Statistiques-mondiales (2011). *Afrique, les pays. Populations, Superficies, Densités.* Statistiques-mondiales. Consulté le 3 Décembre 2011, tiré de <http://www.statistiques-mondiales.com/afrique.htm>

Stern, N. (2007). Implications of Climate Change for Development. In *The Economics of Climate Change* (pp. 104- 137). Royaume-Uni: Cambridge University Press.

Strzepek, K. & Boehlert B. (2010). Competition for water for the food system. *Philosophical transactions of the royal society*, 365 (1554). 2927- 2940. Consulté le 7 Janvier 2011, tiré de <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/365/1554/2927.full.pdf+html>

Tanner, T.M. (2008). Climate Risk Screening of Development Portfolios and Programmes. *IDS Bulletin*, 39(4), 87–95. Consulté le 10 Septembre 2011, tiré de <http://dx.doi.org/10.1111/j.1759-5436.2008.tb00481.x>

Tanner, T.M. & Biot, Y. (2009). *Portfolio screening for climate risk management: Adapting development cooperation to climate change and disasters.* Brighton, Royaume-Uni: Institute of Development Studies.

Tanner, T.M., Nair., S., Bhattacharjya, S., Srivastava, S.K., Sarthi, P.P., Sehgal, M. & Kull, D. (2007). *ORCHID: Climate Risk Screening in DFID India*. Brighton, Royaume-Uni: Institute of Development Studies. Consulté le 6 Juin 2010, tiré de

[http://ids.academia.edu/ThomasTanner/Papers/345842/ORCHID\\_Climate\\_Risk\\_Screening\\_In\\_DFID\\_India\\_Research\\_Report](http://ids.academia.edu/ThomasTanner/Papers/345842/ORCHID_Climate_Risk_Screening_In_DFID_India_Research_Report)

Traoré, F., Bayoko, A. & Konate, S. (2010). *Évènements climatiques passés et scénarios futurs de changements climatiques pour le Mali*. Délégation Intercoopération au Sahel. Consulté le 7 Mai 2011, tiré de [www.dicsahel.org/docs\\_climate/FTraore.ppsx](http://www.dicsahel.org/docs_climate/FTraore.ppsx)

Traoré, M. & Sikosso, Y. (2010). *Les institutions du marché du travail face aux défis du développement : Le cas du Mali*. (Document de travail de l'Emploi n° 65). Genève, Suisse : Bureau International du Travail. Consulté le 19 Novembre 2011, tiré de [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/-ed\\_emp/-/-emp\\_elm/-/analysis/documents/publication/wcms\\_144396.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/-ed_emp/-/-emp_elm/-/analysis/documents/publication/wcms_144396.pdf)

United States Agency for International Development. (2007). *ADAPTATION A LA VARIABILITE ET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE*. Washington, États-Unis : United States Agency for International Development. Consulté le 26 Août 2011, tiré de [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADM556.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADM556.pdf)

Wiggins, S. (2009). *CEDRA Climate change and Environmental Degradation Risk and Adaptation assessment*. Teddington, Royaume-Uni : Tearfund. Consulté le 26 Août 2011, tiré de <http://tilz.tearfund.org/webdocs/Tilz/Topics/Environmental%20Sustainability/CEDRA%20D5.pdf>

Weber, A. (2010). *Poverty Reduction in Rural Areas Project (PARA), Tra Vinh. Climate Proofing Report*. Eschborn, Allemagne: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Weber, A. (2010). *Poverty Reduction in Rural Areas Project (PARA), Ha Tinh. Climate Proofing Report*. Eschborn, Allemagne: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Yohe, G., Malone, E., Brenkert, A., Schlesinger, M., Meij, H., Xing, X. & Lee, D. (2006). *A Synthetic Assessment of the Global Distribution of Vulnerability to Climate Change from the IPCC Perspective that Reflects Exposure and Adaptive Capacity*. New York, États-Unis: Columbia University. Consulté le 13 Octobre 2011, tiré de <http://sedac.ciesin.columbia.edu/mva/ccv/sagdreport.pdf>

## ANNEXE 1 – Stratégies d'adaptation du PANA du Mali

**Tableau A.1.1 : Caractéristiques des différents stratégies d'adaptation du PANA**

| <b>Stratégies d'adaptation</b>   | <b>Description de la stratégie</b>  | <b>Coûts d'implantation (\$US)</b> | <b>Durée nécessaire à la mise en œuvre (années)</b> |
|--|---|------------------------------------|---|
| <b>Stratégie 1 :</b><br>Vulgarisation des cultures vivrières les mieux adaptées aux conditions climatiques.            | En vue d'assurer une sécurité alimentaire, des tests en laboratoire devront être effectués afin de mettre en valeur les espèces les mieux adaptées aux futures conditions climatiques car les cultures vivrières actuelles sont de moins en moins résistantes.  | 300 000                            | 3   |
| <b>Stratégie 2 :</b><br>Vulgarisation des espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques. | Les espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques devront être mises à la disposition des producteurs afin d'éviter des pertes de sols et une diminution de l'effectif total du cheptel.  | 350 000                            | 2   |
| <b>Stratégie 3 :</b><br>Promotion des activités génératrices de revenus et développement des mutuelles.                | Les sécheresses récurrentes dans certaines localités encouragent la migration de certains producteurs vers des zones où les conditions climatiques sont plus favorables à une meilleure production agricole. Afin d'assurer leur survie, les femmes et les jeunes sont alors contraints à pratiquer des activités de jardinage et de vente de produits laitiers issus de l'élevage, elles-mêmes vulnérables aux effets des changements climatiques. Cette stratégie vise donc la diversification des sources de revenus à travers le développement d'activités de maraîchage et d'embouche et le renforcement des capacités de cette tranche de la population dans les secteurs agricoles et pastoraux. | 350 000                            | 2   |
| <b>Stratégie 4 :</b><br>Aménagements aquacoles au Mali.  | Le développement de l'aquaculture, à travers l'aménagement de mares et de bassins piscicoles, sera nécessaire pour la lutte contre l'amenuisement des ressources halieutiques, conséquence des aléas climatiques.   | 25 760 000                         | 5   |

**Tableau A.1.1 : Caractéristiques des différents stratégies d'adaptation du PANA (suite)**

|   |   |           |   |
|---|---|-----------|---|
| <b>Stratégie 5 :</b><br>Promotion des banques de céréales.  | La mise en place de banques de céréales, la constitution de stocks initiaux et la formation de comités de gestion seront essentielles à la satisfaction des besoins alimentaires de la population, menacés par les périodes de mauvaise production agricole dues à la survenue d'évènements extrêmes et à l'inégale répartition de la pluviométrie dans l'espace et le temps. | 500 000   | 2 |
| <b>Stratégie 6 :</b><br>Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire. | Des conseils météorologiques et des appuis techniques devront être fournis aux agriculteurs et des techniques efficaces d'économie en eau devront être identifiées en vue d'améliorer la planification des productions, malgré les variabilités du climat.  | 2 000 000 | 5 |
| <b>Stratégie 7 :</b><br>Aménagement de bas-fonds.   | Cette stratégie vise l'amélioration de la production agricole grâce à l'aménagement de plaines et de bas fonds et la réhabilitation des terres dégradées.   | 2 000 000 | 3 |
| <b>Stratégie 8 :</b><br>Réalisation de forages équipés de pompes solaires ou à éolienne.  | Les pompes solaires et éoliennes devront être mises en valeur pour le prélèvement des ressources hydriques souterraines destinées à la satisfaction des besoins en eau.   | 1 500 000 | 3 |

**Tableau A.1.1 : Caractéristiques des différents stratégies d'adaptation du PANA (suite)**

|   |  |           |   |
|---|--|-----------|---|
| <b>Stratégie 9 :</b><br>Valorisation énergétique du typha australis.  | L'objectif de cette stratégie consiste à valoriser la typha Australis afin de produire du charbon et remplacer le bois dans la production d'électricité. Mais le développement de cette biomasse devra être contrôlé car elle engendre des impacts négatifs majeurs sur les canaux d'irrigation et les terres agricoles.                         | 2 000 000 | 3 |
| <b>Stratégie 10 :</b><br>Contribution à la levée des barrières pour la promotion des applications de l'énergie solaire au Mali. | L'énergie solaire, non polluante, devra être mise en valeur dans les applications domestiques pour abaisser la pression sur les hydrocarbures et les combustibles ligneux. Des accessoires d'équipements solaires devront être produits et les capacités devront être renforcées afin de faciliter l'introduction de cette nouvelle technologie. | 1 500 000 | 3 |
| <b>Stratégie 11 :</b><br>Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau (marigot, mares et lacs).           | La mise en œuvre de cette stratégie encourage la promotion de l'agriculture irriguée et la satisfaction des besoins alimentaires à travers la réhabilitation d'anciens points d'eau et la création de nouveaux.  | 280 000   | 3 |

