

ROYAUME DU MAROC



Ministère de l'Agriculture
et de la Pêche Maritime



المعهد الوطني للبحوث الزراعية
Institut National de la Recherche Agronomique

IDRC



CRDI

International Development
Research Centre

Centre de recherches pour le
développement international

► **Etude de la contribution du
partenariat public-privé
dans la gestion durable et la
valorisation de l'eau
d'irrigation dans le
périmètre d'El Guerdane.**



**Projet CRDI – MAPM N° 106 544
DIAEA, INRA, ORMVA, Souss – Massa,
Amenouss**



**Rapport technique final
Janvier 2012 – Février 2015**

Avril 2015

Etude de la contribution du partenariat public-privé dans la gestion durable et la valorisation de l'eau d'irrigation dans le périmètre d'El Guerdane.

ROYAUME DU MAROC



Ministère de l'Agriculture
et de la Pêche Maritime



المعهد الوطني للبحث الزراعي
Institut National de la Recherche Agronomique

**Etude de la contribution du partenariat public-privé
dans la gestion durable et la valorisation de l'eau
d'irrigation dans le périmètre d'El Guerdane
(Périmètre du Souss - Massa, Maroc)**

Projet CRDI – MAPM N° 106 544

DIAEA – INRA-ORMVA Souss Massa - Amensouss

**Rapport technique final
Janvier 2012 – février 2015**

Avril 2015

Table des matières

Résumé	5
Problème faisant l'objet de la recherche.....	7
Progrès accomplis en vue de franchir les étapes clés	9
Synthèse des activités et des résultats de la recherche	12
Synthèse des résultats au regard des incidences attendues du programme ASA.....	26
Problèmes et défis.....	29
Recommandations.....	30
Annexes	
Extrants	

INSTITUTIONS

- Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA).
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
- Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Souss-Massa (ORMVA-SM).
- Amensouss : Opérateur privé en charge du périmètre délégué d'El Guerdane.

CHARGE DU PROJET

Dr. Mohamed Taoufiq CHATI : Ingénieur en chef principal à la DIAEA

COMITE SCIENTIFIQUE DU PROJET

- Dr. Mrabet Rachid : Directeur de Recherche et chargé des aspects agronomiques
- Dr. Moussadek Rachid : Ingénieur en chef et chercheur à l'INRA
- Dr. Chati Mohammed Taoufiq, Ingénieur en chef principal à la DIAEA

COORDONATEUR NATIONAL

Dr. Moussadek Rachid : Ingénieur en chef et chercheur à l'INRA

EQUIPE DU PROJET DE LA DIAEA

- M. Bouari Ahmed : chargé des aspects de partenariat
- M. Tanji Rajaa : chargé de l'aspect partenariat
- M. Ouhsein Mohamed : chargé de l'aspect partenariat
- Mlle Oudghiri Salma : chargée des aspects ressources en eau et condition de la femme

EQUIPE DU PROJET DE L'INRA

- Dr. Mrabet Rachid : chargé des aspects agronomiques
- Dr. Fadlaoui Aziz : chargé des aspects agro-économiques
- Mr. Boughlal Mohamed : chargé des aspects agro-économiques
- Mme Dakak Houria : Hydrogéologue
- Dr. Douaik Ahmed : Biométricien
- Dr. Zouahri Mjid : chargé des analyses eau et sol
- Mr Iaaich Hamza : chargé du système d'information géographique
- Mr. Halam Jamal : chargé de l'aspect agronomie et irrigation
- Mr. Jbilou Marouane : chargé de l'aspect agronomie et irrigation

EQUIPE DU PROJET DE L'ORMVA DU SOUS MASSA

- M. Bahri Abderrahim : Coordonnateur local du projet
- M. Oulli Lahcen : Chargé de l'aspect Partenariat
- M. Kessa Noredine : Chargé de l'aspect des associations
- M. El yacoubi Mohamed : Chargé des aspects expérimentaux
- Mme. Ait abbad Naima : chargée des aspects ressources en eau et condition de la femme

Equipe de terrain : chargé e des enquêtes et du suivi des essais

- M. Ghaidi Jilali
- M. Telbani Ahmed
- M. DerraziI Mohamed
- M. Abya Mohamed

EQUIPE DU PROJET D'AMENSOUSS

M. Makroum Jalal. : Chargé des aspects de partenariat

EQUIPE D'ANIMATION FEMININE

- Melle El AAzzouzi Nezha, ingénieur à l'ORMVA SM ;
- Melle El Louhabi Kenza, **ingénieur** à l'ORMVA SM.

Liste des Abréviations et Acronymes

AUEA : Association des Usagers de l'Eau Agricole.

BM : Banque Mondiale

BRLi : Bas-Rhône Languedoc Ingénierie

C/N : le Taux Carbone/Azote

° C : Degré Celsius.

CAD : Dollar canadien. .

CRDI : Centre International pour le Développement de la Recherche.

CU : Coefficient d'Uniformité

DIAEA : Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole.

ET : évapotranspiration

ETM : Evapotranspiration maximale

FAO : Organisation de Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

ha : Hectare.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

K : potassium

Km/h : kilomètre par heure

Kc : Coefficient cultural

l/s : litres par seconde

MAD : Dirham marocain.

MAPM : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.

mS/cm : milli siemens/centimètre carré

m/s : mètre par seconde

m³ : Mètre cube.

mm : millimètre

Mm³ : Millions de mètres cubes

MO : matière organique

N : azote

NM : norme marocaine

ORMVA S-M : Office Régional de mise en Valeur Agricole du Souss – Massa.

P : phosphore

PPP : Partenariat Public- Privé.

Q : quintal

qm : débit moyen

qmi : débit minimum

qx : quintaux

T : Tonne

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée

W/m² : watt par mètre carré

1. Résumé

Le projet de recherche « **Etude de la contribution du partenariat public-privé dans la gestion durable et la valorisation de l'eau d'irrigation dans le périmètre d'El Guerdane.** », est le fruit d'une collaboration entre les institutions suivantes : le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM) du Royaume du Maroc, représenté par la Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA), l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Souss Massa (ORMVA SM) et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Le CRDI avait accordé en 2012 dans le cadre de son Programme d'Agriculture et de Sécurité Alimentaire au dit groupement un don d'un montant de 414 200 Dollars canadiens (CAD) soit 3 389 5400,00 MAD, pour financer le projet qui dure 38 mois et comporte quatre phases.

Les objectifs globaux du projet peuvent être résumés en deux objectifs : le premier objectif est (i) d'évaluer la contribution d'un nouveau mode de gestion d'un périmètre, public lors de sa création, par un opérateur privé dans le cadre d'un contrat de délégation du service public (distribution aux agriculteurs de l'eau d'irrigation) PPP, dans l'amélioration de la gouvernance des grands systèmes d'irrigation au Maroc. L'approche adoptée en vue de cette évaluation était de comparer ce mode de gestion privé d'exploitation d'un réseau de distribution l'eau d'irrigation à un référentiel public, en termes de performances des deux opérateurs, d'impacts et incidences sur l'exploitation des systèmes d'irrigation, sur la condition des clients usagers de l'eau d'irrigation et sur l'environnement. Le deuxième objectif (ii) du projet est de rechercher les moyens d'amélioration des performances des usagers du périmètre de référence en améliorant leur technicité et leurs moyens de production (techniques d'irrigation, techniques de gestion de l'eau au niveau de l'exploitation, etc.), et ce grâce à des essais de démonstrations menés in situ.

La réalisation du projet s'est faite en trois étapes comportant 4 phases chacune jalonnée de telle sorte que le projet soit exécuté dans une logique qui permettrait d'aboutir à l'atteinte des objectifs évolutifs en fonction des problématiques identifiées. Cette logique a permis donc de réaliser une première phase de diagnostic qui avait débouché sur l'établissement d'une approche méthodologique et la définition des activités du projet. La deuxième étape (réalisée en deux phases) a été consacrée au démarrage des actions de recherche et démonstration, d'enquêtes, de suivi de l'environnement et de formation. Quant à la dernière phase elle devait être consacrée uniquement à la dissémination des résultats et la formation.

Les enquêtes de diagnostic au niveau des deux périmètres avaient démontré clairement que ceux-ci se distinguaient du fait de leur appartenance à l'un des deux périmètres en tous les points de vue notamment, le statut social, l'organisation, les systèmes de cultures, la technicité des usagers, la destination des productions, les équipements, etc.

En effet, on a constaté que les usagers du périmètre d'El Guerdane sont souvent des grands agriculteurs pratiquant l'arboriculture (agrumes) destinée à l'exportation, d'un haut niveau de technicité, équipés en techniques d'irrigation performantes (irrigation localisée) et bénéficiant grâce à l'opérateur privé d'un service de distribution d'eau très performant. Contrairement, aux usagers de l'Issen qui sont pour la majorité des petits agriculteurs pratiquant différentes spéculations (arboriculture, maraichage, etc.) qu'ils commercialisent localement sans aucune organisation. La distribution de l'eau au niveau de l'Issen est soumise aux aléas de la disponibilité des ressources en eau et donc des conditions climatiques. En effet, l'eau d'irrigation distribuée par l'ORMVA connaît souvent des périodes de coupure soit pour le non disponibilité de la ressource à cause de dégâts

subis au réseau de distribution. Dans ce genre de situation les usagers ont recours au pompage ce qui cause une surexploitation de la nappe.

Il faut signaler qu'en cas de coupure technique au niveau d' El Guerdane, l'opérateur est tenu à prendre en charge la réparation des équipements en tête de la parcelle contrairement à l'opérateur public qui facture les réparations aux usagers.

Le suivi fréquent de la qualité des eaux et des sols durant les trois années de ce projet, nous a permis de relever que malgré l'apport des eaux superficielles des barrages, les usagers continuent de recourir au pompage excessif des eaux souterraines pour l'extension des superficies cultivées et la diversification des cultures au niveau d' El Guerdane, et pour la préservation des investissements et la durabilité des activités agricoles au niveau de l'Issen

Le constat d'un manque d'appui technique au bénéfice des usagers est apparu dès les premières enquêtes. Si la situation est moins dramatique au niveau du Guerdane, elle l'est au niveau de l'Issen, surtout en matière des techniques d'irrigation économes en eau. Pour cela, le projet a élaboré un programme de formation et de démonstration sur les techniques d'irrigation économes en eau (irrigation localisée) pour le développement de cette technique dans cette zone concernée par le projet. Au terme de deux années d'essais nous avons pu constater l'effort et les résultats en termes de performances atteintes par les usagers. Ainsi, nous avons pu constater que les niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation ont augmenté et ce grâce aux économies d'eau réalisées et à l'amélioration de la productivité à l'hectare. Les usagers disposent actuellement d'outils et de référentiels notamment formule climatique pour le raisonnement des irrigations, les trains techniques adaptés aux différentes cultures, etc. Ce qui leur permet de mieux raisonner l'irrigation et donc de rentabiliser leur investissement en baissant les coûts et les charges de production, surtout que le coût de l'eau d'arrosage pompée est très élevé.

Si le projet a pu contribuer à l'essor des systèmes de production au niveau des sites de démonstration à Issen, prouvant ainsi que des actions ciblées et accompagnées des services responsables de l'encadrement peuvent atteindre des résultats probants, le problème demeure à l'échelle du périmètre. En effet, sans des mesures d'amélioration de la gestion au niveau du périmètre les résultats escomptés de bonne gouvernance ne peuvent être atteints. En comparant la situation de l'Issen par rapport au Guerdane, nous constatons que le service de l'eau au niveau de ce dernier est très performant et les risques pour les usagers sont minimes puisque l'opérateur privé prend en charge tous les risques dans un cadre contractuel et sous contrôle de l'Autorité Délégante (l'Etat marocain) et son mandataire (ORMVA).

Quant à la condition de la femme dans la zone du projet, celle-ci excelle par son absence au niveau de la prise de décision au niveau de l'exploitation et sa marginalisation par rapport aux travaux de terrain. Les femmes se contentent des travaux ménagers et rarement d'élevage. Le projet a tenté d'associer un groupe de femmes d'agriculteurs à ses activités et a organisé à leur bénéfice des sessions de formation et des visites de terrain. Ces rencontres ont permis de repositionner le rôle des femmes dans l'exploitation agricole et de découvrir leurs vrais ambitions et souhaits pour améliorer leurs situations de la zone. On constate que la plupart des femmes du périmètre sont à la recherche d'une indépendance en termes de moyens en ambitionnant de créer leurs propres activités agricoles ou para-agricoles, génératrices de revenus, ce qui leur permettrait de disposer de moyens techniques et financiers pouvant améliorer leur savoir-faire pour subvenir à leurs besoins.

