Prix Nobel de la Paix 2015

République Tunisienne

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Projet d'Evaluation des Besoins Technologiques

Rapport d'analyse des barrières et de détermination du cadre favorable pour le déploiement des technologies d'adaptation au changement climatique des secteurs de l'eau, de l'agriculture et des zones côtières et marines

Version définitive
Novembre 2016

Dr Raoudha Gafrej

Expert Adaptation

Avertissement

Cette publication est un produit du projet "Evaluation des Besoins en Technologies", financé par le Fonds pour l´Environnement Mondial (en anglais Global Environment Facility, GEF) et mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour l´Environnement (UNEP) et le centre UNEP DTU Partnership (UDP) en collaboration avec le centre régional ENDA Energie (Environnement et Développement du Tiers Monde - Energie). Les points de vue et opinions exprimés dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues du UNEP DTU Partnership, UNEP ou ENDA. Nous regrettons toute erreur ou omission que nous pouvons avoir commise de façon involontaire. Cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur de droits d'auteur, à condition que la source soit mentionnée. Cette publication ne peut être vendue ou utilisée pour aucun autre but commercial sans la permission écrite préalable du UNEP DTU Partnership.

Remerciements

Le présent rapport de la phase II du projet EBT est le fruit de la collaboration et du soutien de hauts cadres de la SONEDE, CITET, IRESA, ONAS, DGEDA, APAL, STEG, AnGed, plusieurs départements ministériels, administrations et agences publiques, ainsi que de plusieurs hauts responsables et cadres de ces différents organismes.

Nous tenons à leur présenter nos vifs remerciements et gratitude pour leur appui et encouragement, ainsi que pour les documents, informations et orientations qu'ils ont bien voulu nous fournir.

Nous remercions également nos collègues de l'ONG ENDA Energie de Dakar (Sénégal) pour leur soutien et leur accompagnement tout au long de cette phase.

Dr Raoudha Gafrej
Expert national adaptation

Abréviations et acronymes

ANGED : Agence Nationale pour la Gestion des Déchets

ANPE : Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement

APAL : Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral

APIA : Agence de Promotion des Investissements Agricoles

ARP : Assemblée des Représentants du Peuple

AVFA : Agence pour la Vulgarisation et la Formation Agricoles

CC : Changement Climatique

CERTE : entre de recherches et des Technologies des Eaux à Borj Cédria (CERTE

CES : Conservation de l'Eau et du Sol

CITET : Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique

CNCT : Centre national de la cartographie et de la télédétection

CONNECT : Confédération des entreprises citoyennes de Tunisie

COP : Conférence des parties

CTAMA : Caisse Tunisienne d'Assurances Mutuelles Agricoles

CRDA : Commissariat Régionaux de Développement Agricole

DGACTA : Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles

DGEDA : Direction générale des études et de développement agricole

DGDD : Direction Générale du Développement Durable

DGEQV : Direction Générale de l'Environnement et la Qualité de la Vie

DGF : Direction générale des Forêts

DG/FIOP : Direction générale du financement, des

INGC : Institut national des grandes cultures

INM : Institut National de la Météorologie

INRAT : Institut National de la recherche Agronomique de Tunisie

INRGREF : Institut National de la Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts

INS : Institut National de la Statistique

IRESA : Institut de la recherche et de l'enseignement supérieur agricole

MARHP Ministère de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche

MDT : Millions de Dinars Tunisiens

MEDD : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Mm3 : Million de m3

MTO : Ministère du Tourisme

MTR : Ministère du transport

MSP : Ministère de la Santé Publique

NT : Norme Tunisienne

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques

ONAS : Office National de l'Assainissement

ONG : Organisations Non Gouvernementales

OTEDD : Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable

PIB : Produit Intérieur Brut

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

REDD: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation

SAE : Systèmes d'Alimentation en Eau Potable

SAP : Système d'alerte précoce

SECADENORD : Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord

SIAD : système d'information et d'aide à la décision

investissements et des organismes professionnels

DG/GREE : Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux

DHMPE : Direction de l'hygiène des Milieux et de la protection de l'environnement

DGPA : Direction Générale de la Production Agricole (Ministère de l'Agriculture)

DG/PCQPA : Direction Générale de la Protection et du Contrôle de la Qualité des Produits Agricoles

DG/RE : Direction Générale des Ressources en Eau (Ministère de l'Agriculture)