**Tableau A.1.1 : Caractéristiques des différents stratégies d'adaptation du PANA (suite)**

|   |  |           |   |
|---|--|-----------|---|
| <b>Stratégie 12 :</b><br>Sensibilisation et organisation de la population pour la préservation des ressources naturelles (élaboration de conventions locales de reboisement et agroforesterie). | Cette stratégie vise l'élaboration de conventions locales pour la préservation des ressources naturelles, menacées par les sécheresses récurrentes et l'accroissement de la population.  | 2 000 000 | 3 |
| <b>Stratégie 13 :</b><br>Gestion des feux de brousse au Mali.   | Des comités locaux et des brigades anti-feux devront être créés et les capacités techniques des agents de l'état devront être renforcées afin de limiter l'effet des feux de brousse, conséquence directe de la persistance de la sécheresse, sur la dégradation des ressources forestières. | 3 000 000 | 3 |
| <b>Stratégie 14 :</b><br>Développement des actions culturelles CES/DRS et de compostage.  | Cette stratégie vise la récupération des terres dégradées et la préservation des ressources naturelles à travers la mise en place de systèmes antiérosifs, la création de minis pépinières et le reboisement de certains espaces.  | 1 500 000 | 5 |
| <b>Stratégie 15 :</b><br>Développement des cultures fourragères.  | Le développement des cultures fourragères est une solution adéquate pour la satisfaction des besoins alimentaires du cheptel. Les fourrages seront identifiés à l'aide d'images satellites et les techniques culturales et modes de conservation seront appropriés par les éleveurs.         | 500 000   | 3 |

**Tableau A.1.1 : Caractéristiques des différents stratégies d'adaptation du PANA (suite)**

|  |  |           |   |
|--|--|-----------|---|
| <b>Stratégie 16 :</b><br>Élaboration d'un paquet technologique de formation de la population aux pratiques simples d'adaptation aux changements climatiques. | Des travaux de recherche seront entrepris afin d'étudier les effets néfastes des changements climatiques sur l'environnement et la santé et les pratiques simples d'adaptation pouvant être mises en place. Un site Web et des bases de données seront créées afin d'informer et sensibiliser la population.   | 500 000   | 2 |
| <b>Stratégie 17 :</b><br>Promotion des banques à aliments pour bétail.   | Les banques à aliments pour bétail seront mises en place afin de compenser la baisse de la production fourragère. Des stocks de matière première seront fournis et des comités de gestion seront créés.  | 220 000   | 2 |
| <b>Stratégie 18 :</b><br>Promotion de l'huile de pourghère.  | L'huile provenant des graines de la plante de pourghère devra remplacer le gasoil pour le fonctionnement de la machinerie utilisée pour l'agriculture, car les impacts négatifs qu'elle génère sur la qualité des sols sont quasiment nuls. La réalisation de cette stratégie nécessitera la formation de la population rurale aux techniques de plantation des graines de cette plante et la mise en place de centres de collecte et de distribution. | 5 000 000 | 5 |

**Tableau A.1.1 : Caractéristiques des différents stratégies d'adaptation du PANA (suite)**

|   |   |         |   |
|---|---|---------|---|
| <b>Stratégie 19:</b><br>Mise en place d'un système d'information sur les risques de maladies liées aux changements climatiques. | La relation entre l'évolution du climat et la propagation de certaines maladies, telles que la malaria ou la méningite, devra être étudiée afin de favoriser la mise en place un système d'alerte précoce qui aura pour conséquence de limiter les impacts négatifs du climat sur la santé. | 500 000 | 2 |
|---|---|---------|---|

Source : MET & DNM, 2007

## **ANNEXE 2– Justification des scores attribués aux stratégies d’adaptation proposées suite à l’application du CP au PNIP**

### **Stratégie 1 : Multiplication des points d'eau**

#### Critère 1

Les bénéfices découlant de cette stratégie concernent les pertes en ressources hydriques qui pourront être atténuées grâce à l'adoption de cette stratégie.

#### Critère 2

Cinq points ont été accordés à ce critère car les pertes en ressources hydriques sont difficilement quantifiables en termes monétaire.

#### Critère 6

La faisabilité technique de cette stratégie n'est pas remise en question vu le potentiel du réseau hydrographique malien et compte tenu de l'expertise technique présente pour la mobilisation des ressources en eau (MET & DNM, 2007).

### **Stratégie 2 : Adoption de variétés culturelles adaptées aux conditions climatiques**

#### Critère 1

La mise en œuvre de cette stratégie permettra d'éviter les pertes en rendement agricoles dues aux futurs aléas climatiques et illustrées à la figure 2.1. La résilience du secteur agricole aux changements climatiques pourra alors être renforcée.

#### Critère 2

Les coûts nécessaires à l'implantation de cette stratégie sont négligeables par rapport aux bénéfices engendrés, c'est-à-dire, les pertes en rendement agricoles illustrées à la figure 2.1, qui pourront être évitées.

**Critère 6**

La disponibilité de compétences scientifiques dans plusieurs domaines et l'existence de grands centres de recherche rendent cette stratégie faisable sur le plan technique. Trois points ont été accordés à ce critère car les chercheurs pourraient rencontrer des problèmes d'accès aux équipements adéquats (MET & DNM, 2007).

**Stratégie 3 : Diversification des sources de revenus****Critère 1**

Les bénéfices additionnels qui découlent de l'exécution de cette stratégie concernent les revenus destinés aux femmes et aux jeunes et encouragent fortement l'adaptation aux changements climatiques puisque ce phénomène contribuera indirectement à une inégale répartition des revenus entre les sexes.

**Critère 2**

Les bénéfices ne peuvent être comparés aux coûts nécessaires à l'implantation de la stratégie car la réalisation des activités prévues n'a pas débuté et les revenus générés ne peuvent être estimés.

**Critère 6**

Les services techniques et organismes non-gouvernementaux seront disponibles pour réaliser l'encadrement des différentes activités prévues. De plus, l'existence de matière première et d'expérience dans les activités de maraîchage dans différentes localités rend cette stratégie techniquement faisable (MET & DNM, 2007).

**Stratégie 4 : Constitution de stocks de sécurité alimentaire****Critère 1**

Trois points ont été attribués à ce critère car la dépendance envers les fournisseurs étrangers nuira au développement du secteur agricole. L'adaptation aux changements climatiques ne sera encouragée qu'à court ou moyen terme.

**Critère 2**

L'analyse des bénéfices par rapport aux coûts ne peut être effectuée car les données concernant la quantité de céréales fournie à la population ne peuvent être disponibles puisque la mise en œuvre de cette stratégie n'a pas débuté.

#### Critère 6

L'expertise technique est assez qualifiée pour permettre la mise en œuvre de cette stratégie mais la quantité de céréales importée est dépendante des conditions de pluviométrie et risque d'être insuffisante (MET & DNM, 2007). Trois points ont donc été accordés à ce critère.

### **Stratégie 5 : Préparation à la prévalence des maladies et promotion de mesures de lutte contre les organismes nuisibles**

#### Critère 1

L'étude de la relation entre l'évolution du climat et la propagation de certaines maladies permettra d'améliorer le système de santé et de réduire le taux de mortalités attribuables aux changements climatiques.

#### Critère 2

Il est difficile d'effectuer à ce stade-ci une comparaison entre les bénéfices générés et les coûts nécessaires à la réalisation de cette stratégie. Des études épidémiologiques doivent être réalisées pour permettre l'évaluation des bénéfices engendrés et plus particulièrement, les coûts des médicaments et des visites aux hôpitaux qui pourront être évités.

#### Critère 6

L'accessibilité des données concernant l'évolution de certaines maladies à partir des centres de santé existants et leur mise en relation avec les tendances climatiques grâce à l'expertise scientifique disponible permettent d'affirmer que les compétences techniques requises pour la réalisation de cette stratégie sont existantes (MET & DNM, 2007).

### **Stratégie 6: Pratiques adaptées (CES/DRS)**

#### Critère 1

La mise en place d'une telle stratégie encouragera l'adaptation aux changements climatiques grâce à sa contribution à la lutte contre les impacts majeurs des changements climatiques, c'est-à-dire, la dégradation des terres et l'amenuisement des ressources hydriques. La sécurité alimentaire pourra alors être satisfaite et les revenus des agriculteurs et des éleveurs ne seront pas affectés.