D'un autre côté, le projet a permis de constituer un groupe de chercheurs, de techniciens, étudiants et décideurs représentant différents intervenants de la zone (opérateur privé, public, associations, agriculteurs individuels, etc.) qui ont été initiés aux problèmes de gouvernance et gestion des ressources en eau et au mode de PPP. Le projet a pu leur ouvrir la voie pour mener des réflexions et des recherches sur le processus de structuration de PPP dans le domaine de l'irrigation en mettant à leur disposition des moyens adéquats et l'écoute des intervenants.

Finalement, le suivi régulier de la qualité des eaux et des sols pour mesurer l'impact environnemental de l'irrigation en mode PPP ou publique, a permis de dresser deux Atlas sur les ressources en eaux et en sols dans les deux périmètres et de proposer un système sous SIG (système d'Information Géographique) pour que les acteurs régionaux soient sensibles à la question environnementale (surtout la salinité, la piézométrie et l'eutrophisation des eaux) en vue d'adopter un mode de gestion pour réussir une agriculture durable et conservatrice de l'environnement.

2. Problème faisant l'objet de la recherche

Au vu de l'état de réalisation des actions (cf. jalons du projet) devant aboutir à l'atteinte des objectifs du projet définis et revus au fur et à mesure de l'avancement du projet, nous pouvons confirmer que dans l'ensemble les principaux objectifs du projet ont été atteints au terme de la dernière phase du projet. Globalement, l'objectif du projet initialement défini est l'évaluation de la contribution d'un opérateur privé auquel a été délégué le cofinancement, la construction et l'exploitation des équipements d'irrigation d'un périmètre irrigué (Guerdane) dans le cadre d'un PPP, dans l'amélioration de la gouvernance des systèmes d'irrigation et des impacts sur la condition des usagers en tenant compte des aspects genres, et environnementaux. Cette évaluation s'est faite sur la base d'une étude comparative entre les performances de la gestion publique et de la gestion privée par un opérateur privé en termes **d'indicateurs d'exploitation** au niveau du réseau, **d'indicateurs économiques** au niveau des exploitations, **des relations commerciales** entre clients et opérateurs, **d'impact** sur la production agricole, sur l'environnement et sur l'économie de l'eau.

Pour entamer le projet sur des bases claires et sûres, la première étape (cf. rapport de la première phase) avait été consacrée à la constitution des équipes de recherche du projet qui ont entamé l'établissement d'un état des lieux pour caractériser le milieu naturel, physique, social, économique, etc., du projet. A l'issue de cette caractérisation nous avons pu distinguer et choisir les deux périmètres (El Guerdane et l'Issen) où devaient être menées nos investigations. Une fois cette étape franchie, nous avons pu élaborer l'approche méthodologique pouvant permettre l'atteinte des objectifs du projet. C'est en conclusion de cette caractérisation que nous avons estimé que l'analyse et la comparaison ne pouvait s'effectuer qu'entre deux référentiels proches en termes techniques. Ainsi, il a été décidé **d'installer des essais de démonstration** sur les techniques d'irrigation économes qui sont susceptibles de ramener les agriculteurs des deux zones au même niveau de technicité. Cette recherche a abouti à l'installation du matériel d'irrigation localisée intégral chez quatre agriculteurs de la zone d'Issen moins favorisés techniquement et à leur accompagnement afin qu'ils puissent adopter cette technique et la maîtriser.

Cette étape a été clôturée par l'organisation de l'atelier de démarrage au cours duquel l'équipe du projet avait été en mesure de présenter une vision claire sur le déroulement et les objectifs à atteindre du projet.

La première sous phase (juin 2012-juin 2013) de la deuxième période devait permettre d'entériner les conclusions, l'approche méthodologique et les conclusions de la première phase du projet. Pour cela une enquête exhaustive a été réalisée pour la comparaison des systèmes de cultures auprès de

71 exploitations des deux périmètres. Cette enquête a donc permis de caractériser et de dégager les ressemblances et les différences entre les deux périmètres. Une seconde enquête a été menée auprès de quelques exploitations au niveau d'El Guerdane sur les aspects économiques pour les comparer aux quatre exploitations suivies de l'Issen disposant de référentiels technico-économiques pour les différentes cultures/spéculation. N'ayant pas été finalisé par les doctorants, nous avons confié ce travail au cours de la dernière phase du projet à un chercheur agro-économiste de l'INRA. Les résultats figurent en **annexes n° 2 et 3** de ce rapport.

C'est à l'issue de la première enquête, réalisée durant la deuxième phase du projet, qu'ont été choisis les sites de recherche et de démonstration au niveau de l'Issen uniquement. Ce choix a été décidé à cause du fait que les usagers d'El Guerdane adoptent contractuellement tous l'irrigation localisée et la maîtrise parfaitement, **spécialement pour les agrumes**. Sur ce, l'équipe du projet a estimé qu'il n'était pas nécessaire d'équiper des parcelles de démonstration sur l'irrigation localisée des agrumes à El Guerdane. Ainsi, nous avons équipé en matériel d'irrigation localisée, quatre parcelles et réalisé un premier essai de besoins en eau sur une culture d'aubergine à Issen uniquement. Il faut rappeler que nos choix pour l'installation du matériel scientifique- technique et les essais de besoin en eau émanent d'un classement de ces 4 exploitants de l'Issen en deux groupes de 2 : un groupe très réceptif qui a facilement adopté la technique d'irrigation et les techniques culturales qui s'y adaptent, et le second groupe qui commence à s'intéresser à la technique grâce aux efforts du projet appuyée par des formations en la matière. Cette phase a donc connu l'organisation d'ateliers et de sessions de formations au profit des cadres et des agriculteurs et agricultrices de la zone du projet. Cependant, lors de la phase ultérieure, qui a coïncidé avec une chute des prix des agrumes (moins de 0.60 MAD/kg), nous avons constaté que les agriculteurs d'El Guerdane ont commencé à introduire des nouvelles cultures maraichères qu'ils considèrent plus valorisantes et plus rentables. Cette tendance des fermiers, spécialement les petits agriculteurs, à rechercher d'autres spéculations maraichères, a contraint l'équipe du projet de prévoir l'installation d'essais démonstrations et d'expérimentation sur ces nouvelles spéculations que les usagers du Guerdane prévoyaient de pratiquer sans maîtrise évidente. A ce propos, l'équipe avait choisi deux parcelles appartenant à des petits fermiers, qui nécessitaient une remise à niveau par le changement de certains équipements. Cette activité est toujours d'actualité puisque l'équipe avait formulé une demande de prolongation du délai de réalisation du projet.

Par ailleurs, les investigations pour le suivi des aspects environnementaux se sont poursuivies par l'équipe du projet et des doctorants et thésards impliquées dans le projet. Ainsi, des campagnes régulières de mesures au terrain (au début et à la fin de chaque saison) et d'analyses au laboratoire de l'INRA des eaux et des sols ont été effectués. Le but est d'identifier l'évolution de la salinité et la piézométrie des eaux de la nappe des deux périmètres El Guerdane et Issen. Ces travaux ont permis l'établissement de deux Atlas sur la qualité des eaux et des sols dans les deux périmètres et de proposer un système de suivi-évaluation sous SIG des eaux et des sols à l'ORMVA pour le périmètre d'Issen et à l'opérateur privé (Amansouss) pour le périmètre d'El Guerdane pour assurer une agriculture durable et protectrice de l'environnement. (cf. extraits).

Au cours des étapes ultérieures c'est-à-dire la deuxième sous phase de la deuxième période et la dernière période du projet, les actions définies auparavant (suivi de la gouvernance, expérimentations, formation, accompagnement, encadrement des étudiants, etc.) ont été poursuivies. La dernière phase a été consacrée à la dissémination des résultats et à la formation des bénéficiaires du projet.

3. Progrès accomplis en vue de franchir les étapes clés

Il faut rappeler qu'il a été convenu avant le démarrage du projet de diviser la période du projet en quatre périodes jalonnant (cf. Jalons du projet) le projet et comportant des tâches bien définies.

La première période du projet de 6 mois avait démarré en janvier 2012 (janvier 2012-juin 2012) et comportait principalement 6 actions (organisation de l'atelier de démarrage, constitution des équipes du projet, synthèse des travaux existants, établissement de l'approche méthodologique, établissement des fiches d'enquêtes et rédaction du rapport technique et financier de la période).

Effectivement, la période a permis de réaliser toutes les tâches inscrites au titre du programme, seul l'atelier de démarrage a été réalisé à la fin du période afin de permettre à l'équipe du projet d'avoir une meilleure visibilité et de présenter une approche basée sur une démarche réaliste émanant d'un travail de terrain et ayant l'approbation de tous les partenaires et les intervenants.

La période a permis de réaliser ce qui suit :

- la description détaillée de la zone du projet (monographie climatique et bio physique, systèmes de production, associations, équipements, régionalisation, usagers, genèse, valorisation des ressources en eau, irrigation, etc.) sur la base d'une synthèse des connaissances collectées sur Souss - Massa en général et El Guerdane et Issen, en particulier, la définition de quatre axes de recherche du projet (gouvernance des ressources en eau, valorisation des ressources en eau, formation et dissémination, et suivi de l'environnement) ;
- la consistance du projet (approche et méthodologie, indicateurs à suivre et à évaluer,
- le choix préliminaire des sites de démonstration, le dimensionnement et la définition du matériel d'irrigation destiné à équiper les sites de démonstration, le protocole et le dispositif de démonstration,
- l'établissement des questionnaires et les fiches d'enquêtes et de diagnostic/évaluation des équipements d'irrigation localisée dans les deux périmètres,
- la prise en compte des aspects genre et environnementaux, et
- la constitution des équipes de recherche du projet.

Les résultats de cette étape avaient été présentés lors d'un atelier de démarrage organisé le 11 juillet 2012 à Rabat (cf. rapport technique de la première période janvier 2012-juin 2012).

En Juin 2012 avait démarré la première sous phase de la seconde étape (juin 2012 – juin 2013) comportant (cf. Jalons du projet) trois actions principales, à savoir : (i) réalisation des enquêtes pour l'élaboration des indicateurs et la comparaison des modes de gestion, (ii) le choix des exploitations où seront installés les essais de recherche et de démonstration et l'achat et installation du matériel d'irrigation conforme aux spécifications requises et du matériel de mesures scientifiques, et (iii) installation des essais de démonstration . L'action principale de cette étape a été d'équiper, au niveau du périmètre public de l'Issen, quatre sites pour réaliser des essais de démonstration sur la technique d'irrigation localisée. En effet, au cours de cette sous phase les sites d'expérimentation et de démonstration ont été définitivement choisis parmi les huit candidats proposés lors de la première phase. Dans le cadre de ce choix, l'équipe du projet a tenu à intégrer une agricultrice pour développer un programme dédié aux femmes agricultrices de la zone du projet. Avant de procéder à l'installation des essais, l'équipe du projet a réalisé une étude de dimensionnement des installations et a défini les besoins de chaque parcelle. Celles-ci ont été équipées intégralement en matériel d'irrigation localisée (station de tête, réseau d'irrigation) et deux parcelles ont bénéficié du matériel

de pompage car ils irriguaient à partir des puits. Le site n° 2 a été équipé d'une station compacte météorologique et d'un lysimètre à drainage. Elle a été aussi dotée d'un Bac carré pour la mesure de l'évaporation de référence qui est souvent utilisée comme référence pour l'avertissement à l'irrigation. Ces équipements avaient permis de sensibiliser les acteurs sur l'importance d'avoir un matériel technique et scientifique de référence en vue de l'installation des essais expérimentaux de besoins en eau des cultures. Ceci a contribué à l'établissement d'un référentiel pour une gestion efficiente de l'irrigation basée sur l'ET pour les cultures maraîchers nouvellement adoptées par les agricultures d'Issen (cf. extrait n° 2 dans le site Hajja).

Les autres activités réalisées ont permis de mener des enquêtes auprès de 32 exploitants du périmètre d'El Guerdane et 23 de l'Issen pour établir un état des lieux et caractériser ces exploitations en termes de système de production, ressources en eau et en sols, relation avec les gestionnaires, les techniques et les équipements d'irrigation, etc., et pour évaluer les performances du matériel d'irrigation dont-ils disposaient avant l'avènement du projet. Ces enquêtes ont permis l'identification des différents indicateurs de suivi et d'analyse relatifs à la valorisation de l'eau d'irrigation et la comparaison entre les deux modes de gestion.

Les actions réalisées ont permis d'organiser trois ateliers et d'élaborer deux manuels qui ont tous été finalisés et édités. Le premier est intitulé « **Procédurier pour l'établissement du partenariat PPP pour le cofinancement, la conception, la construction et l'exploitation d'un système d'irrigation** », le second comporte « **le contrat et le cahier des charges type de délégation du service de l'eau** » et ses différentes annexes.

Deux sessions de formation ont été organisées au profit d'un groupe de 16 agriculteurs et un groupe de 25 agricultrices sur les techniques d'irrigation localisée et aussi pour connaître le niveau d'intégration de la femme rurale dans le système de production des exploitations de l'Issen. Les deux groupes d'agriculteurs et d'agricultrices ont bénéficié donc chacun d'une session de formation animées par des cadres de l'ORMVA, sur les techniques d'irrigation localisée et de pilotage des arrosages. La session de formation destinée aux femmes a constitué le premier jalon des actions destinées aux femmes de la zone. Dès les premiers contacts avec l'agricultrice du site n°2, celles-ci avait pris l'initiative d'inviter les femmes de la zone pour les réunir chez elle et récemment pour constituer une association des femmes de la zone.

Ces sessions ont permis d'établir un premier contact avec les agriculteurs de la zone et d'évaluer le degré de leurs connaissances et leurs besoins principalement des quatre exploitations qui abritent les essais de démonstration. Répondant aux questions des animatrices de l'ORMVA, les femmes ont exprimé le souhait de monter leur propre projet agricole, et ont confirmé les changements positifs en termes de sécurité alimentaire, du mode de gestion du système de production et du niveau de vie induits par l'introduction de l'irrigation localisée au niveau de l'exploitation

Deux essais de besoins en eau et d'avertissement à l'irrigation sur une culture d'aubergine ont été installés chez deux agriculteurs. Les premières constatations ont montré que les deux agriculteurs ont totalement adopté la technique nouvelle d'irrigation localisée et les techniques culturales qui leurs sont adaptées (paillage, pépinière, fertigation, arrosage quotidien selon les besoins en eau, etc.). Les premières récoltes effectuées au niveau du site n° 4 ont montré que les rendements et la qualité de la production ont été très prometteurs. Malheureusement, les champs des deux essais ont été totalement disséminés par une maladie bactériologique. Les chercheurs de l'INRA ont effectué des analyses et ont identifié la cause de l'infestation et ont prodigué des conseils pour lutter contre le

fléau. Effectivement, cette maladie infeste la zone et la lutte nécessite une lutte bio-culturelle qui repose sur une rotation de cultures dont une doit être résistante à la maladie.

Au niveau des deux autres sites, le premier travail a été de sensibiliser les agriculteurs à la technique d'irrigation localisée pour qu'ils puissent se l'approprier. Pour cela un effort soutenu a été développé pour leur permettre de bénéficier d'un programme soutenu de formation dans le domaine. En tout cas, leur bonne volonté a été mise en évidence lorsqu'ils ont sollicité l'appui du projet pour les accompagner dans le dimensionnement et le choix du matériel qu'ils ont acquis pour l'extension de leur système d'irrigation.

Concernant les aspects environnementaux, deux doctorants et trois élèves ingénieurs de l'IAV Hassan II ont réalisé six campagnes de prélèvement d'échantillons des eaux et des sols dans les deux périmètres dans le but de caractériser les sols et les eaux des deux périmètres et des exploitations pilotes de démonstration.

En matière de visibilité du projet, des présentations du projet ont été organisées au profit d'experts de la BM, BRLi et de l'Ethiopie. La délégation Ethiopienne et BRLi ont visité deux sites de démonstration du projet pour s'enquérir de l'approche adoptée par le projet concernant les essais de démonstration.

Au cours de la deuxième sous phase de la deuxième période (juin 2013-juin2014) qui avait démarré en juin 2013 (cf. Jalons du projet), on avait constaté qu'au niveau des trois sites 2, 3 et 4, des progrès importants ont été réalisés. En effet, on a relevé le renforcement et l'extension des équipements du site n°4 sur plus de 6 hectares grâce aux subventions accordées par l'Etat au taux de 80% du cout total du projet, dans la cadre du Fond de Développement Agricole. Aussi, l'agriculteur a pu installer une culture d'aubergine et des arbres fruitiers de grenadiers.

Au niveau des sites 2 et 3, la culture d'aubergine a été installée et soumise à des essais de réduction hydrique sur la base des mesures d'ETM de la station agro météorologique installée au niveau du site n° 2. Quant à l'agriculteur du site n° 1, il a commencé à s'intéresser à l'activité agricole. La raison semble provenir du fait qu'il n'arrive pas à concilier ses activités commerciales et l'activité agricole. Cependant, bien qu'il n'effectue pas le suivi régulier de son verger, on a constaté que l'état végétatif du verger s'est considérablement amélioré. Pour cette raison, on a tenu d'organiser au profit des agriculteurs, leurs fils et épouses des sessions de formation et de visites techniques dans le domaine de l'irrigation localisée. Il faut rappeler l'appui du projet à des techniciens de l'ORMVA pour accompagner ces agriculteurs dans le dimensionnement et le choix du matériel qu'ils ont acquis dans le cadre de projet d'extension de leur système d'irrigation au niveau de leur exploitation.

En matière de visibilité du projet, des doctorants et les thésards ont présenté des posters et des communications dans le cadre de leur participation à des séminaires nationaux (Agadir, Beni Mellal, Rabat) et internationaux (Tunis) (cf. rapport de la sous phase juin2013-juin2014).

La dernière phase du projet avait démarré en octobre 2014. Selon le programme des jalons, elle devait permettre l'établissement de manuels techniques et les référentiels (brochures, manuels, vidéo, etc.), l'organisation d'ateliers, de tables rondes et de journées de sensibilisation, etc. Aussi, elle devrait permettre l'adoption des nouvelles techniques d'irrigation par des petits et moyens agriculteurs et la mise en place d'un système de suivi des performances du délégataire, du délégant et des agriculteurs (observatoire), et l'organisation de l'atelier de clôture. Cette phase a connu l'édition d'un dépliant sur l'irrigation localisée en arabe destiné aux agriculteurs, et la reprise des enquêtes auprès d'un échantillon d'exploitations au niveau de l'Issen et d'El Guerdane pour analyser

les aspects agro-économiques des deux modes de gestion des périmètres. Une enquête a été menée par un expert agro économiste de l'INRA.

Aussi, dans le cadre des tâches des services ministériels permanents chargés du suivi des performances du délégataire, un reporting et une analyse des risques du projet de délégation ont été élaborés. Le reporting retrace tous les résultats d'exploitation par le délégataire depuis le démarrage du projet en 2009. Quant au travail sur l'analyse des risques, nous avons jugé de l'établir du fait que les risques ont constitué une des principales clauses d'établissement du contrat, et nous avons voulu voir dans quelle mesure ces risques se sont produits et quelles sont les mesures prises pour les confronter et le rôle que chacune des parties a pris pour solutionner les problèmes.

Un essai de besoins en eau a été installé au niveau d'un seul site qui est le numéro 3. La culture choisie par l'agriculteur a été le piment fort. Trois traitements hydriques ont été testés à savoir 100% ETM, 80% ETM et 50% ETM. Les résultats ont été comparés à un traitement de référence qui est celui que l'agriculteur conduit sur la base de ses appréciations et ses connaissances acquises à la fois auprès de ses voisins et les équipes du projet au cours des deux campagnes précédentes.

Au mois de septembre 2015, un atelier d'évaluation participative du mode de gestion d'irrigation a été organisé à Agadir qui a permis de rassembler des décideurs et des techniciens de l'ORMVA, le directeur d'Amansouss, les membres de l'équipe de recherche du projet (INRA, DIAEA, ORMVA) et des agriculteurs de l'Issen et du Guerdane. L'objectif de l'atelier était de présenter la démarche du projet ses résultats et ensuite de recueillir les avis des participants sur ses résultats et leurs recommandations quant à la suite des activités du projet.

Les procédures administratives concernant le mode de gestion financière des fonds de notre projet, nous ont contraints de différer l'organisation de certaines activités, et de ne pas réaliser d'autres activités prévues notamment, une tournée d'étude (traveling workshop) dans une région similaire à la zone du projet au profit de 20 agriculteurs dont plusieurs femmes impliquées dans le projet. Quant à l'atelier de clôture, il est prévu de l'organiser au cours du dernier semestre du 2015 pour présenter tous les résultats du projet

4. Résultats des activités de la recherche du projet

Dans le rapport technique de la première période nous avons scindé les activités du projet en quatre axes : (i) valorisation des ressources en eau (essais de démonstration), (ii) gouvernance des ressources en eau (comparaison de la valorisation des ressources en eau), (iii) formation et dissémination et (iv) suivi de l'environnement. Pour une meilleure visibilité des acquis du projet, la synthèse de ces résultats seront présentés selon ce canevas.

4.1. Valorisation des ressources en eau (essais de démonstration)

Cet axe comportait essentiellement les activités suivantes :

le projet a procédé à l'équipement intégral de quatre parcelles pilotes en matériel d'irrigation localisée dans le but de démontrer aux agriculteurs de la zone de l'Issen les meilleures pratiques concernant cette technique pour qu'ils puissent se l'approprier et la maîtriser. Il faut rappeler qu'au début le projet préconisait d'installer le même type d'essai au niveau du périmètre d'El Guerdane, mais à l'issue de l'enquête menée par le projet au cours de la première période, il s'est avéré que les usagers d'El Guerdane par obligation envers le délégataire adoptaient tous cette technique. Ainsi, nous avons pu équiper les quatre parcelles qui ont été choisies parmi un premier échantillon

d'exploitations proposées par les services techniques de l'ORMVA du Souss Massa. Aussi, nous avons renforcé l'équipement de la parcelle du site portant le numéro 2 en matériel scientifique et technique (station agro météorologique compacte, lysimètre), qui est géré par une agricultrice très entreprenante et disposant de tous les acquis intellectuels pouvant permettre une plus grande efficacité de nos recherches. Les essais de démonstration menés devaient donc permettre en premier lieu de mettre à niveau en termes de valorisation des ressources en eau, les exploitations du périmètre de l'Issen par rapport aux agriculteurs du Guerdane, une fois cette technique se retrouve encrée dans les mœurs et les pratiques courantes des agriculteurs de la zone. Une fois cet objectif atteint le projet pourrait procéder à la comparaison entre les performances des agriculteurs des deux zones. Les essais menés ont comporté les aspects suivants :

- Le test du comportement technique du matériel d'irrigation, au laboratoire avant son installation et in situ après son installation au niveau de chaque parcelle tout au long de la période du projet ;
- Réalisation des essais de besoins en eau des cultures les plus pratiquées par les agriculteurs de la zone et les méthodes appropriées d'avertissement et de pilotage de l'irrigation basées sur l'identification de la formule empirique de détermination de l'ET la plus appropriée et la plus simple que les agriculteurs peuvent adopter ;
- Les itinéraires techniques cultureux adaptés à l'irrigation localisée.

L'état de réalisation de chaque peut être résumé comme suit :

➤ **Comportement du matériel d'irrigation.**

Le suivi du comportement et des performances du matériel d'irrigation a été effectué durant deux périodes du projet. Les essais ont été menés sur le matériel d'irrigation acquis par le projet et sur le matériel d'irrigation d'un échantillon d'exploitations du Guerdane.

Les tests techniques réalisés sur le matériel ont été les suivants :

- Essais de vérification du fonctionnement des équipements de la station de tête ;
- Essais d'étanchéité des conduites d'amenée au niveau des parcelles ;
- Essais de contrôle de l'uniformité de distribution de l'eau (calcul du coefficient d'uniformité du débit des goutteurs : $CU = 100 \cdot Q_{\min} / Q_{\text{moy}}$) pour apprécier la qualité de fonctionnement de l'installation.

Les essais de contrôle de matériel d'irrigation a été dans l'ensemble positif bien que par la force du temps le niveau de performance a baissé tout normalement. Par ailleurs, à l'issue des essais et calculs de CU effectués durant les deux sous phases de la deuxième période du projet, on a constaté que les installations au niveau d'El Guerdane ont été jugées correctes (CU = 95%) au cours de la première sous phase et que la qualité de l'installation a baissé au cours de la seconde sous phase (CU = 90%). Elle s'est avéré que les installations au niveau d'El Guerdane nécessitaient donc un nettoyage et éventuellement une réhabilitation ou un diagnostic pour déterminer l'origine de ce dysfonctionnement. Par contre les installations de l'Issen diagnostiquées au cours de la première sous phase étaient d'une qualité médiocre (CU = 66%). Les mesures d'après ont été effectuées sur les installations nouvellement acquises par le projet équipant les 4 parcelles de démonstration. Ces nouveaux équipements ont fait en sorte que la qualité des installations soit améliorée (CU = 95%) entre les deux périodes et ont regagné en qualité grâce aux recommandations des équipes du projet.