#### Critère 2

Les pertes en terres arables causent une diminution annuelle des revenus agricoles variant entre 4 239 et 90 000 FCFA par hectare et pourront être évitées grâce à l'implantation de cette stratégie. Les sommes investies pourront, à long terme, être récupérées (MET & DNM, 2007). Cinq points ont néanmoins été attribués à ce critère car les pertes en ressources hydriques ne peuvent être estimées que qualitativement.

#### Critère 6

Trois points ont été accordés à ce critère car la faisabilité technique de cette stratégie ne pourra être garantie puisque l'expertise technique est assez qualifiée mais la main d'œuvre nécessaire à la réalisation des activités risque être insuffisante (MET & DNM, 2007).

### **Stratégie 7 : Intensification du conseil agricole**

#### Critère 1

Les bénéfices engendrés par la réalisation de cette stratégie encourageront l'adaptation aux changements climatiques car, tel que mentionné précédemment, des pertes en récoltes pouvant aller jusqu'à 223 millions de dollars US, à l'horizon 2030 pourront être évitées.

#### Critère 2

Un point a été attribué à cette stratégie car les pertes qui pourront être évitées sont nettement supérieures aux coûts d'implantation.

#### Critère 6

Le risque d'absence d'équipements et d'insuffisance de ressources humaines qualifiées fait en sorte que les capacités techniques ne soient pas adéquates pour la mise en œuvre de cette stratégie (MET & DNM, 2007).

### **Stratégie 8 : Lutte contre les incendies**

#### Critère 1

À l'échelle du globe, la fréquence d'occurrence d'évènements météorologiques extrêmes tels que les inondations ou les feux de brousse a été multipliée par cinq au cours des trois dernières décennies (He & Qiu, 2011). L'adaptation aux changements climatiques est encouragée à travers la réalisation de cette stratégie car les bénéfices qui découlent de sa mise en œuvre concernent les pertes en superficies forestières au Mali causées par les feux de brousse, estimées à plus de 90 000 km<sup>2</sup> par an, qui pourront être évitées (Ministère de l'équipement, de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de l'urbanisme & Ministère de l'éducation du Mali, 2000).

#### Critère 2

Cinq points ont été attribués à ce critère car ces données ne sont pas suffisantes pour permettre l'évaluation à long terme des bénéfices par rapport aux coûts. En effet, les revenus générés par l'exportation de bois de chauffage, estimées pour les années 2007 à 2009 sont présentés au tableau ci-dessous.

**Tableau A.2.1 : Revenus générés par l'exportation de bois de chauffage pour les années 2007 à 2009**

| Année        | Revenus générés (\$US) |
|--------------|------------------------|
| 2007         | 43 000                 |
| 2008         | 9 000                  |
| 2009         | 9 000                  |
| <b>Total</b> | <b>61 000</b>          |

Source : ONUAA, 2011

### Critère 6

Il n'existe aucune contrainte concernant la faisabilité technique de cette stratégie puisque les comités de gestion et les brigades anti-feux ayant pour responsabilité d'encadrer la population et de lutter contre de tels évènements, sont déjà existants (MET & DNM, 2007).

### **ANNEXE 3- Classification des stratégies d'adaptation résultant de l'application du CP au Vietnam**

**Tableau A.3.1 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP dans la province de Tra Vinh**

| <b>Stratégies d'adaptation structurelles</b>                        | <b>Stratégies d'adaptation de nature politique</b> | <b>Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques</b>                |
|---|--|--|
| Construction de digues  |  | Diversification des sources de revenus   |
| Réhabilitation des barrages et infrastructures agricoles existantes |  | Promotion des variétés culturelles adaptées aux futures conditions climatiques |
|   |  | Relocalisation des populations   |
|   |  | Renforcement des capacités d'intervention dans le secteur agricole             |

Quatre de ces six stratégies proposent de concevoir de nouveaux systèmes d'adaptation aux changements climatiques qui ne nécessitent ni la construction d'infrastructures ni de changements aux lois et règlements nationaux.

**Tableau A.3.2 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP dans la province de Tra Vinh**

| <b>Élimination des facteurs de vulnérabilité</b> | <b>Renforcement des capacités d'intervention</b>                   | <b>Gestion des risques climatiques</b>  | <b>Lutte contre les impacts directs des changements climatiques</b> |
|--|--|---|---|
| Diversification des sources de revenus           | Renforcement des capacités d'intervention dans le secteur agricole | Construction de digues résistantes aux inondations                            |   |
|  | Relocalisation des populations                                     | Réhabilitation des barrages infrastructures agricoles existantes              |   |
|  |  | Promotion des variétés culturales adaptées aux futures conditions climatiques |   |

La construction de digues résistantes aux inondations, la réhabilitation des barrages et la promotion des variétés culturales adaptées aux futures conditions climatiques sont les seules stratégies qui permettent d'atténuer les effets néfastes des changements climatiques sur le secteur agricole. Le renforcement des capacités d'intervention dans le secteur agricole sous-entend la mobilisation des ressources techniques dans ce secteur. Elle assure la réduction de la vulnérabilité du secteur agricole et ne garantit pas l'atténuation des effets des aléas du climat qu'il risque de subir. La relocalisation des populations nécessite le déplacement des populations installées dans les zones menacées par les inondations et les vents violents vers des zones où la probabilité d'occurrence de tels évènements est plus faible. Elle favorise donc la réduction de leur vulnérabilité face à ces évènements extrêmes.

**Tableau A.3.3 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP dans la province de Ha Tinh**

| Stratégies d'adaptation structurelles                                   | Stratégies d'adaptation de nature politique  | Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques                 |
|---|--|--|
| Construction de digues  | Modification de la planification communale dans les zones menacées par les inondations | Renforcement des capacités d'intervention dans le secteur agricole       |
| Réhabilitation des barrages et infrastructures destinées à l'irrigation | Mise en place d'un régime d'assurance destiné aux producteurs agricoles                | Promotion des variétés culturelles adaptées aux futurs aléas climatiques |
|   |  | Renforcement des capacités d'intervention dans le secteur de l'élevage   |

La modification de la planification communale dans les zones menacées par les inondations et la mise en place d'un régime d'assurance destiné aux producteurs agricoles sont les seules stratégies, dont la mise en œuvre, requiert des changements des lois et règlements en vigueur. Elles ont été classées, au tableau A.3.4, dans la catégorie “renforcement des capacités d'intervention” car elles ne garantissent pas l'atténuation des effets néfastes des changements climatiques sur les systèmes naturels et humains mais ont tendance à réduire leur vulnérabilité.

**Tableau A.3.4 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application du CP dans la province de Ha Tinh**

| <b>Élimination des facteurs de vulnérabilité</b> | <b>Renforcement des capacités d'intervention</b>                                       | <b>Gestion des risques climatiques</b>                                  | <b>Lutte contre les impacts directs des changements climatiques</b> |
|--|--|---|---|
|  | Modification de la planification communale dans les zones menacées par les inondations | Promotion des variétés culturales adaptées aux futurs aléas climatiques |   |
|  | Renforcement des capacités d'intervention dans le secteur agricole                     | Construction de digues  |   |
|  | Mise en place d'un régime d'assurance destiné aux producteurs agricoles                | Réhabilitation des barrages et infrastructures destinées à l'irrigation |   |
|  | Renforcement des capacités d'intervention dans le secteur de l'élevage                 |   |   |

## **ANNEXE 4- Programmes d'aide au développement au Mali**

**Tableau A.4.1 : Caractéristiques du programme de développement de la productivité agricole**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Responsable de l'implantation | Ministère de l'agriculture du Mali   |
| Sources de financement        | Gouvernement du Mali<br>Banque Mondiale<br>Association internationale de développement<br>Fonds pour l'environnement mondial<br>Commission européenne  |
| Objectifs globaux             | Assurer la sécurité alimentaire<br>Accroître la production agricole<br>Favoriser l'utilisation des terres durables   |
| Composantes                   | Transfert de technologies et prestation de services aux producteurs<br>Conception d'infrastructures d'irrigation<br>Encouragement des activités qui faciliteront le monitoring des différents secteurs, le dialogue entre actionnaires et l'établissement de mécanismes nationaux de financement en vue d'harmoniser les programmes des gouvernements et des différents donateurs. |
| Coût total                    | 151.9 M \$US   |

Source : Banque Mondiale, 2010

**Tableau A.4.2 : Caractéristiques du programme de soutien de l'énergie**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Responsable de l'implantation | EDM SA AND AMADER  |
| Sources de financement        | Banque Mondiale<br>Association internationale de développement<br>Gouvernement du Mali   |
| Objectifs globaux             | Améliorer l'accès et promouvoir l'efficacité des services d'électricité.   |
| Composantes                   | Renforcement et extension des services de transmission et de distribution d'électricité<br>Amélioration de l'efficacité énergétique et gestion de la demande<br>Renforcement des capacités des secteurs institutionnels clés |
| Coût total                    | 120 M \$US   |

Source : Banque Mondiale, 2010

**Tableau A.4.3 : Caractéristiques du second programme sectoriel des transports**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Responsable de l'implantation | Ministère de l'équipement et du transport du Mali  |
| Sources de financement        | Gouvernement du Mali<br>Association internationale de développement  |
| Objectifs globaux             | Améliorer les services de transport vers les communautés rurales et urbaines en développant les infrastructures nécessaires.   |
| Composantes                   | Amélioration de l'accès aux routes et des conditions de transport vers les communautés rurales<br>Amélioration du transport en commun à Bamako<br>Renforcement des capacités locales |
| Coût total                    | 101.6 M \$US   |

Source : Banque Mondiale, 2007

**Tableau A.4.4 : Caractéristiques du programme d'investissement sectoriel de l'éducation, phase II**

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Responsable de l'implantation | Ministère de l'éducation du Mali  |
| Sources de financement        | Banque internationale pour la reconstruction et le développement<br>Association internationale de développement                             |
| Objectifs globaux             | Procurer aux jeunes un accès à une éducation de meilleure qualité.  |
| Composantes                   | Améliorer la qualité et l'accès à l'éducation de base<br>Renforcer les capacités de gestion institutionnelle dans le secteur de l'éducation |
| Coût total du projet          | 35 M \$US   |

Source : Banque Mondiale, 2006

**Tableau A.4.5 : Caractéristiques du PNIP**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Responsable de l'implantation | Direction nationale du génie rural   |
| Sources de financement :      | Banque mondiale<br>Agence française de développement<br>GIZ<br>Banque africaine de développement   |
| Objectifs globaux             | Lutter contre la pauvreté<br>Assurer une sécurité alimentaire<br>Renforcer le cadre institutionnel ainsi que l'expertise publique et privée pour promouvoir le sous-secteur de l'irrigation de proximité                         |
| Composantes                   | Construction et/ou réhabilitation d'ouvrages hydro-agricoles<br>Création de périmètres irrigués<br>Gestion des ressources en eaux et des zones de pâturage<br>Renforcement des capacités de gestion des organisations paysannes. |
| Coût total du projet          | <i>Donnée non disponible</i>   |

Source : Keita, S., et al., 2010

## **ANNEXE 5 – Justification des scores attribués aux stratégies d'adaptation proposées suite à l'application d'ORCHID au PNIP**

### **Stratégie 1 : Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.**

#### Critère 1

Cette stratégie vise la lutte contre les impacts futurs des changements climatiques sur les variétés culturales en se basant sur ceux actuellement observés. L'effet des différents scénarios de variabilité climatique sur les rendements en mil, sorgho, maïs, riz et coton à l'horizon 2030 a été mis en valeur à la figure 4.2.

#### Critère 2

Un point a été accordé à ce critère car les informations disponibles ne permettent pas d'affirmer que des projets similaires à celui-ci ont déjà été lancés.

#### Critère 3

Une analyse bénéfice-coûts a été réalisée dans le cadre du présent mémoire, à partir des chiffres présentés à la figure 2.1, pour trois scénarios de changements climatiques. Les résultats présentés aux tableaux ci-dessous ont montré que les coûts d'implantation de la stratégie sont inférieurs aux pertes en rendement agricoles évitées. Le rapport est assez élevé car les bénéfices engendrés sont estimés à l'échelle nationale alors que cette stratégie ne sera implantée que dans quelques localités du pays. Les hypothèses suivantes ont été posées :

- Début des travaux en 2011
- Coûts équitablement répartis sur les 3 années nécessaires à l'implantation de la stratégie
- Pertes évitées dues aux changements climatiques nulles durant la première année puis équitablement réparties jusqu'en 2030.

**Tableau A.5.1 : Analyse bénéfices/coûts- Hausse de température et diminution de la pluviométrie (Changements climatiques extrêmes)**

| Taux d'escompte | 8%             |                     |                      |                           |                |                     |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------------|----------------|---------------------|
| Année           | Pertes évitées | Pertes évitées esc. | Coûts d'implantation | Coûts d'implantation esc. | Bénéfices nets | Bénéfices nets esc. |
|                 | M US\$         | M US\$              | US \$                | US \$                     | M US\$         | M US\$              |
| 2011            | 0              | 0                   | 100000               | 100000                    | 0              | 0                   |
| 2012            | 11.15          | 10.32               | 100000               | 92592                     | 11.05          | 10.23               |
| 2013            | 22.3           | 19.11               | 100000               | 85733                     | 22.2           | 19.03               |
| 2014            | 33.45          | 26.55               | 0                    | 0                         | 33.45          | 26.55               |
| 2015            | 44.6           | 32.78               | 0                    | 0                         | 44.6           | 32.78               |
| 2016            | 55.75          | 37.94               | 0                    | 0                         | 55.75          | 37.94               |
| 2017            | 66.9           | 42.15               | 0                    | 0                         | 66.9           | 42.15               |
| 2018            | 78.05          | 45.54               | 0                    | 0                         | 78.05          | 45.54               |
| 2019            | 89.2           | 48.19               | 0                    | 0                         | 89.2           | 48.19               |
| 2020            | 100.35         | 50.19               | 0                    | 0                         | 100.35         | 50.19               |
| 2021            | 111.5          | 51.64               | 0                    | 0                         | 111.5          | 51.65               |
| 2022            | 122.65         | 52.6                | 0                    | 0                         | 122.65         | 52.6                |
| 2023            | 133.8          | 53.13               | 0                    | 0                         | 133.8          | 53.13               |
| 2024            | 144.95         | 53.29               | 0                    | 0                         | 144.95         | 53.29               |
| 2025            | 156.1          | 53.14               | 0                    | 0                         | 156.1          | 53.14               |
| 2026            | 167.25         | 52.72               | 0                    | 0                         | 167.25         | 52.72               |
| 2027            | 178.4          | 52.07               | 0                    | 0                         | 178.4          | 52.07               |
| 2028            | 189.55         | 51.23               | 0                    | 0                         | 189.55         | 51.23               |
| 2029            | 200.7          | 50.22               | 0                    | 0                         | 200.7          | 50.22               |
| 2030            | 223            | 51.67               | 0                    | 0                         | 223            | 51.67               |
|                 |                |                     |                      | Valeur nette act.         | 834            |                     |
|                 |                |                     |                      | Rapport B/C               | 2998           |                     |

**Tableau A.5.2 : Analyse bénéfices/coûts- Hausse de température et augmentation de la pluviométrie (Changements climatiques extrêmes)**

| Taux d'escompte | 8%             |                     |                      |                           |                |                     |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------------|----------------|---------------------|
| Année           | Pertes évitées | Pertes évitées esc. | Coûts d'implantation | Coûts d'implantation esc. | Bénéfices nets | Bénéfices nets esc. |
|                 | M US\$         | M US\$              | US \$                | US \$                     | M US\$         | M US\$              |
| 2011            | 0              | 0                   | 100000               | 100000                    | 0              | 0                   |
| 2012            | 8.45           | 7.82                | 100000               | 92592                     | 8.35           | 7.73                |
| 2013            | 16.9           | 14.49               | 100000               | 85733                     | 16.8           | 14.40               |
| 2014            | 25.35          | 20.12               | 0                    | 0                         | 25.35          | 20.12               |
| 2015            | 33.8           | 24.84               | 0                    | 0                         | 33.8           | 24.84               |
| 2016            | 42.25          | 28.75               | 0                    | 0                         | 42.25          | 28.75               |
| 2017            | 50.7           | 31.95               | 0                    | 0                         | 50.7           | 31.95               |
| 2018            | 59.15          | 34.51               | 0                    | 0                         | 59.15          | 34.51               |
| 2019            | 67.6           | 36.52               | 0                    | 0                         | 67.6           | 36.52               |
| 2020            | 76.05          | 38.04               | 0                    | 0                         | 76.05          | 38.04               |
| 2021            | 84.5           | 39.14               | 0                    | 0                         | 84.5           | 39.14               |
| 2022            | 92.95          | 39.86               | 0                    | 0                         | 92.95          | 39.86               |
| 2023            | 101.4          | 40.27               | 0                    | 0                         | 101.4          | 40.27               |
| 2024            | 109.85         | 40.39               | 0                    | 0                         | 109.85         | 40.39               |
| 2025            | 118.3          | 40.28               | 0                    | 0                         | 118.3          | 40.28               |
| 2026            | 126.75         | 39.96               | 0                    | 0                         | 126.75         | 39.96               |
| 2027            | 135.2          | 39.46               | 0                    | 0                         | 135.2          | 39.46               |
| 2028            | 143.65         | 38.82               | 0                    | 0                         | 143.65         | 38.82               |
| 2029            | 152.1          | 38.06               | 0                    | 0                         | 152.1          | 38.06               |
| 2030            | 169            | 39.16               | 0                    | 0                         | 169            | 39.16               |
|                 |                |                     |                      | Valeur nette act.         | 632            |                     |
|                 |                |                     |                      | Rapport B/C               | 2272           |                     |