Effectivement, l'équipe du projet s'est fixée pour objectif de concevoir le dimensionnement le plus adéquat qui réponde aux normes strictes d'équipement optimal (NM) recommandées par le

ministère et de choisir les composantes du matériel d'irrigation les plus performants qui existent sur le marché national. Ce travail a constitué la démarche souvent recommandée par les services techniques nationaux qui insistent sur l'accompagnement des agriculteurs au moment du dimensionnement des installations d'irrigation. Il est clair qu'une telle procédure entraîne un accroissement des coûts d'investissement initiaux mais l'examen de ceux-ci en termes de durée d'amortissement (durée de vie plus longue des équipements) fait en sorte que le processus devient à la longue plus rentable.

Le suivi du comportement du matériel selon les normes en vigueur a permis de démontrer in situ qu'une installation dimensionnée selon les normes et bien entretenue par l'utilisateur contribue à leur durabilité, l'économie d'eau, et à une meilleure efficacité de l'irrigation.

➤ **Comparaison de formules empiriques de calcul de l'ET de référence.**

Cette comparaison a été réalisée par un doctorant de l'INRA durant la deuxième sous phase de la deuxième période du projet (cf. rapport de deuxième sous phase de la période 2). Son but était l'identification d'une formule empirique simple et adéquate par rapport aux conditions climatiques de la zone pour le calcul de l'ET des cultures afin d'estimer les besoins en eau des cultures et d'avoir un référentiel simple pour l'avertissement et le pilotage des irrigations. Pour y parvenir on avait procédé au calcul de l'ET_o (évapotranspiration de référence) par quatre formules les plus utilisées dans la région. Ensuite on a comparé les résultats de calcul. Les calculs ont concerné le périmètre irrigué d'Issen sur la base des données climatiques mesurées au niveau de la station agro météorologiques installée par le projet au niveau du site n° 2.

Le calcul a comporté l'analyse des données météorologiques mensuelles et décennales (valeurs moyennes) mesurées au cours de l'année 2013-2014. Ceci a permis d'éliminer les données de la période 01-01-2013 au 09-05-2013 en raison de l'absence des valeurs du rayonnement global. Aussi, les données climatiques du 27-02-2014 au 01-05-2014 n'ont pas été utilisées dans les calculs à cause d'une panne de la station météorologique.

Il faut rappeler que le projet avait projeté d'effectuer des comparaisons au moins par rapport à deux référentiels de détermination de l'ET_o qu'on devait choisir parmi les méthodes de calcul suivantes : i) les méthodes directes basées sur des mesures expérimentales (bilan hydrique, bilan d'énergie et lysimètre), ii) et les méthodes indirectes qui s'intéressent à d'autres phénomènes (données climatiques) exprimant l'ET (formules mathématiques) et qui sont les plus utilisées.

Cependant, des difficultés liées au fonctionnement du lysimètre installé au niveau du site n° 2, nous ont contraints à se contenter du calcul de l'ET_o par les formules mathématiques. Par conséquent, nous avons choisi les formules suivantes considérées comme les plus adaptées au contexte de la région et qui ont fait l'objet de beaucoup de travaux : Thornthwaite (1944), Turc (1962), Blannet-Cridle (1950) et Penman-Monteith-FAO (1998). Il faut rappeler que le pas de temps de calcul retenu pour ce calcul de l'ET_o est à la fois mensuel et décennal pour les 4 formules et décennal pour trois formules.

En absence donc d'une référence de mesure directe, nous avons choisi comme référentiel la formule de Penman-Monteith normalisée et recommandée par la FAO pour le calcul de l'ET_o du fait (i) qu'elle approche le processus d'évapotranspiration par un calcul de bilan d'énergie complet (elle considère les deux processus d'échanges énergétiques radiatif et convectif), et (ii) que la station climatique installée par le projet estime automatiquement l'ET_o par cette formule.

Les résultats des calculs ont permis de constater qu'à l'échelle mensuelle, il existe bien une différence des valeurs de l'ETo entre chaque formule utilisée. Les valeurs de l'ETo obtenues par les formules de Turc et de Blannay - Criddle s'approchent des valeurs de l'ETo de Penman - Monteith pendant la saison sèche. Durant l'automne et la saison froide, la méthode de calcul de Blannay-Criddle surestime considérablement l'ETo alors que les valeurs de la formule de Turc suivent la même allure que celle de Penman - Monteith avec des différences insignifiantes.

Par ailleurs, la méthode de Thornthwaite sous-estime l'ETo pendant la saison sèche et s'approchent des valeurs de l'ETo de Penman-Monteith pendant la saison froide. Ce résultat n'est pas étonnant puisque la formule de Thornthwaite est généralement utilisée en zones tempérées et humides. Dans les régions arides et sèches, elle a tendance à sous-estimer l'évapotranspiration.

Dans le présent cas, les valeurs des deux formulations de Turc et Penman se rapprochent, parce que l'effet de la vitesse du vent est modéré (une vitesse ne dépassant pas en moyenne dans notre cas 5,35 m/sec. soit 19,2 km/h). En effet, la formulation de Turc, très simple d'emploi, ne permet pas de prendre en compte les effets du vent qui tendent à induire un accroissement de la valeur de l'ETo.

Dans le deuxième cas du calcul des valeurs d'ETo décadaire, on a remarqué que les valeurs de la formule de Turc sont proches des valeurs de la formule de FAO Penman – Monteith. La chute brusque de l'ETo pendant la décade 10 est due aux faibles valeurs du rayonnement global pendant cette période (2 W/m²).

Les corrélations entre les données mensuelles de la formule de référence et des formules de Turc, Thornthwaite et Blannay – Criddle ont été respectivement de 0,94, 0,87 et 0,92 ce qui nous a permis de recommander la formule de Blannay – Criddle, car elle requiert uniquement la température pour le calcul de l'ET.

Au cours de la dernière phase du projet (cf. annexe 5, l'ETo calculée par la formule de Penman – Monteith au niveau de la station compacte a été utilisée comme référence pour le calcul de l'ETM et pour différencier entre les traitements hydriques de l'essai de besoin en eau de la culture du piment fort, installée en aout 2014 et récoltée fin janvier 2015. L'essai a montré clairement que l'estimation des besoins en eau et l'avertissement à l'irrigation à l'aide d'une formule mathématique calculée à partir de la station climatique sur la même période de production, nous permet un gain de 42% d'économie d'eau par apport à la pratique de l'agriculteur sans référentiel et se basant sur un des connaissances courantes. La quantité d'eau apportée par l'agriculteur a été de 930 mm, alors que celle de 100% ETM était de 540 mm uniquement pour un rendement meilleur du traitement basé sur l'ETM. Cet essai confirme donc l'opportunité de se référer à une formule empirique pour l'estimation de l'ETM comme référentiel pour la détermination des besoins en eau d'une culture et pour le pilotage des irrigations.

Il faut rappeler aussi que le projet avait tenté de tester une méthode d'avertissement à l'irrigation sur la base de l'envoi aux agriculteurs par sms sur leur mobile les valeurs de l'ETM mesurées par la station agro météorologique. Cette méthode est considérée comme très efficace mais nécessite l'engagement d'un opérateur privé ou étatique disposant de la souplesse budgétaire requise pour l'engagement des frais de l'opération et les prendre en charge sans discontinuité. Un essai très concluant a été effectué par le projet pour servir un seul usager.

La détermination des besoins en eau des cultures peut être effectuée à l'aide de formules empiriques simples se basant sur des données disponibles comme la température moyenne de l'air pour la formule de Blannay-Criddele, calibrées (comparaison avec d'autres formules). Une formule peut constituer un référentiel à l'échelle synoptique pour l'avertissement et le pilotage de l'irrigation. Des économies d'eau séquentiels peuvent être réalisées et par conséquent une amélioration de la valorisation des ressources en eau.

➤ **Essais de besoins en eau des cultures et d'avertissement à l'irrigation**

On rappelle que les essais de besoins en eau ont été installés vers la fin de la première sous phase de la deuxième période du projet (Cf. rapport de la sous phase). Le but de ces essais est de déterminer les niveaux optimaux de consommation en eau d'irrigation des cultures pratiqués par les agriculteurs de la zone s'équipant en irrigation localisée. Les premiers essais ont été menés sur la culture d'aubergine très pratiquée dans la zone, chez deux agriculteurs qui avaient facilement adoptés la nouvelle technique. Ce premier essai avait montré au début des résultats très prometteurs. Malheureusement, ils ont été interrompus à cause de dégâts très importants causés par une attaque très virulente par les nématodes apparemment très fréquents dans la zone surtout dans les parcelles cultivées de la même culture.

Au cours de la seconde sous phase de la période 2 du projet, il a été décidé de mener le suivi et l'essai de besoins en eau sur l'aubergine chez les trois agriculteurs pilotes. Ainsi, chez deux agriculteurs, la fixation des périodes, du temps et des traitements d'irrigation a été laissé à leur choix. L'équipe technique chargée du suivi des essais s'est chargée de la collecte des données concernant la consommation en eau et les rendements. Chez le troisième agriculteur un essai comprenant trois traitements différenciés sur la base des données de la station agro météorologique installée au niveau du site n° 2. Le dispositif expérimental en bloc comprenait trois traitements hydriques en dix répétitions. Chaque bloc comportait neuf rampes et chaque trois rampes correspondaient à un traitement hydrique soient : 100% ETM, 80% ETM et 50% ETM. La comparaison entre les traitements a été effectuée sur la base de l'analyse des moyennes des rendements de chaque traitement.

Pour le calcul de l'ETM (donnée par la formule de base climatique $ETM = k_c \times ET_0$), nous avons utilisé les données de la station météorologique installée sur le site n° 2, et nous avons suivi l'évolution de l' ET_0 depuis la plantation le 04/09/2013. Etant donné une rupture de réception des données de la station météo depuis le 26/02/2014 nous avons complété par les données de la ville la plus proche (Ouled Teima) disponible sur le site yobeen.phytoconsulting.com.

Le coefficient cultural K_c utilisé est tabulé à partir du bulletin officiel n° 56 de la FAO. Ainsi nous avons tracé la courbe de K_c pour les quatre stades de croissance identifiés.

L'ETM a été calculée et le temps d'irrigation pour les trois traitements appliqués dans la parcelle à savoir 100% ETM, 80% ETM et 50%ETM.

Le test de Tukey a permis de distinguer entre deux groupes homogènes. Un groupe (a) composé des deux traitements 80%ETM et 100%ETM et un autre (b) composé du traitement 50%ETM. En conclusion, il s'avère que l'irrigation avec une quantité d'eau 80% d'ETM n'a pratiquement pas d'effet sur le rendement. Alors que l'application d'un traitement 50% ETM réduit le rendement de 33%. D'après les résultats obtenus il s'est avéré que les pratiques d'irrigation adoptées par les deux premiers agriculteurs entraînent une surconsommation en eau (le double) par rapport au troisième agriculteur chez lequel les irrigations sont conduites sur la base des données de la station météo.

A l'issue de ce premier essai nous avons prouvé que l'introduction d'un système d'irrigation localisée économe en eau tel que le localisé n'est pas suffisant pour rationaliser la consommation en eau dans une parcelle. Il va falloir accompagner l'opération par l'accompagnement des agriculteurs notamment en leur assurant par des experts et des techniciens qualifiés des formations en la matière jusqu'à ce qu'ils puissent maîtriser la technique et aussi les techniques culturales qui s'y adaptent.

Cependant, l'essai a montré qu'une rationalisation de la consommation de l'eau d'irrigation nécessite le recours à un référentiel (ici climatique) qui permet de calculer les besoins en eau réels des cultures et par conséquent une meilleure valorisation des ressources en eau.

Par ailleurs, nous remarquons que les prix des ventes sont totalement soumis à la loi du marché et sont considérablement inférieurs aux attentes des agriculteurs car ils ne permettent ni la compensation des coûts de production ni la valorisation du mètre cube d'eau.

Durant la dernière étape du projet l'équipe du projet a mené un second essai réussi chez un seul agriculteur sur le piment fort. L'agriculteur a suggéré de cultiver cette culture au lieu de l'aubergine bien qu'elle ait donnée lors du précédent essai des résultats satisfaisants en termes de la consommation en eau et du rendement. Ce choix est dû que les prix de vente de la culture au niveau des marchés avaient enregistré de grandes fluctuations et avaient atteints à certains moments leur plus bas prix. Ceci a été à l'origine de la décision prise par certains agriculteurs de réserver une partie de leur terre à d'autres cultures, ce qui selon eux permettait de diversifier leurs sources de marges. D'autres ont changé carrément la plantation lors de la campagne suivante.