**Tableau A.5.3 : Analyse bénéfices/coûts- Changements climatiques modérés**

| Taux d'escompte<br>Année | 8%                       |                               |                               |                                    |                          |                               |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                          | Pertes évitées<br>M US\$ | Pertes évitées esc.<br>M US\$ | Coûts d'implantation<br>US \$ | Coûts d'implantation esc.<br>US \$ | Bénéfices nets<br>M US\$ | Bénéfices nets esc.<br>M US\$ |
| 2011                     | 0                        | 0                             | 100000                        | 100000                             | 0                        | 0                             |
| 2012                     | 8.6                      | 7.96                          | 100000                        | 92593                              | 8.5                      | 7.87                          |
| 2013                     | 17.2                     | 14.75                         | 100000                        | 85734                              | 17.1                     | 14.66                         |
| 2014                     | 25.8                     | 20.48                         | 0                             | 0                                  | 25.8                     | 20.48                         |
| 2015                     | 34.4                     | 25.29                         | 0                             | 0                                  | 34.4                     | 25.29                         |
| 2016                     | 43                       | 29.27                         | 0                             | 0                                  | 43                       | 29.27                         |
| 2017                     | 51.6                     | 32.52                         | 0                             | 0                                  | 51.6                     | 32.52                         |
| 2018                     | 60.2                     | 35.13                         | 0                             | 0                                  | 60.2                     | 35.13                         |
| 2019                     | 68.8                     | 37.17                         | 0                             | 0                                  | 68.8                     | 37.17                         |
| 2020                     | 77.4                     | 38.72                         | 0                             | 0                                  | 77.4                     | 38.72                         |
| 2021                     | 86                       | 39.83                         | 0                             | 0                                  | 86                       | 39.83                         |
| 2022                     | 94.6                     | 40.57                         | 0                             | 0                                  | 94.6                     | 40.57                         |
| 2023                     | 103.2                    | 40.98                         | 0                             | 0                                  | 103.2                    | 40.98                         |
| 2024                     | 111.8                    | 41.11                         | 0                             | 0                                  | 111.8                    | 41.11                         |
| 2025                     | 120.4                    | 40.99                         | 0                             | 0                                  | 120.4                    | 40.99                         |
| 2026                     | 129                      | 40.67                         | 0                             | 0                                  | 129                      | 40.67                         |
| 2027                     | 137.6                    | 40.16                         | 0                             | 0                                  | 137.6                    | 40.16                         |
| 2028                     | 146.2                    | 39.51                         | 0                             | 0                                  | 146.2                    | 39.51                         |
| 2029                     | 154.8                    | 38.74                         | 0                             | 0                                  | 154.8                    | 38.74                         |
| 2030                     | 172                      | 39.85                         | 0                             | 0                                  | 172                      | 39.85                         |
|                          |                          |                               |                               | Valeur nette act.                  | 644                      |                               |
|                          |                          |                               |                               | Rapport B/C                        | 2313                     |                               |

#### Critère 4

La vulgarisation des cultures vivrières les mieux adaptées aux conditions climatiques permettra d'atténuer uniquement les pertes liées à la diminution des productions agricoles, telles que la baisse des revenus des agriculteurs, la malnutrition et la réduction des activités d'exportation.

#### Critère 5

Cette stratégie ne pourra qu'engendrer des impacts positifs par sa contribution à l'amélioration du niveau de vie moyen de la population, l'augmentation des revenus des paysans et la lutte contre la hausse des prix des principales productions agricoles.

#### Critère 6

Malgré la présence d'expertise scientifique et l'existence de centres de recherches performants, deux points ont été attribués à ce critère car tel que discuté au troisième chapitre, les chercheurs pourraient rencontrer des problèmes d'accès aux équipements adéquats (MET & DNM, 2007).

### Critère 7

Davantage d'efforts et d'argent seront investis si les résultats seront satisfaisants et s'il s'avère que les nouvelles variétés culturales auront résisté aux nouvelles conditions climatiques. Deux points ont quand même été retranchés, car les producteurs risqueront éprouver de la difficulté à s'adapter aux nouvelles innovations techniques (MET & DNM, 2007).

### Critère 8

L'implantation de cette stratégie ne facilitera pas nécessairement la lutte contre l'insécurité alimentaire. Les nouvelles variétés culturales testées en laboratoires risqueront être menacées par la prolifération d'insectes ravageurs et par des conditions climatiques plus sévères que celles prévues par les climatologues et prises en considération par les chercheurs. Deux points ont donc été attribués à ce critère.

## **Stratégie 2 : Vulgarisation des espèces végétales et animales les mieux adaptées aux conditions climatiques**

### Critère 1

La capacité d'adaptation des espèces animales et végétales aux changements climatiques et les phénomènes observés ont été décrits à la section 4.2.5.3. En tenant compte de l'accroissement de la population en Afrique, les besoins en végétaux et viandes animales ne feront qu'augmenter et les systèmes de production devront s'y adapter.

### Critère 2

Un point a été accordé à ce critère car, tel que mentionné pour la stratégie précédente, les informations disponibles ne permettent pas d'affirmer que des projets similaires à celui-ci ont déjà existé.

### Critère 3

Une analyse bénéfice-coûts a aussi été réalisée dans le cadre du présent mémoire, à partir des chiffres présentés à la figure 2.1, pour deux scénarios de changements climatiques. Les résultats, présentés aux tableaux A.5.4 et A.5.5 ont montré que les pertes en bétail évitées sont

largement supérieures aux coûts d'implantation de la stratégie. Les mêmes hypothèses que celles de l'analyse précédente ont été posées.

**Tableau A.5.4 : Analyse bénéfices/coûts- Hausse de température et diminution de la pluviométrie (Changements climatiques extrêmes)**

| Taux d'escompte | 8%             |                     |                      |                           |                   |                     |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| Année           | Pertes évitées | Pertes évitées esc. | Coûts d'implantation | Coûts d'implantation esc. | Bénéfices nets    | Bénéfices nets esc. |
|                 | M US\$         | M US\$              | US \$                | US \$                     | M US\$            | M US\$              |
| 2011            | 0.00           | 0.00                | 175000               | 175000                    | 0.00              | 0.00                |
| 2012            | 3.10           | 2.87                | 175000               | 162037                    | 2.93              | 2.71                |
| 2013            | 6.20           | 5.32                | 0                    | 0                         | 6.20              | 5.32                |
| 2014            | 9.30           | 7.38                | 0                    | 0                         | 9.30              | 7.38                |
| 2015            | 12.40          | 9.11                | 0                    | 0                         | 12.40             | 9.11                |
| 2016            | 15.50          | 10.55               | 0                    | 0                         | 15.50             | 10.55               |
| 2017            | 18.60          | 11.72               | 0                    | 0                         | 18.60             | 11.72               |
| 2018            | 21.70          | 12.66               | 0                    | 0                         | 21.70             | 12.66               |
| 2019            | 24.80          | 13.40               | 0                    | 0                         | 24.80             | 13.40               |
| 2020            | 27.90          | 13.96               | 0                    | 0                         | 27.90             | 13.96               |
| 2021            | 31.00          | 14.36               | 0                    | 0                         | 31.00             | 14.36               |
| 2022            | 34.10          | 14.62               | 0                    | 0                         | 34.10             | 14.62               |
| 2023            | 37.20          | 14.77               | 0                    | 0                         | 37.20             | 14.77               |
| 2024            | 40.30          | 14.82               | 0                    | 0                         | 40.30             | 14.82               |
| 2025            | 43.40          | 14.78               | 0                    | 0                         | 43.40             | 14.78               |
| 2026            | 46.50          | 14.66               | 0                    | 0                         | 46.50             | 14.66               |
| 2027            | 49.60          | 14.48               | 0                    | 0                         | 49.60             | 14.48               |
| 2028            | 52.70          | 14.24               | 0                    | 0                         | 52.70             | 14.24               |
| 2029            | 55.80          | 13.96               | 0                    | 0                         | 55.80             | 13.96               |
| 2030            | 62.00          | 14.37               | 0                    | 0                         | 62.00             | 14.37               |
|                 |                |                     |                      |                           | Valeur nette act. | 232                 |
|                 |                |                     |                      |                           | Rapport B/C       | 688                 |

**Tableau A.5.5 : Analyse bénéfices/coûts- Changements climatiques modérés**

| Taux d'escompte<br>Année | 8%                       |                               | Coûts d'implantation<br>US \$ | Coûts d'implantation esc.<br>US \$ | Bénéfices nets<br>M US\$ | Bénéfices nets esc.<br>M US\$ |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
|                          | Pertes évitées<br>M US\$ | Pertes évitées esc.<br>M US\$ |                               |                                    |                          |                               |
| 2011                     | 0.00                     | 0.00                          | 175000                        | 175000                             | 0.00                     | 0.00                          |
| 2012                     | 0.55                     | 0.51                          | 175000                        | 162037                             | 0.38                     | 0.35                          |
| 2013                     | 1.10                     | 0.94                          | 0                             | 0                                  | 1.10                     | 0.94                          |
| 2014                     | 1.65                     | 1.31                          | 0                             | 0                                  | 1.65                     | 1.31                          |
| 2015                     | 2.20                     | 1.62                          | 0                             | 0                                  | 2.20                     | 1.62                          |
| 2016                     | 2.75                     | 1.87                          | 0                             | 0                                  | 2.75                     | 1.87                          |
| 2017                     | 3.30                     | 2.08                          | 0                             | 0                                  | 3.30                     | 2.08                          |
| 2018                     | 3.85                     | 2.25                          | 0                             | 0                                  | 3.85                     | 2.25                          |
| 2019                     | 4.40                     | 2.38                          | 0                             | 0                                  | 4.40                     | 2.38                          |
| 2020                     | 4.95                     | 2.48                          | 0                             | 0                                  | 4.95                     | 2.48                          |
| 2021                     | 5.50                     | 2.55                          | 0                             | 0                                  | 5.50                     | 2.55                          |
| 2022                     | 6.05                     | 2.59                          | 0                             | 0                                  | 6.05                     | 2.59                          |
| 2023                     | 6.60                     | 2.62                          | 0                             | 0                                  | 6.60                     | 2.62                          |
| 2024                     | 7.15                     | 2.63                          | 0                             | 0                                  | 7.15                     | 2.63                          |
| 2025                     | 7.70                     | 2.62                          | 0                             | 0                                  | 7.70                     | 2.62                          |
| 2026                     | 8.25                     | 2.60                          | 0                             | 0                                  | 8.25                     | 2.60                          |
| 2027                     | 8.80                     | 2.57                          | 0                             | 0                                  | 8.80                     | 2.57                          |
| 2028                     | 9.35                     | 2.53                          | 0                             | 0                                  | 9.35                     | 2.53                          |
| 2029                     | 9.90                     | 2.48                          | 0                             | 0                                  | 9.90                     | 2.48                          |
| 2030                     | 11.00                    | 2.55                          | 0                             | 0                                  | 11.00                    | 2.55                          |
|                          |                          |                               |                               | Valeur nette act.                  | 41.00                    |                               |
|                          |                          |                               |                               | Rapport B/C                        | 122                      |                               |

**Critère 4**

La réduction du potentiel en espèces animales et végétales est un impact majeur issu des changements climatiques visé par cette stratégie et sera responsable de la hausse du prix de la viande et du lait et de la diminution des revenus des agriculteurs et éleveurs.

**Critère 5**

La réalisation de cette stratégie générera des impacts positifs sur l'environnement, l'économie et la société. Des revenus additionnels seront générés par les éleveurs, les produits laitiers seront vendus à des prix raisonnables et la biodiversité sera maintenue.

**Critère 6**

Il sera fort probable d'identifier des espèces adaptées aux futures conditions climatiques, étant donné la présence de plus de 19 millions d'unités représentatives du cheptel malien. Les services techniques seront disponibles pour l'encadrement des activités de recherche (MET & DNM, 2007).

### Critère 7

Davantage d'efforts et d'argent seront investis si les résultats seront satisfaisants et si les espèces animales et végétales auront résisté aux nouvelles conditions climatiques. Mais deux points ont été retiré à ce critère car la propagation d'épidémies et de maladies liées au climat constituera probablement un obstacle aux opportunités d'élargissement de cette stratégie (MET & DNM, 2007).

### Critère 8

Il serait difficile d'affirmer avec certitude que les bénéfices attendus seront générés. En effet, les futures conditions climatiques pourront être différentes des prévisions du GIEC. Deux points ont donc été accordés à ce critère.

## **Stratégie 4 : Aménagements aquacoles au Mali**

### Critère 1

Cette stratégie tient compte des impacts futurs des changements climatiques tout en se basant sur ceux déjà observés. Le secteur piscicole sera continuellement affecté par la variation du volume en ressources hydriques et la pollution causée par l'activité humaine. La promotion de l'aquaculture s'avère alors nécessaire pour la lutte contre la disparition progressive des ressources halieutiques.

### Critère 2

Ce projet est similaire à celui implanté par le ministère du développement rural et de l'eau du Mali, intitulé “Projet d'appui au développement de la pêche continentale”, financé par la Banque Africaine de Développement et qui vise l'amélioration de la production halieutique à travers, entre autres, l'aménagement de 10 000 hectares de mares. Les travaux ont débuté en date du 19 Mai 2006 et sont toujours en cours (Banque Africaine de développement [BAD], 2011).

### Critère 4

Un point a été attribué à ce critère car la diminution des ressources halieutiques est la seule conséquence des changements climatiques mise en valeur par cette stratégie.

### Critère 5

L'aménagement de mares et la création de plans d'eau, activités nécessaires à la mise en œuvre de cette stratégie, pourront encourager la prolifération d'une végétation aquatique envahissante telle que la typha Australis ou la jacinthe d'eau, responsables de l'eutrophisation des eaux et de la dégradation des ouvrages hydro-agricoles. Un point a été accordé à ce critère, car ces impacts ne seront pas facilement atténués. En effet, le lamantin, mammifère qui se nourrit de ces plantes, est une espèce en voie d'extinction.

### Critère 6

Cette stratégie pourrait être réalisée grâce au fort potentiel en ressources halieutiques au Mali et à l'existence d'une expertise technique dans les domaines de l'aquaculture (MET & DNM, 2007).

### Critère 7

Cette stratégie ne présente pas d'opportunités d'extension et de réPLICATION à cause des impacts négatifs pouvant être engendrés. D'autres mesures doivent être prises pour favoriser la lutte contre la dégradation de la qualité et la diminution du volume des ressources en eau, responsables de la réduction du potentiel halieutique.

### Critère 8

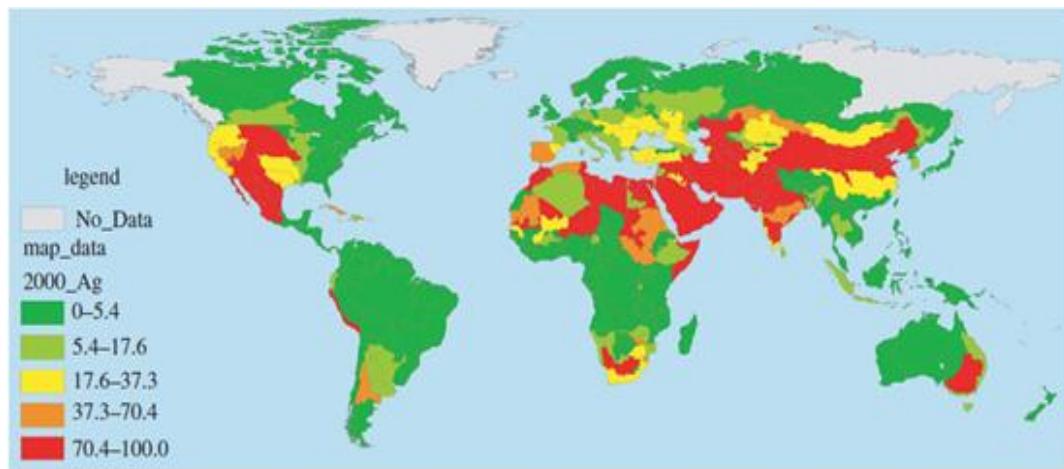
Cette stratégie pourrait ne pas répondre aux objectifs qui lui ont été assignés. D'autres travaux de construction et de défrichement pourront causer la perte d'habitats naturels des poissons. Deux points ont donc été accordés à ce critère vu cette incertitude.