Dans ce travail nous avons suivi un essai sur la consommation en eau de la culture du piment fort. L'agriculteur a décidé de réserver une partie de son exploitation à la culture du piment fort à la place de la culture d'aubergine. Les raisons de cette décision sont premièrement la marge nette très faible voire négative enregistrée lors de la campagne précédente ayant pour origine la chute des prix de la culture d'Aubergine au niveau des marchés locaux. Deuxièmement nous avons constaté que la culture commence à développer des galles au niveau des racines causées par les nématodes, alors il était très judicieux de prévoir une rotation culturale alternant des cultures moins sensibles que l'aubergine aux nématodes et ce pour limiter l'infestation du sol.

Le choix de la culture du piment fort est fait par l'agriculteur lui-même en se basant sur trois critères à savoir i) le prix élevé au marché pendant la campagne dernière, ii) le nombre limité des agriculteurs cultivant le piment fort et iii) la faible exigence en main d'œuvre pour son entretien et récolte.

Le dispositif expérimental comportait trois traitements hydriques à savoir 100% ETM, 75%ETM et 50% ETM. Les volumes d'eau d'irrigation apportés à chaque traitement sont calculés en se basant sur l'approche climatique en utilisant les données de la station climatique installée dans la région et les valeurs du coefficient cultural Kc de la culture. Les traitements ont été comparés sur la base des poids des fruits récoltés. La parcelle irriguée à l'initiative de l'agriculteur est choisie comme témoin (contrôle). Le suivi notamment de l'humidité du sol a été effectué à l'aide de sondes tensiométriques water mark disposant d'un enregistreur. Le suivi de la conduite, de l'itinéraire technique, des paramètres agronomiques et des rendements à la parcelle ont été réalisés par ligne.

Les volumes d'eau d'irrigation apportés aux traitements distingués ont été environ 5 400 m³, 4 100 m³ et 2700 m³ à l'hectare respectivement pour les traitements 100 % ETM, 80% ETM et 50% ETM.

Pour le suivi du calendrier d'irrigation adopté par l'agriculteur on a eu recours au suivi de l'humidité du sol au début de la campagne à des distances de 12, 25 et 50 cm des plants et à des profondeurs de 20, 40 et 25 cm.

L'analyse des résultats (cf. annexe n° 5) montre le déclenchement des arrosages en se basant sur le suivi de l'humidité du sol par des sondes tensiométriques. Les résultats ont permis d'observer que l'agriculteur peut modifier ses pratiques et réaliser des économies d'eau s'il se réfère à une sonde placée au meilleur emplacement par rapport aux goutteurs et en profondeur. Par exemple, on n'a constaté que la fréquence d'irrigation qui peut être adoptée peut atteindre 4 jours au lieu de 2 jours. L'irrigation peut être déclenchée après avoir eu des valeurs tensiométrique entre 30 – 60 centibars pour les sondes installées à une profondeur de 40 cm et à une distance de 12 et 25 cm respectivement du goutteur et du plant.

L'examen des niveaux de rendements obtenus montre que les rendements réalisés sur les parcelles irrigués à 100% ETM et selon la pratique d'irrigation de l'agriculteur (témoin) sont proches. La différence du rendement entre ces deux traitements n'est pas aussi large, avec une petite supériorité pour le traitement 100% ETM. Cela peut être expliqué par la fiabilité de l'appareillage de suivi de l'humidité du sol sur laquelle s'est basée la conduite de l'irrigation par l'agriculteur et son expérience technique acquise avec l'aide de l'équipe du projet, sur l'essai de la culture d'aubergine de la campagne dernière. Le rendement le plus faible est enregistré sur le traitement d'irrigation 50% ETM. Le traitement 75% ETM présente des rendements insatisfaisants, donc ce traitement ne pourra en aucun cas remplacer le traitement 100% ETM.

Les prix de commercialisation de la production en piment fort au marché fluctuent énormément et dépendent de l'offre. Nous remarquons que les prix des ventes varient périodiquement entre 4 à 12,5 MAD, et ce qui donne une fluctuation importante du niveau de valorisation du m³ d'eau d'irrigation.

Etant donné les bons rendements proches réalisés par les deux traitements 100% ETM et de référence, la comparaison de l'efficacité d'utilisation d'eau paraît raisonnable. La figure ci-dessous présente la productivité du mètre cube d'eau d'irrigation en fonction des deux types de traitement 100% ETM et de référence.

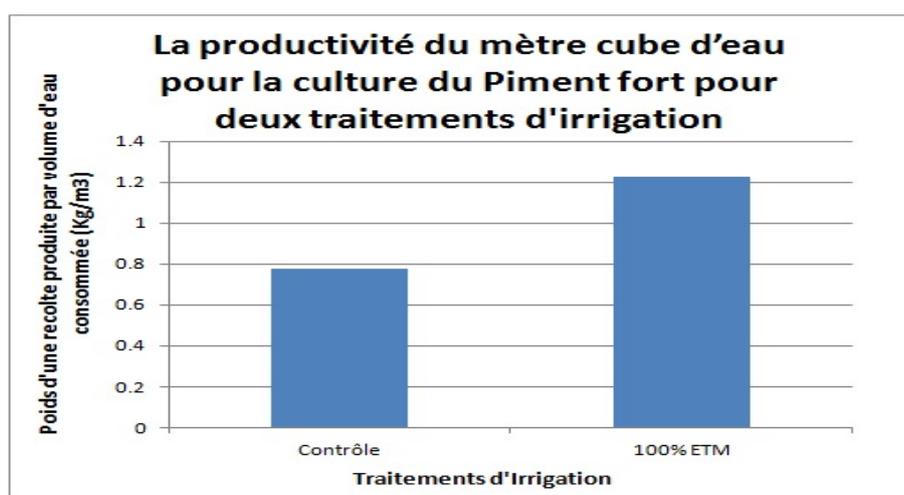


Fig n° 1 : Comparaison de la productivité du mètre cube d'eau d'irrigation en fonction des deux types de traitement (Traitement Contrôle= pratique de l'agriculteur ; Traitement basé sur le suivi de l'ETM)

D'après la figure ci-dessus, l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation paraît la plus élevée au niveau de l'irrigation avec le traitement 100% ETM. Autrement dit, pour un même rendement, la pratique utilisée par les agriculteurs à Issen consomme presque la double quantité d'eau comparativement à la méthode d'irrigation basée sur l'ETM.

L'usage de référentiel empirique pour la détermination des besoins en eau des cultures constitue la solution adéquate pour le pilotage d'une irrigation efficace et valorisante. Cependant, la pratique de cette irrigation au niveau des champs demeure problématique du fait de la non maîtrise par les agriculteurs des techniques d'arrosage elles-mêmes. L'essai de besoins en eau qui compare entre les pratiques de l'agriculteur et celles préconisées par le projet montre à quel point les essais de recherche et de démonstration sont nécessaires pour améliorer les connaissances en la matière. Les essais basés sur le suivi des besoins en eau des plantes à l'aide d'un référentiel (sonde ou climatique) menés par le projet montrent une nette amélioration de la productivité du mètre cube d'eau avoisinant les 60% par rapport aux pratiques adoptées par l'agriculture grâce à une économie d'eau de 42% et à l'augmentation du rendement de 15%.

4.2. Gouvernance des ressources en eau (annexes)

L'analyse des risques (cf. annexe 1) montre que la réussite du projet Guerdane est due un partage des risques technique, économique et financier durant la durée de la délégation de l'exploitation du projet. Nous avons vu comment le délégataire et l'autorité délégante grâce aux mécanismes mis en œuvre dans le cadre du contrat, ont pu faire face aux risques confrontés qu'ils soient économiques, climatique, financiers, etc. Chacun des risques afférents au contrat a été supporté par la partie la mieux apte à le maîtriser, en prenant en considération l'intérêt général et les caractéristiques du projet. Le projet a été confronté à deux types de contraintes : des forces majeures (inondation et déficit pluviométrique), et économique relatif à l'incapacité des agriculteurs de payer leurs redevances en raison d'une chute des cours d'exportation de leur production vers les marchés européens. Ceci à contribuer au lancement d'une réflexion sur la conversion du système de culture actuel (agrumes) en cultures maraichères considérées plus valorisantes.

Aussi, l'analyse comparative des performances des périmètres du Guerdane et de l'Issen a montré que le Guerdane enregistre des performances croissantes par rapport à l'Issen géré classiquement. En effet, tous les indicateurs (recouvrement, efficacité du réseau, volumes distribués, efficacité financière et humaine, etc.) atteignent des valeurs maximales. En d'autres termes l'expérience du PPP a permis aux usagers de disposer d'un service d'eau de qualité supérieure. Cependant, il va falloir prévoir dans les prochains modèles l'intégration d'autres services notamment ceux relatifs à l'accompagnement et le conseil technique des usagers. L'objectif de la délégation ne doit pas se limiter à l'amélioration des performances financières mais doit se préoccuper des usagers et de leurs performances.

4.3. Comparaison de la valorisation de l'eau d'irrigation

Lors de la première sous phase de la deuxième étape, des enquêtes ont été réalisées par les techniciens de l'ORMVA et de l'opérateur privé au niveau de l'Issen et du Guerdane sous la supervision des chercheurs et des cadres pour faire un état de référence et des lieux des deux zones de projets pour caractériser les systèmes de cultures et dégager les divergences et les similitudes entre elles.

Le travail a permis d'enquêter un échantillon composé de 71 exploitations dont seize auprès des femmes de l'Issen, et a fait ressortir que les deux périmètres présentent à la fois des similitudes des

divergences du fait qu'elles sont situées dans deux périmètres gérés différemment. Concernant les similitudes, les exploitations souffrent d'un manque de technicité, d'encadrement par les services techniques des opérateurs, des ressources en eau faibles et coûteuses. Les usagers du périmètre de l'Issen souffrent d'un manque de maîtrise de la technique d'irrigation, de connaissances sur les besoins en eau des cultures et des moments opportuns des arrosages, etc. Il se dégage aussi un système de cultures plus diversifié au niveau de l'Issen qui comporte des cultures maraichères, l'arboriculture et des grandes cultures, alors qu'El Guerdane est un périmètre exclusivement agrumicole. La production est souvent écoulée au niveau des marchés locaux par les usagers de l'Issen alors que ceux d'El Guerdane exportent en passant par les stations de conditionnement existantes localement.

De ce constat sur la situation préalable des exploitations des deux périmètres et pour réaliser une comparaison fiable entre les exploitations des deux zones, le projet a décidé de procéder d'abord à la remise à niveau des exploitations choisies au niveau de l'Issen et de les équiper en matériel d'irrigation localisée et de mettre à leur disposition un référentiel technique pour la conduite de leurs cultures. Pour cette raison le projet a équipé quatre parcelles de démonstration et procédé à des essais de démonstration sur la technique et a installé des expérimentations sur les besoins en eau des cultures. Ceci a permis après trois campagnes d'essais d'élaborer des référentiels que peuvent adopter les agriculteurs de l'Issen pour conduire techniquement leurs cultures et finalement améliorer leur productivité et par conséquent la valorisation de l'eau d'irrigation (cf. rapports). Ces essais donc ont permis de recommander une formule climatique pour la détermination des besoins en eau des cultures, des coefficients cultureux des cultures (K_c) que les agriculteurs pratiquent et ont finalement constitué un référentiel de base sur les niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation pour la comparaison économique entre les exploitations des deux zones.

Ainsi, on peut dire que l'introduction de la technique d'irrigation localisée a contribué positivement à l'introduction de nouvelles technologies au sein des exploitations de l'Issen qui concernent le mode d'irrigation plus économe en eau et les techniques culturales qui s'y adaptent et de nouvelles espèces végétales plus diversifiées et plus rémunératrices. Une bonne maîtrise de ces techniques a permis l'amélioration de la productivité, ce qui semble atteint par l'exploitant du site n° 3, qui d'après ses dires, la production qu'il a réalisée est meilleure par rapport à celle enregistrée en irrigation gravitaire.

Sur la base des résultats des essais (cf. rapports 1 et 2 et annexe n° 2 et 3) une étude à caractère économique a été réalisée pour déterminer à quel point ses interventions (technique d'irrigation économe en eau, techniques culturales, formation, suivi, etc.) ont pu améliorer les performances des agriculteurs de l'Issen et voir dans quelle mesure ils ont pu améliorer la valorisation du mètre cube d'eau en restant tout le temps dans un mode de gestion classique public. L'analyse économique devait permettre de répondre aux trois questions importantes: (i) quelle est la productivité économique de l'eau de la nouvelle technologie d'irrigation ? (ii) quelle est l'évaluation du coût de la nouvelle technologie de l'utilisation efficace de l'eau proposée de production ? (iii) quelle est la rentabilité de ce paquet technologique améliorée au niveau de la ferme agricole?. Sur la base de cette analyse on va pouvoir dégager l'apport du projet PPP sur les usagers et les améliorations à apporter sur le mode de gouvernance.

L'annexe 2 détaille l'approche méthodologique adoptée pour entreprendre l'analyse économique en termes d'indicateurs, d'enquête, les étapes de calcul, méthode de calcul des coûts de production. Les résultats de l'analyse des essais qui ont été comparés aux pratiques des agriculteurs, toutes les options d'irrigation proposées par le projet permettent une réduction des quantités d'eau d'irrigations utilisées par hectare. Une réduction d'environ 54%, 64% et 77% de l'eau d'irrigation est observée lors de l'application 100%, 80% et 50% d'ETM respectivement.

Par rapport à la technique d'irrigation des agriculteurs, une réduction d'environ 17%, 20% et 24% du coût variable totale est observée lors de l'application 100%, 80% et 50% d'ETM respectivement.

La productivité de l'eau la plus élevée est observée lors de l'application de l'option de 50% ETM (6,25 kg par m³), suivie par l'option de 80% ETM (5,52 kg par m³) et l'option de 100% ETM (4,65 kg par m³). La faible productivité de l'eau (2 kg par m³) est observée dans les pratiques de l'agriculteur.

Quand il s'agit à la productivité économique de l'eau, elle est plus élevée sous l'option de 80% d'ETM (3,6 DH par m³), suivie par 100% d'ETM (3,1 DH par m³). Les options d'irrigation 100% et 80% d'ETM dominent les autres options, y compris la pratique de l'agriculteur. Le bénéfice net obtenu lors de l'utilisation du 100% d'ETM est supérieur de 10% que celui obtenu lors de l'utilisation de l'option d'irrigation de 80% ETM. Lorsque l'on compare ces deux options, le taux marginal de retour (IRR), défini comme le taux de rendement par unité, est égal à 162%, ce qui signifie que pour chaque MAD payé, l'agriculteur obtiendra 1,62 dirham en retour. Si l'objectif est de maximiser le rendement net par hectare cette option doit être recommandée aux agriculteurs. Ces résultats montrent que si l'objectif est de maximiser la productivité économique de l'eau et qui est un objectif légitime vue la pénurie d'eau extrême, le paquet technologique basé sur 80% d'ETM est l'option qui doit être recommandée aux agriculteurs dans cette région. Cette technologie d'irrigation est appelée la technologie de l'irrigation déficitaire.

Cette analyse nous conduit directement à confirmer que les agriculteurs peuvent atteindre des niveaux de valorisation des ressources en eau grâce à l'adoption de technique d'irrigation et culturales valorisantes, si toutefois, les circuits commerciaux sont organisés et permettent d'écouler la production. Or, au niveau de l'Issen, les agriculteurs ne sont pas organisés et les prix sont sujets à des fluctuations très importantes du fait que les agriculteurs ne diversifient pas les spéculations en absence d'un encadrement soutenu des services étatique chargés de cet encadrement technique. Il faut rappeler que l'ORMVA a depuis longtemps abandonné toute action de vulgarisation et a limité ses interventions à la gestion des ouvrages et au suivi des opérations de recouvrements et aussi de la maintenance et de l'entretien des équipements.

Par ailleurs, dans une comparaison entre la productivité économique de l'eau d'irrigation pour les agrumes au niveau du périmètre El Guerdane et celle pour la culture d'aubergine conduite sous la technique d'irrigation proposé par le projet CRDI (100% ETM) (voir annexe). Les résultats montrent que la quantité moyenne d'eau d'irrigation utilisée par an pour les agrumes dans cette région et d'environ 8500 m³ et le bénéfice net dégagé par hectare et par an est estimé à 14175 MAD. Ces mêmes résultats montrent que la technique d'irrigation utilisée pour la culture d'aubergine et proposé dans le cadre de notre projet (100% ETM) permet une économie d'eau d'environ 2961 m³ par hectare et par an et mais en termes de profitabilité et en comparaison avec la culture d'aubergine, les agrumes permettent de dégager un bénéfice net supplémentaire d'environ 2759 dh par hectare et par an. La productivité économique de l'eau d'irrigation pour les agrumes ne dépasse pas 1 dh/m³, par contre celle obtenue pour la culture d'aubergine est estimée à 2 dh/ha. Ces résultats montrent que malgré la rareté de l'eau d'irrigation au niveau de cette région, la valorisation de cette eau reste très faible par rapport aux résultats obtenus au niveau des essais de démonstration sur les techniques d'utilisation efficiente de l'eau d'irrigation.

Il est à noter qu'au Maroc, les agrumes sont des cultures très exigeantes en eau d'irrigation et présentent des risques élevés en termes de production et de commercialisation. Par exemple, en 2012-2013, les agrumes ont vécu une campagne très perturbée et les exportations ont connus un recul de l'ordre de 21%. Les raisons de cette situation sont la faiblesse de la production causée par les aléas

climatiques, la contraction de la demande aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord et la concurrence farouche étrangère, notamment de l'Espagne et l'Egypte.

Les résultats d'enquêtes et d'investigation réalisés dans le cadre de ce projet, ont montré que la diversification des cultures au niveau du périmètre El Guerdane et l'adoption des nouvelles techniques d'irrigation basée sur les besoins réels des cultures représentent des solutions au problème de la durabilité du mode de gestion en PPP.

En effet, un changement de culture moins rentable et plus exigeante en eau (agrumes) à une culture plus valorisante et moins consommatrice d'eau (maraichage), peut être considéré comme la réponse d'un agriculteur à des signaux de prix pour s'adapter aux conditions du marché et de rareté d'eau. En effet, la grande raison pour la diversification des cultures émane des possibilités qu'il offre pour réduire les risques de prix, l'augmentation des rendements, la durabilité des ressources naturelles, maintien de l'équilibre écologique, accroître la flexibilité et soutenir la productivité et la croissance. Il crée également des opportunités pour plus d'emplois et des revenus plus élevés grâce à une utilisation plus efficace des ressources. Ainsi la diversification des cultures peut être considérée comme une stratégie d'atténuation des risques dans des circonstances imprévisibles (volatilité des prix et changement climatique).

Il va de soi que le projet a pu, grâce à son intervention, proposer des référentiels pour améliorer les performances de la gestion d'eau d'irrigation chez les agriculteurs d'Issen mais le problème qui demeure est celui de la **gouvernance globale de la distribution de l'eau** à l'échelle de ce périmètre et qui est peu efficiente. Il faut rappeler que l'efficacité du réseau public atteint à peine 50% alors qu'elle atteint 98% pour le périmètre privé (voir tableau en annexe). Aussi, on a remarqué que les usagers au niveau de l'Issen surexploitent la nappe en raison des arrêts du réseau de distribution ou du manque d'eau d'irrigation au niveau du barrage. Alors qu'au niveau du Guerdane les usagers utilisent à peine 45% de leur besoins à partir de la nappe. Ceci permet de sauvegarder qualitativement et quantitativement les ressources en eau souterraines de la zone du Guerdane.

Concernant les aspects qualitatifs, les relations des agriculteurs vis-à-vis de l'opérateur se distinguent nettement selon le mode de gouvernance. En effet, les enquêtes menées dans le cadre de ce projet, ont montré que les agriculteurs d'El Guerdane sont plus satisfaits du service assuré par l'opérateur privé et semblent pour le moment apprécier sa qualité contrairement aux usagers d'Issen gérés en mode public.

La problématique de la tarification de l'eau au niveau des périmètres irrigués au Maroc se pose avec acuité car les prix appliqués ne permettent pas de couvrir le coût réel de l'eau d'irrigation. Il y a lieu de rappeler que les seules recettes au niveau des périmètres irrigués proviennent de la vente d'eau. Ces recettes sont déployées pour couvrir toutes les charges d'investissement et d'exploitation des ORMVA qu'elles relèvent du service de l'eau ou du développement (vulgarisation, conseil, production végétale, etc.). L'Etat actuellement continue de subventionner les ORMVA surtout pour la maintenance et l'entretien des réseaux d'irrigation.

L'engagement de l'Etat dans ce processus de Délégation du service de l'eau est une première étape d'une stratégie visant la filialisation de l'eau d'irrigation qui permettrait de créer des entités qui se consacrent exclusivement à la gestion de l'eau d'irrigation en appliquant des tarifs permettant de couvrir toutes les charges d'exploitation.

L'application actuelement d'un tel tarif qui est beaucoup plus élevé que celui appliqué dans tous les périmètres du Maroc nécessite une réelle capacité des agriculteurs de payer leur

redevance. Ces derniers devraient être en mesure de choisir les spéculations qui permettent la meilleure valorisation du mètre cube d'eau. L'expérience du Guerdane a montré que cette capacité constitue un risque majeur auquel est confronté le projet dans sa réussite. En effet, on a constaté que la durabilité du projet était basée sur des simulations financières intégrant la culture des agrumes comme culture pouvant permettre la meilleure valorisation de l'eau d'irrigation et des recettes pouvant payer les charges de l'eau d'irrigation. Or, il a suffi de deux années de crise qu'a connue le marché mondiale et causent la chute des exports vers l'Europe pour que les agriculteurs se retrouvent incapables de payer leurs redevances d'eau et même de résilier leurs contrats pour certains avec la société (33 en 2014-2015).

Pour solutionner ce genre de problèmes les usagers ont lancé une réflexion pour la conversion de leurs systèmes de production en cultures maraichères. C'est pour apporter une contribution à cette réflexion que le projet a mené une étude comparative entre deux cultures (agrumes et aubergine). Ceci a permis de confirmer que la fluctuation de prix des agrumes constitue un risque énorme pour les usagers et pour le projet. Il faut rappeler qu'au cours des trois dernières années les prix de commercialisation des agrumes ont varié de 0.60 à 1.60 MAD le kilo, alors que les cultures maraichères ne connaissent pas une telle fluctuation.

4.3. Formation et développement des capacités, des cadres, des techniciens et des agriculteurs et agricultrices de la zone du projet en matière d'irrigation, en général, et l'irrigation localisée, en particulier.

Les activités de formation (cf. rapports d'étapes) menées dans le cadre du projet ont tenu compte de l'aspect genre dans les processus de formation et d'évaluation des impacts des activités du projet sur la population rurale ciblée.

Ainsi, six formations ont été organisées à Agadir au cours des phases du projet au profit de groupes d'agriculteurs et agricultrices. Cinq sessions ont eu pour objet les techniques d'irrigation localisée et des conditions optimales pour sa maîtrise, les méthodes de maintenance et d'entretien des équipements. Le nombre total des participants (agriculteurs, agricultrice, techniciens, cadre, etc.) avait atteint au total une cinquantaine. L'objectif était de familiariser les groupes avec cette technique et les techniques culturales qui s'y adaptent et les méthodes d'essais.

Les agricultrices de l'Issen ont bénéficié de ces formations qui avaient pour objectif de donner aux groupes de femmes l'occasion d'échanger leurs expériences et leurs doléances. En même temps, c'était une occasion pour les animatrices de réaliser une enquête auprès du groupe pour définir leurs rôles au sein de l'exploitation, les tâches qu'elles remplissent, le degré de leur implication dans les tâches d'irrigation, leurs projets pour l'avenir et les obstacles qui freinent leurs projets.

Une session avait été organisée au mois d'octobre a été organisée pour l'évaluation de l'opportunité des actions du projet et si les résultats acquis jusqu'à la dernière phase du projet ont été probante. A cette session ont participé des responsables de l'ORMVA, d'Amensouss, du Ministère, de l'INRA, l'équipe du projet et des agriculteurs concernés par le projet du Guerdane et de l'Issen. Les débats qui étaient très fluctuants ont permis de faire le point surtout sur les grands besoins d'encadrement des agriculteurs que ça soit au niveau du Guerdane ou de l'Issen. La femme demeure très marginalisée dans les deux zones et est rarement associée aux activités de l'exploitation sauf au cas d'absence d'hommes. Dans ce contexte, elle est responsabilisée et peut disposer d'une certaine liberté de manœuvre. Mais on constate que la femme est destinée aux activités liées à l'élevage caprin, ovin, etc.