## **Stratégie 6 : Utilisation des informations météorologiques pour améliorer la production agricole et contribuer à la sécurité alimentaire**

### Critère 1

Le retard dans l'arrivée des pluies aboutit à de mauvaises planifications des activités agricoles et conduit à des pertes de production qui risqueront s'aggraver dans le temps. La promotion de techniques d'économie en eau destinée à l'agriculture est aussi encouragée à travers

l’élaboration de cette stratégie. Tel qu’illustré à la figure A.5.1 ci-dessous, entre 70.4 et 100% de l’eau disponible était utilisée à des fins agricoles au Mali en 2000. L’accroissement de la population et des besoins alimentaires ne fera qu’aggraver la situation. L’eau, étant une ressource de plus en plus rare, devrait être gérée efficacement.



**Figure A.5.1 : Pourcentage d'eau prélevée à des fins agricoles en 2000**

Source : Strzepek & Boehlert, 2010

#### Critère 2

Une telle stratégie est tout à fait consistante avec les activités en cours car la DNM est responsable de la diffusion quotidienne des informations concernant les conditions de température et de pluviométrie et offre des conseils aux producteurs agricoles.

#### Critère 4

Un point a été accordé à chacun des deux impacts des changements climatiques à la base de l’élaboration de cette stratégie, soient la baisse de la production agricole et la diminution du potentiel en ressources hydriques.

#### Critère 5

Aucun impact négatif ne sera généré sur chacune des trois sphères du développement durable. L’environnement sera préservé grâce à une gestion efficace des ressources en eau. L’économie malienne ne sera pas affectée par des pertes de productions agricoles et l’approvisionnement en produits céréaliers sera possible.

### Critère 6

Il a été mentionné au chapitre précédent que la faisabilité technique de cette stratégie est remise en question à cause du risque d'absence d'équipements adéquats et d'insuffisance de ressources humaines qualifiées. Deux points ont été accordés à ce critère vu cette incertitude.

### Critère 7

Des conseils agro météorologiques seront fournis au monde rural d'une manière continue. Deux points ont été retirés à ce critère car l'implantation de systèmes de pluies provoquées ne sera sans doute pas nécessaire dans certaines localités qui bénéficieront d'un taux de précipitation qui leur est favorable.

### Critère 8

La conception de cette stratégie d'adaptation ne répondra peut-être pas aux objectifs prévus. En effet, les conseils agro météorologiques sont basés sur les prévisions des météorologues qui peuvent parfois être erronées. Deux points ont été retirés à ce critère à cause de cette incertitude.

## **Stratégie 11 : Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau (marigot, mares et lacs)**

### Critère 1

Le déficit pluviométrique engendrera une baisse progressive des productions agricoles, pastorales et halieutiques. La réhabilitation d'anciens points d'eau et la création de nouveaux permettront de lutter contre l'aggravation de ces impacts.

### Critère 2

Plusieurs initiatives en cours, telles que le projet d'aménagements Phedie Sabalibougou visent l'installation de puits pour l'alimentation de la population en eau potable et l'acheminement d'eau vers les superficies agricoles nouvellement aménagés (BAD, 2011).

#### Critère 4

Cette stratégie permettra de répondre à deux impacts majeurs découlant des changements climatiques, soient les pertes en production agricoles et pastorales. Deux points ont donc été attribués à ce critère.

#### Critère 5

La mise en valeur de nouveaux points d'eau pourra favoriser la prolifération d'insectes porteurs de maladies parasitaires. Trois points ont donc été accordés à ce critère car cet impact pourra être atténué grâce à l'utilisation de pesticides ou au recours à des méthodes de lutte non chimique.

#### Critère 6

Tel que mentionné au chapitre précédent, la faisabilité technique de cette stratégie est assurée par l'existence d'un potentiel important en ressources hydriques et la présence d'experts capables de maîtriser les techniques de mobilisation des eaux.

#### Critère 7

Deux points ont été accordés à ce critère à cause de l'incertitude concernant l'évolution spatiale et temporelle des paramètres pluviométriques qui risqueront nuire à l'élargissement de cette stratégie.

#### Critère 8

Il serait peu probable que ce projet puisse réduire, voire éliminer l'insécurité alimentaire vu sa dépendance envers les conditions climatiques. Deux points ont été attribués à ce critère.

### **Stratégie 14: Développement des actions culturales CES/DRS et de compostage**

#### Critère 1

La sécheresse persistante et les activités anthropiques contribuent à l'érosion des sols, à la perte de la végétation et à la diminution du potentiel hydrique existant. L'aggravation de ces impacts due aux besoins croissants en alimentation pousse les autorités à mettre en œuvre une telle stratégie.

### Critère 2

Cette stratégie vise les mêmes objectifs que le projet d'amélioration de la productivité des terres implanté par le ministère de l'environnement et de l'assainissement du Mali et financé par la BAD, c'est-à-dire, la préservation des ressources naturelles et la satisfaction continue des besoins alimentaires (BAD, 2011).

### Critère 4

Cette stratégie a été élaborée pour répondre à deux impacts majeurs issus des changements climatiques, soient la dégradation des terres et l'amenuisement des ressources hydriques.

### Critère 5

Cette stratégie générera des impacts positifs sur l'environnement, l'économie et le social par sa contribution à la préservation des ressources hydriques, à l'amélioration de la productivité agricole et à l'augmentation des revenus des habitants grâce aux multiples activités générées.

### Critère 6

Deux points ont été accordés à ce critère malgré l'existence d'un encadrement de la part des services techniques qui maîtrisent les techniques de conservation des eaux et de restauration des sols. En effet, la réalisation de cette stratégie pourrait être affectée par un risque d'insuffisance de la main d'œuvre (MET & DNM, 2007).

### Critère 7

La mise en œuvre de cette stratégie offre des opportunités d'élargissement et de réPLICATION puisque l'évolution des paramètres climatiques et l'accroissement des besoins énergétiques laissent supposer que les activités de déboisement s'accentueront et que les ressources hydriques se feront de plus en plus rares.

### Critère 8

L'incertitude concernant la sévérité des paramètres climatiques et le degré d'expertise technique disponible fait en sorte qu'il serait difficile d'affirmer que les objectifs attendus seront atteints. Deux points ont été accordés à ce critère.

## **Stratégie 15: Développement des cultures fourragères**

### Critère 1

La diminution de la pluviométrie dans certaines régions nuira à la disponibilité des ressources alimentaires destinées au bétail. La pression sur les ressources existantes sera atténuée et davantage de pertes de productions pastorales seront évitées grâce au développement des cultures fourragères.

### Critère 2

La mise en œuvre de cette stratégie ne fait que renforcer les techniques de culture et de conservation des fourrages existantes. Le projet d'appui au développement de l'élevage au Nord-est du Mali, sous la responsabilité du ministère du développement rural du Mali, vise les mêmes objectifs que cette stratégie, c'est-à-dire, l'amélioration de l'alimentation du bétail à travers une exploitation durable et rationnelle des ressources naturelles (BAD, 2011).

### Critère 4

Cette stratégie a été conçue afin de répondre à un seul des impacts issus de la variabilité climatique à savoir, la mauvaise alimentation du bétail et les pertes de productions pastorales.

### Critère 5

Deux points ont donc été accordés à ce critère car, vu le risque de diminution de la pluviométrie, les maîtres d'œuvre seront possiblement contraints à procéder à l'importation d'espèces fourragères. Celles-ci risqueront ne pas être adaptées aux conditions climatiques locales et la santé du bétail pourra alors être affectée (MET & DNM, 2007).

### Critère 6

La faisabilité de cette stratégie n'est pas remise en question sur le plan technique vu l'existence d'un fort potentiel et la présence d'experts dans la culture de fourrages (MET & DNM, 2007).

### Critère 7

Deux points ont été accordés à ce critère car il est difficile de compter sur l'adoption de cette stratégie à l'échelle du pays, étant donné le risque de mauvaise répartition spatiale de la pluviométrie.

### Critère 8

La mise en œuvre de cette stratégie ne pourra peut-être pas répondre aux objectifs qui lui ont été assignés, car les paramètres pluviométriques pourront jouer en sa défaveur. Deux points ont été attribués à ce critère vu cette incertitude.

## **Stratégie 17 : Promotion des banques à aliments pour bétail**

### Critère 1

La diminution du taux de précipitations conduira à une insuffisance d'espèces fourragères destinées au cheptel et sera responsable d'une baisse des productions pastorales. Le recours aux banques à aliments pour bétail sera de plus en plus nécessaire afin de limiter l'aggravation de ces impacts.

### Critère 2

Plusieurs initiatives telles que le projet d'appui au développement de l'élevage cité précédemment ou le projet d'appui au développement des productions animales en zone de Kayes sud ont été lancées pour contribuer à l'amélioration des systèmes d'élevage.