Par ailleurs, parmi les actions réalisées l'organiser de trois ateliers qui ont permis d'élaborer trois manuels qui ont été finalisés et édités. Le premier est intitulé « Procédurier pour l'établissement du partenariat PPP pour le cofinancement, la conception, la construction et l'exploitation d'un système d'irrigation », et le second comporte le contrat et le cahier des charges type de délégation du service de l'eau et ses différentes annexes. Le troisième en arabe est un dépliant de vulgarisation destiné aux agriculteurs sur les bases de l'irrigation localisée et les composantes minimales d'un projet d'irrigation.

Ainsi, nous avons pu établir un reporting spécial projet Guerdane (cf. extraits) qui rappelle les objectifs du projet, sa genèse, et les résultats d'exploitation atteints à nos jours. En parallèle nous avons établi une note synthétique (cf. annexe. n° 1) analysant les risques (naturels, demande d'eau, environnementaux, commerciaux, forces majeures, etc.) auxquels le projet a été confronté et nous avons entaillé l'analyse par des exemples concrets.

Une importance capitale a été donnée aux aspects de formation des agriculteurs et des agricultrices dans le cadre des projets. Tous les moyens ont été mis en œuvre pour rendre accessible les messages que le projet a produit et devait disséminer au sein des agriculteurs des deux périmètres. Le projet a pu poser les bases d'un système de conseil de référence en matière besoins en eau, et de démonstration sur la technique d'irrigation localisée et les techniques culturales qui s'y adaptent. Les sites d'essais continuent d'être opérationnels et constituent un noyau d'observatoire pour l'ORMVA et l'INRA.

Il a en outre pu améliorer les capacités de certains nombres d'agriculteurs et agricultrices et techniciens dans les domaines de l'irrigation et du PPP grâce aux brochures et documents mis à leur disposition.

La volonté des agriculteurs d'apprendre et de se perfectionner n'est pas à démontrer seulement il se pose le problème qui doit se charger du conseil et de l'accompagnement. L'office du Conseil créé par le Ministère est en cours de structuration et de définition de ses prérogatives. Mais l'idée serait à ce qu'au niveau des périmètres en PPP, le Délégué prend en charge cet aspect.

4.4. Suivi de la qualité des eaux et des sols de la zone du projet pour dégager les impacts environnementaux (cf. extraits)

A propos du suivi de la qualité des eaux et de sols, des prélèvements ont été effectués par les équipes du laboratoire d'analyses de l'INRA et des doctorants. Ils ont permis de caractériser l'évolution de la qualité des eaux des sols les premières. Les résultats détaillés ont fait l'objet de notes et de mémoires des étudiants. Ce travail a permis d'éditer deux atlas sur l'évolution de la qualité des eaux et des sols de la zone d'El Guerdane et de l'Issen (cf. extraits).

Ce suivi a permis de caractériser les sols des deux périmètres en termes de texture, stabilité structurale, salinité selon les secteurs, chimie (N, P, K, MO, pH, salinité, etc.), et physico-chimie des (turbidité, piézométrie, nitrates).

Ainsi, on constate que les sols d'El Guerdane se caractérisent par une salinité plus élevée à l'Est qu'à l'Ouest. Toutefois, cette salinité ne dépasse pas 2mS/cm ce qui permet de classer les sols d'El Guerdane comme des sols non salins. Quant au périmètre de l'Issen, la salinité a tendance à augmenter dans la partie Est et Ouest respectivement des rives droite et gauche du périmètre. Concernant la richesse en matière organique on constate que les deux périmètres sont pauvres en la matière. Le rapport C/N élevé indique une activité biologique réduite et donc une décomposition lente de la matière organique.

En ce qui concerne la qualité des eaux des deux périmètres. Les eaux de l'Issen (77%) ont une salinité modérée, alors que celles d'El Guerdane sont non à légèrement salines. Le niveau piézométrique dans l'Issen varie de 8 à 350 m avec une moyenne de 90 m. Celui d'El Guerdane varie de 90 à 260 mm avec une moyenne de 203 m. Les deux nappes sont surexploitées bien que les deux périmètres bénéficient d'apport d'eau superficielle de barrages (Aoulouz, Abdelmoumen). En termes de pollution en nitrates les eaux d'El Guerdane restent de bonne qualité et leur teneur ne dépassent pas la norme de 50 ppm, alors que 79% des eaux de l'Issen présentent un risque de nitrates.

A l'issue de ces analyses on a constaté essentiellement que les usagers surtout d'El Guerdane exploitent une nappe très profonde et qu'au niveau de certaines zones la surexploitation est allée très en profondeur. En effet, on relève grâce au projet de PPP et disposant de la nouvelle ressource, les agriculteurs ont eu recours à l'extension de la superficie exploitée et au développement d'autres cultures qu'ils considèrent plus valorisantes que les agrumes dont la filière connaît une crise structurelle.

De ce constat, il ressort que la délégation d'un service de l'eau ne doit pas se limiter à la mise en place d'un dispositif commercial et contractuel de distribution d'eau d'irrigation, il va falloir plutôt instaurer un système de surveillance (police des eaux) et de suivi permettant la préservation de la nappe comme le préconise la réglementation en vigueur (loi sur l'eau).

L'atlas établi peut constituer pour le délégataire, l'ORMVA et l'ABH une situation de référence qui peut être constamment mise à jour grâce aux systèmes de surveillance dont disposent actuellement ces administrations. Il faut rappeler aussi, que le travail est actuellement poursuivi par les doctorants de l'IAV Hassan II et de l'INRA dans la cadre des programmes de recherche des différentes UFR.

Cet aspect environnemental a été particulièrement développé grâce à l'association d'autres institutions d'enseignement et de recherche. Les recherches menées dans le cadre de thèses ont permis de cadrer la problématique environnementale de la zone grâce à l'établissement de deux Atlas. En effet, il se dégage essentiellement que l'avènement du projet PPP au niveau d'El Guerdane a permis aux agriculteurs de disposer d'une nouvelle ressources en eau moins couteuse que celle de pompage et d'étendre leurs emblavement à d'autres parcelles et d'introduire d'autres cultures. Ceci évidemment a eu pour effet un engouement dans certains zones vers le surpompage pour satisfaire les besoins complémentaires de ces cultures nouvellement introduites. La mise en place d'un système de suivi de l'environnement est d'actualité. Il peut être géré par l'ORMVA et Amensouss. L'INRA pourrait continuer ses recherches sur modalités de création.

5. Synthèse des résultats obtenus au regard des incidences attendues du programme ASA

Au cours de ses phases le projet a pu continuer ses activités programmées qui ont pour but essentiellement de permettre l'amélioration des conditions de vie et du revenu des agriculteurs de la zone du projet. Les axes d'intervention du projet ont concerné les aspects suivants

- (i) Le renforcement du travail collégiale du groupe de chercheurs, de cadres et de techniciens associés dans le cadre du projet et représentant le Ministère, l'INRA, l'ORMVA du Souss Massa et l'opérateur privé. Ainsi, chacune des institutions a pu contribuer dans le travail d'investigation en accordant les moyens logistiques requis pour le déplacement des chercheurs sur les lieux du travail, l'accès aux laboratoires et aux zones d'investigation. Il faut rappeler que le Ministère et l'INRA (centrale et régionale) ont mis à la disposition du projet les véhicules pour le déplacement des équipes du projet (techniciens, chercheurs, étudiants) de Rabat vers Agadir. Par ailleurs, l'ORMVA par le biais de son Association des Œuvres sociales ses moyens (bus, locaux, salle de conférence, etc.) pour l'organisation à Agadir de toutes les sessions de

formation. Le recours aux services de l'Association était nécessaire étant donné que les procédures administratives de l'INRA ne permettaient pas le paiement des engagements avant la réalisation des prestations. En effet, l'Association organisait les formations et prenait en charge toutes les dépenses (transport, nuitées, restauration, pause-café, encadrement, etc.), ce qui permettait à l'INRA de justifier les dépenses. Par ailleurs, lors des enquêtes de terrain, l'ORMVA et Amansouss avaient entrepris toutes les démarches pour contacter les agriculteurs, choisir les échantillons d'usagers représentatifs à enquêter et avaient désigné les techniciens enquêteurs qui ont réalisé les enquêtes et accompagner aussi nos chercheurs et les étudiants lors des visites du terrain et de la réalisation des campagnes de mesures et de prises d'échantillons des eaux et des sols à analyser. Aussi, grâce aux facilités et aux moyens mis en œuvre par le projet et l'encadrement assuré par les enseignants d'universités et de l'IAV Hassan II d'Agadir et Rabat, un groupe d'étudiants a été constitué pour suivre les travaux et les essais menés dans la cadre de la préparation de leurs mémoires de fin d'études et thèses de doctorat. Ces étudiants ont pu présenter les premiers résultats obtenus dans le cadre de séminaires organisés à l'échelle nationale et internationale.

- (ii) Grâce donc aux activités de démonstration, formation, d'accompagnement rapproché et d'intégration des agriculteurs ciblés dans les activités du projet, nous avons pu les sensibiliser aux objectifs du projet notamment en ce qui concerne l'appropriation des technologies démontrées. Les essais de démonstration et les formations et les visites répétées aux sites d'essais et de démonstrations ont permis aux agriculteurs et agricultrices de bénéficier de programmes de formations et d'informations qui lors des enquêtes préliminaires réalisées au cours de la première sous phase de l'étape première du projet faisaient un grand défaut. En effet, lors de ces enquêtes presque la totalité des agriculteurs questionnés ont affirmé n'avoir jamais bénéficié de sessions de formation surtout sur la thématique du projet à savoir les techniques d'irrigation économes en eau, avertissement et pilotage des irrigations, etc. Vu ce manque, le projet avait estimé qu'il était plus opportun de constituer un groupe d'agricultrices et d'agriculteurs d'une trentaine de personnes et de les soumettre à un programme modulé de formation sur différentes thématiques relatives à la technique d'irrigation localisée (données de base, entretien du matériel, techniques culturales adaptées, etc.). Par ailleurs, le groupe d'agricultrices qui ont estimé que vu qu'une telle occasion de bénéficier d'une telle action pourrait ne jamais se reproduire, avaient sollicité le projet d'organiser une visite sur une thématique toute différente qui concerne l'élevage ovin et caprin. Et considérant que cet aspect pourrait contribuer à l'épanouissement de la femme rural de la zone et lui permettrait d'accéder à des techniques, considérées comme marginales et qui normalement lui sont confiées au sein de l'exploitation, et donc à des ressources pouvant lui assurer une certaine indépendance.
- (iii) Nouveaux systèmes de production et nouvelles technologies et pratiques agricoles : vu la problématique de rareté des ressources en eau (superficielles et souterraines) dans la zone qui poussait les agriculteurs de la zone à puiser dans les eaux de nappe et le surexploiter, le projet avait défini comme objectif principal le développement à l'échelle de la zone du projet des techniques d'irrigation économes en eau. L'objectif principal du projet était d'introduire la technique d'irrigation localisée et les techniques culturales qui s'y adaptent, en recourant à des essais de démonstrations in situ chez les agriculteurs les obligeant ainsi à la pratiquer et la maîtriser. Ainsi, nous avons donc réaliser quatre essais au niveau du périmètre de l'Issen ou cette technique ne s'est pas encore développer. Les essais ont permis donc aux usagers de s'approprier cette phase et même de créer au sein d'eux un certain besoin du savoir-faire en matière de détermination des méthodes adéquates pour définir les volumes optimaux d'irrigation d'une culture par le biais de la connaissance des Kc qui servent d'outil de pilotage des irrigations. Les usagers ont pris connaissance que les volumes d'irrigation pouvaient être

réduits de 20 % des volumes d'arrosage sans pour autant que les productions soient affectées, qui permet des économies d'eau importantes au niveau de l'exploitation et du périmètre irrigué. Ils ont aussi pris conscience que ces volumes économisés permettent de baisser les charges de production et donc une meilleure valorisation des ressources en eau.

Il y a lieu de signaler que le projet avait concentré ses travaux sur le développement de cette technologie au niveau de la zone de l'Issen parce qu'il avait estimé qu'au niveau de la zone du Guerdane cette technologie était suffisamment développer et maîtriser du fait que les usagers par obligation devaient s'équiper en irrigation localisée. Cependant, le suivi de certaines exploitations au niveau du Guerdane nous a permis de déceler beaucoup d'insuffisances en connaissances techniques et même en qualité de matériel et de techniques culturelles adoptées. Pour cette raison l'équipe du projet avait estimé qu'il était opportun de procéder à l'installation de deux essais de démonstration au niveau du Guerdane au cours de la dernière phase du projet et avait demandé l'extension de la durée du projet.

Le projet dans sa quête d'outils pouvant aider les usagers à un meilleur usage des ressources en eau et par conséquent une valorisation accrue du mètre d'eau, a mené une étude visant l'identification d'une formule empirique pour le calcul des besoins en eaux des cultures. La méthodologie a consisté en la comparaison de 4 formules empiriques pour identifier celle qui peut approcher les besoins en eau des cultures au niveau de la région et servir d'outil pour l'avertissement à l'irrigation en plus de l'outil Kc. Cette analyse a permis de confirmer que la Formule de Blannay-Criddle demeure la plus simple vu qu'elle approche les besoins en eau et ne demande pas des données climatiques très complexes.

- (iv) Comme développer ci-haut l'objectif du développement des techniques d'irrigation économes en eau (irrigation localisée) est la préservation des ressources en eau souterraines de la zone du projet. En effet, celle-ci du fait de périodes de sécheresses que connaît la zone du Souss depuis le début des années quatre-vingts et le recours sans précédent à une surexploitation de la nappe entraînant sa baisse annuelle de 2 m, il fallait donc pour préserver les investissements réalisés par les agriculteurs, les pousser à adopter cette technologie.

Par ailleurs, comme le gouvernement marocain a adopté dans ses programmes de développement du secteur irrigué le recours au partenariat public privé pour une meilleure gouvernance de ses équipements hydro-agricoles, nous avons procédé à une comparaison de ce mode au mode classique pour dégager ses avantages. Il ressort de nos conclusions que même si nos actions de mise à niveau des exploitations au niveau de l'Issen en les dotant des moyens pour améliorer leur productivité et les mettre au même niveau de performance en termes de valorisation de l'eau d'irrigation que ceux du Guerdane, nous constatons que les performances à l'échelle du périmètre demeurent à l'avantage du PPP en termes d'efficacité du réseau et du qualité de service.

- (v) En analysant le rôle de la femme dans la zone du projet nous constaté une grande marginalisation de la femme dans les tâches agricoles. Le rôle de la femme est strictement cantonné dans les tâches ménagères et d'élevage. Cependant, grâce à une équipe d'animatrices de l'ORMVA et à une agricultrice installée dans la région nous avons pu constituer un groupe de femmes après autorisation de leurs maris. Ce groupe a bénéficié des mêmes formations dispensées aux hommes et sur les mêmes thématiques en plus d'une visite au niveau d'une coopérative féminine d'élevage de caprins et de production laitière, et d'une station d'expérimentation sur l'irrigation localisée et les cultures sous serres et hors sols. Finalement, on a constaté suite aux débats qui ont eu lieu et à une enquête réalisée par les deux animatrices, que la doléance principale de ces femmes étaient de monter leurs propres projets et être

indépendantes financièrement de leurs maris et pouvoir prendre des décisions en ce qui concerne les tâches qu'elles souhaitent se voir confier. Nous avons constaté que la plus part de ses femmes souhaitent monter des projets d'élevage qu'elles savent maîtriser. Par contre, les femmes encore jeunes se disent prêtes à monter des projets agricoles comme gérer une exploitation agricole.

- (vi) L'aspect environnemental a continué de susciter l'intérêt du groupe de chercheur. Celui-ci a mis en œuvre un programme de suivi de la qualité des eaux et des sols des deux zones du projet. Les différentes investigations de prise et d'analyses d'échantillons des eaux et des sols au niveau des laboratoires de l'INRA menées essentiellement par des étudiants et des doctorants de l'IAV Hassan II de Rabat et Agadir ont permis d'établir deux Atlas de la qualité des eaux et des sols des deux zones du projet. Les deux Atlas ont été remis aux décideurs d'Amansouss et de l'ORMVA pour constituer un référentiel pour le suivi de l'évolution de sols et des eaux des deux périmètres. Il faut relever que l'opérateur Amansouss s'en est servi pour dégager les tendances actuelles des usagers vis-à-vis de l'usage de la nappe qui a une très grande influence sur la demande en eau des usagers et le respect des dispositions de leurs contrats d'abonnement.
- (vii) Lorsqu'on examine les retombées du projet sur les populations et sur les institutions locales et centrales on peut dire les populations locales surtout de l'Issan ont pu découvrir et maîtriser une nouvelle technologie qui est l'irrigation localisée avec ses techniques culturales. Aussi, le projet a pu assurer d'une certaine façon la pérennité de ses actions en installant un matériel scientifique adéquat qui permet le suivi et la mesure des paramètres climatiques qui serviront à l'estimation automatique des ET qui constituent la référence de base des besoins en eau des cultures et l'outil de pilotage des irrigations. Pour renforcer les acquis du projet nous avons mis à la disposition des agriculteurs un dépliant en langue arabe et remis des notes simples sur la technique. Au sein de cet échantillon d'exploitation de l'Issen, nous avons permis à l'ORMVA et l'INRA régional une sorte d'observatoire régional pour le suivi des performances des agriculteurs et en même temps pour que les chercheurs de l'IAV Hassan et de l'INRA puissent mener à bien leurs recherches.

Par ailleurs, grâce aux sessions de formation qui ont été organisées par le projet et animées par des cadres de l'ORMVA et l'équipe centrale nous avons pu constituer un groupe homogène de femmes agricultrices qui, se sont proposées pour constituer une association féminine pour le développement des activités agricoles féminines. Ces femmes n'ont pas cessé de solliciter l'appui du projet à ce propos.

Grâce aux actions du projet, le Ministère et l'opérateur privé ont pu renforcer leur rôle d'autorité déléguée assurant le suivi et le contrôle de l'exploitation du projet. Ce contrôle qui concernait uniquement l'opérateur a maintenant les moyens de suivre certains agriculteurs qui ont montré une certaine réceptivité vis-à-vis du projet et ses objectifs et ont permis aux étudiants et chercheurs d'accéder à leurs exploitations et répondre à leur questionnement. Un noyau d'exploitation a été constitué et permettra dans l'avenir d'élucider certaines problématiques dont fait face le projet de Délégation. D'un point de vue environnemental, le projet a mis à la disposition de l'ORMVA et de l'opérateur privé un outil assez détaillé pour le suivi de la qualité des eaux et des sols des deux zones du projet à savoir l'Issen et d'El Guerdane. L'opérateur grâce aux moyens dont il dispose, étudie la possibilité d'intégrer ce travail dans ses applications de suivi de l'environnement.

Enfin, le projet a pu élaborer un site Web qui comporte toutes les informations sur le projet depuis son démarrage jusqu'à la fin. Ce site a été logé dans le site de l'INRA, ainsi, il pourra être consulté aussi largement que possible.

6. Problèmes et défis

Si on examine le déroulement du projet au cours de toutes ses phases, on peut dire que rarement nous étions confrontés à des obstacles qui pouvaient altérer la réalisation des activités. Mais si on essaye de classer les problèmes rencontrés qu'on peut qualifier de minimes car tout projet qui a pour ambitions de fédérer les moyens humains et matériel de plusieurs institutions est supposé devoir faire face à ses contraintes.

- **Les moyens humains** : le fait que l'équipe de recherche du projet était composée de chercheurs, de techniciens et responsables représentant trois institutions différentes, l'équipe responsable devait faire beaucoup d'efforts pour l'organisation de missions groupées et pour disposer de véhicules pour les déplacements car souvent les responsabilités et les activités de chacun exigeaient un effort de coordination et souvent on recourait à des reports de missions.
- **Les moyens matériels** : ce problème concernait surtout les moyens de transport soient les véhicules pour le déplacement des équipes de recherche de Rabat vers Agadir et au sein de la zone du projet. Il faut rappeler que le gouvernement marocain (INRA, DIAEA, ORMVA) a pris en charge le transport de toutes les missions des équipes du projet. Aussi, le transport des groupes d'agriculteurs pour leur participation aux sessions de formation, le projet devait organiser les sessions pendant les fins semaines.
- **La gestion administrative du projet** : cet aspect est relatif à la gestion du budget qui devait respecter les dispositions de gestion et contrôle de l'INRA. Le problème se posait surtout pour l'organisation d'ateliers ou de sessions de formations. Il faut signaler que tous nos ateliers et formations n'ont pu être organisés que grâce à la coopération de l'Association des Œuvres sociales de l'ORMVA qui prenait en charge l'organisation de chaque manifestation (nuitées, transport, restauration, pause-café, etc.). Le paiement de ces manifestations ne se faisait par l'INRA qu'après justification de chaque dépense. Ceci constituait un inconvénient majeur qui souvent retardait l'organisation et ne le permettait que si cette association disposait de moyens financiers pouvant permettre la dépense.
- **La thématique du projet** : Au cours de la réalisation du projet, la thématique du projet s'est vue contrainte de modifier certains de ses objectifs. Il faut rappeler que le projet avait au début pour but d'installer des essais de démonstration comparatifs sur la technique d'irrigation localisée entre les deux zones du projet (Guerdane et Issen), mais au fur et à mesure de l'avancement du projet, nous avons été contraints de nous contenter d'équiper quatre parcelles au niveau de l'Issen car au niveau d'El Guerdane toutes les exploitations étaient équipées en irrigation localisée par obligation du contrat d'abonnement au projet PPP. Toutefois, après des enquêtes et des rencontres avec les agriculteurs, le projet avait pu constater que la maîtrise de la technique d'irrigation localisée par les usagers du périmètre d'El Guerdane connaissait des problèmes et même les cultures pratiquées devaient être revues car le niveau de valorisation par rapport au coût des charges surtout de l'eau d'irrigation distribuée par l'opérateur connaissait une chute vertigineuse du fait de la chute des cours de la production au niveau national et à l'export. Ceci nous a contraints à penser à installer des essais de démonstration sur la technique et sur l'introduction de cultures maraichères même sous strate arboricole agrumicole chez deux agriculteurs. Pour cela le projet avait sollicité une période d'extension du projet pour installer ces essais.

- Le projet a donc démontré la pertinence de ses actions soit de démonstration, de formation de recherche, etc., mais il y a lieu d'examiner la possibilité d'instaurer une gestion financière beaucoup plus souple qui permettrait de réaliser des actions sans retards. Il faut rappeler que le projet devait disposer d'un véhicule acquis par les moyens propres du projet, or vu les restrictions auxquelles sont soumis ce genre d'achat par l'administration marocaine, l'équipe avait souhaité que l'acquisition soit faite par le CRDI ce qui aurait facilité la réalisation de nombreuses actions du projet.

7. Recommandations

Comme indiqué auparavant, toute recommandation qui peut être faite au CRDI concerne la gestion financière du projet. Il est clair que le CRDI quand il a recours à la domiciliation du budget au niveau du comptable d'une institution ayant des procédures bien définies et normalisées, le centre vise la gestion des fonds d'une manière claire et transparente et pouvant être facilement auditée. Cependant, ces procédures peuvent être lourdes et avoir des conséquences contraignantes pouvant affecter l'efficacité des actions entreprises.

En effet, lorsque la procédure d'engagement des fonds et de visa des programmes d'emploi des fonds tardent, il faut peut-être envisager que le centre puisse réserver une partie des fonds, dont le montant peut être fixé et déterminé en concertation avec l'agence d'exécution ou l'équipe de recherche, qu'il peut gérer lui-même. Ces fonds constitueront un fonds de roulement qui financera des activités urgentes et nécessitant le paiement direct. Il faut rappeler que le Budget d'une institution comme l'INRA est soumis à une réglementation très rigoureuse et nécessite pour chaque exercice l'établissement d'un programme d'emploi qui doit être soumis au visa du contrôleur des finances souvent au mois de janvier de l'année. Ce visa n'est obtenu souvent qu'au mois de mars, c'est-à-dire après une attente de 3 ou 4 mois.

Par ailleurs, bien que la procédure actuelle du CRDI dans le suivi et le contrôle des projets vise à responsabiliser les agences d'exécution et leur donner une certaine souplesse dans la prise de décision, il y a lieu aussi que le CRDI renforce son rôle dans le projet en se constituant comme relai avec d'autres organismes internationaux surtout canadiens pour la recherche de compétences internationales dans les thématiques traitées par le projet et faciliter la dissémination des résultats du projet. Une telle action permettrait le développement de nouvelles approches et méthodes que les équipes de projet ne peuvent découvrir en restant cloîtré au niveau de la zone d'autant plus notre projet ne traitait une thématique nouvelle qui peut susciter l'intérêt de nombreux intervenants et de chercheurs.

ANNEXES