### Critère 4

La réalisation de cette stratégie permettra de répondre à une seule conséquence issue directement des changements climatiques, soit les pertes de production pastorales.

### Critère 5

La réalisation de cette stratégie engendrera des impacts positifs sur l'économie et la société par sa contribution à la réduction des pertes de productions pastorales et à la lutte contre la hausse des prix de la viande et du lait.

### Critère 6

Les capacités techniques, composées d'experts et d'organismes non gouvernementaux disposant d'une expérience en matière d'élevage, seront présentes pour assurer l'encadrement des maîtres d'œuvre dans la mise en place de magasins de stockage (MET & DNM, 2007).

### Critère 7

Le recours à cette stratégie ne pourra être garanti dans toutes les localités du pays car le risque de déficit pluviométrique sera probablement responsable d'une rupture du stock en espèces fourragères. Deux points ont donc été attribués à ce critère vu l'incertitude concernant la distribution spatiale de ce paramètre.

### Critère 8

Il y aura des doutes concernant l'atteinte des objectifs prévus car le succès de cette stratégie sera largement dépendant des conditions pluviométriques.

## **Stratégie 20: Conception de réservoir de stockage des eaux pluviales**

### Critère 1

Une telle stratégie tient compte des impacts actuels et futurs des changements climatiques. Tel que mentionné à la section 4.2.5.3, le léger stress lié à la disponibilité des ressources en eau est susceptible d'augmenter à causer du risque de persistance de la sécheresse.

### Critère 2

Cette stratégie fait partie d'un projet de construction de systèmes capables d'assurer le stockage de plus de 20 millions de litres d'eau de pluie au Mali, Burkina Faso et Sénégal et financé par le département du développement économique durable du ministère des affaires étrangères des Pays-Bas (Réseau de Mise en Œuvre de la Collecte des Eaux de Pluie)

### Critère 3

La conception d'un réservoir de stockage d'eaux pluviales encouragera la réduction des coûts engendrés par la prise d'eau provenant de la surface ou des nappes phréatiques en période de sécheresse. Un tel projet a déjà réalisé en Inde et les résultats de l'analyse bénéfices/ coûts, réalisée par l'équipe de la DFID sont illustrés au tableau ci-dessous.

**Tableau A.5.6 : Coûts liés à la prise d'eau additionnelle évités grâce à un réservoir de stockage d'eaux pluviales en Inde**

|  | Coûts actuels engendrés par la prise d'eau en période de sécheresse (Roupies) | Coûts engendrés en 2031 par la prise d'eau en période de sécheresse (Roupies) |
|--|---|---|
| Sans réservoir de stockage d'eaux pluviales  | 15 390  | 15 390  |
| Avec réservoirs de stockage d'eaux pluviales | 1 545   | 1 617   |
| <b>Coûts évités</b>                          | <b>13 845</b>   | <b>13 773</b>   |
|  | <b>Coûts de construction du réservoir</b>                                     | <b>135 000</b>  |
|  | <b>Rapport bénéfice/coûts (Horizon 2031)</b>                                  | <b>1.136</b>  |

Source : Tanner, T.M. et al., 2007

#### Critère 4

Un point a été attribué à ce critère car les pertes en ressources hydriques constituent la seule conséquence directe des changements climatiques mise en valeur à travers l'élaboration de cette stratégie.

#### Critère 5

La réalisation de cette stratégie n'engendrera que des impacts positifs sur l'économie et la société par sa contribution à l'amélioration de la productivité agricole et pastorale et à la satisfaction des besoins en eau de la population.

#### Critère 6

Un point a été accordé à ce critère car aucune donnée concernant la faisabilité technique de cette stratégie n'est disponible.

### Critère 7

Deux points ont été accordés à ce critère car des réservoirs de stockage d'eaux pluviales ne peuvent être implantés que dans les localités disposant d'une pluviométrie régulière. L'adoption de cette stratégie à l'échelle globale du pays est alors peu envisageable.

### Critère 8

Il est difficile d'affirmer avec certitude que la mise en œuvre de cette stratégie permettra d'atteindre les objectifs requis vu l'irrégularité de la pluviométrie dans l'espace et dans le temps. Deux points ont donc été attribués à ce critère.

### Critère 9

La conception de réservoirs de stockage des eaux pluviales s'inscrit dans le cadre de plusieurs lois au Mali et plus particulièrement, le code de l'eau qui vise la bonne maîtrise et la lutte contre la raréfaction de cette ressource (Keita, S. et al., 2009).

## ANNEXE 6- Classification des stratégies d'adaptation résultant de l'application de CRiSTAL en Éthiopie et au Kenya

**Tableau A.6.1 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL en Éthiopie**

| <b>Stratégies d'adaptation structurelles</b>             | <b>Stratégies d'adaptation de nature politique</b> | <b>Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques</b>                                    |
|--|--|--|
| Construction de réservoir de stockage des eaux pluviales |  | Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques.               |
|  |  | Promotion des banques à aliment pour bétail  |
|  |  | Forages souterrains pour le prélèvement des eaux   |
|  |  | Plantation d'arbres pour la lutte contre l'érosion des sols  |
|  |  | Commerce de céréales   |
|  |  | Garder un environnement sain afin d'éviter la propagation de la malaria                            |
|  |  | Faire bouillir l'eau pour prévenir les impacts de l'eau contaminée sur la santé                    |
|  |  | Aménagement d'installations sanitaires pour lutter contre les impacts de la contamination de l'eau |

La majorité de ces stratégies ne requièrent ni la construction d'infrastructures, ni de modifications aux lois et règlements en vigueur.

**Tableau A.6.2 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL en Éthiopie**

| Élimination des facteurs de vulnérabilité  | Renforcement des capacités d'intervention        | Gestion des risques climatiques  | Lutte contre les impacts directs des changements climatiques |
|--|--|--|--|
| Garder un environnement sain afin d'éviter la propagation de la malaria                            | Forages souterrains pour le prélèvement des eaux | Vulgarisation des variétés culturales les mieux adaptées aux conditions climatiques. |  |
| Faire bouillir l'eau pour prévenir les impacts de l'eau contaminée sur la santé                    |  | Promotion des banques à aliment pour bétail  |  |
| Aménagement d'installations sanitaires pour lutter contre les impacts de la contamination de l'eau |  | Construction de réservoir de stockage des eaux pluviales                             |  |
| Commerce de céréales   |  | Plantation d'arbres pour la lutte contre l'érosion des sols                          |  |

Les quatre stratégies classées dans la catégorie “élimination des facteurs de vulnérabilité” doivent être adoptés même en l’absence de certitudes concernant l’évolution des paramètres climatiques.

**Tableau A.6.3 : Classement, selon le premier type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL au Kenya**

| <b>Stratégies d'adaptation structurelles</b>   | <b>Stratégies d'adaptation de nature politique</b> | <b>Stratégies d'adaptation non structurelles et apolitiques</b>                                  |
|--|--|--|
| Construction de réservoirs de stockage des eaux pluviales  |  | Forages souterrains pour le prélèvement des eaux   |
| Construction d'installations de logement temporaires, en cas de destruction des maisons d'habitation dues aux vents violents |  | Promotion des banques à aliment pour bétail  |
| Construction d'aménagements dans des zones à haute altitude afin de limiter les dégâts dus aux inondations                   |  | Promotion de l'agriculture irriguée  |
|  |  | Captage des eaux de ruissellement  |
|  |  | Plantation d'arbres pour la protection des infrastructures contre les impacts des vents violents |
|  |  | Renforcement des capacités techniques des hôpitaux et des services vétérinaires                  |

**Tableau A.6.4 : Classement, selon le deuxième type de classification, des stratégies d'adaptation obtenues suite à l'application de CRiSTAL au Kenya**

| <b>Élimination des facteurs de vulnérabilité</b> | <b>Renforcement des capacités d'intervention</b>   | <b>Gestion des risques climatiques</b>   | <b>Lutte contre les impacts directs des changements climatiques</b> |
|--|--|--|---|
|  | Construction d'installations de logement temporaires, en cas de destruction des maisons d'habitation dues aux vents violents | Construction de réservoirs de stockage des eaux pluviales  |   |
|  | Forages souterrains pour le prélèvement des eaux   | Promotion des banques à aliment pour bétail  |   |
|  | Promotion de l'agriculture irriguée  | Plantation d'arbres pour la protection des infrastructures contre les impacts des vents violents           |   |
|  | Captage des eaux de ruissellement  | Construction d'aménagements dans des zones à haute altitude afin de limiter les dégâts dus aux inondations |   |
|  | Renforcement des capacités techniques des hôpitaux et des services vétérinaires  |  |   |