EBT : Evaluation des besoins technologiques

EE : Economie d'eau

ENDA : Environnement et développement du tiers monde

EUT : Eaux Usées Traitées

EV : Économie Verte

FAO : Food and Agriculture Organization

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

GDA : Groupement de Développement Agricole

GIZ: Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agence de Coopération internationale Allemande)

SIDD : Système d'Information sur le Développement Durable

SIG : Systèmes d'Information Géographiques

SYNEAU Système d'information sur l'eau

SNCC : Stratégie Nationale sur le Changement Climatique

SNE : Stratégie nationale d'économie verte

SNDD : Stratégie Nationale pour le Développement Durable

SONEDE : Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux

STEP : Station d'Épuration

STEG : Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz

TNA : Technogy needs assessment

UE : Union Européenne

UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change

UTAP : Union Tunisienne de l'Agriculture et de la pêche

UTICA : Union tunisienne de l'industrie, du commerce et de l'artisanat

VA : Valeur Ajoutée

Liste des figures

Figure 1. Influence du gouvernement selon les types des technologies 10

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des barrières relatives au réseau d'eau potable intelligent..... 24
Tableau 2. Liste des mesures pour lever les barrières du réseau d'eau potable intelligent..... 26
Tableau 3. Liste des barrières du système d'alerte précoce..... 30
Tableau 4. Liste des mesures pour lever les barrières pour le système d'alerte précoce 32

Table des matières

Avertissement **1**
Remerciements **2**
Abréviations et acronymes **3**
Liste des figures **5**
Liste des tableaux **5**
Résumé exécutif **8**
I. Le secteur de l'Agriculture **12**
1.1 Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies 12
1.2 Analyse des barrières et les mesures favorables de l'agriculture de conservation 12
1.2.1 Description générale de l'agriculture de conservation 12
1.2.2. Analyse des barrières de l'agriculture de conservation 14
1.2.3. Mesures identifiées 15
Les mesures identifiées sont celles qui permettent de régler l'obstacle central pour la mise en œuvre de la technologie. Elles ont été identifiées comme indiqué dans l'annexe 4.1 15
1.3. Analyse des barrières et les mesures favorables envisageables du système de payement des services environnementaux de l'agriculture 16
1.3.1 Description générale du système de payement des services environnementaux de l'agriculture 16
1.3.2. Analyse des barrières du système de payement des services environnementaux de l'agriculture 17
1.3.3 Mesures identifiées 18
1.4. Interrelations entre les barrières identifiées 20
1.4.1. Manque de ressources financières et d'incitations 20
1.4.2. Le manque de compétences spécifiques pour la mise en œuvre 20
1.4.3. L'absence de cadre institutionnel et de gouvernance 20
1.4.4. Manque d'information et de sensibilisation 20
1.5. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur de l'agriculture 20
1.5.1. Fournir des ressources financières et des incitations 20
1.5.2. Mise en place d'un cadre institutionnel de gouvernance 21
1.5.3. Formation d'un personnel qualifié pour la mise en œuvre de la technologie 21
1.5.4. Organisation de campagnes d'information et de sensibilisation 21
II. le secteur de la gestion des ressources en eau **21**
2.1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies 21
2.2. Analyse des barrières et les mesures favorables du réseau d'eau potable intelligent 22
2.2.1. Description générale de réseau d'eau potable intelligent 22
2.2.2 Analyse des barrières du réseau d'eau potable intelligent 24
2.2.3 Mesures identifiées 25
2.3. Analyse des barrières et les mesures favorables envisageables du système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des crues 29
2.3.1. Description générale du système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des crues 29
2.3.2 Analyse des barrières du système d'alerte précoce 30
2.3.3 Mesures identifiées 31
2.4. Interrelations entre les barrières identifiées 33
2.4.1. Manque de ressources financières et d'incitations 33
4.4.2. Le manque de compétences spécifiques pour la mise en œuvre 34
2.4.3. Manque d'information et de sensibilisation 34
2.5. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur «ressources en eau » 34
2.5.1. Fournir des ressources financières et des incitations 34

2.5.2. Formation d'un personnel qualifié pour la mise en œuvre de la technologie 34
2.5.3. Mettre en place un programme national d'information et de sensibilisation 34
III. le secteur « Gestion des zones côtières et marines » 35
3.1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies 35
3.2. Analyse des barrières et les mesures favorables du système d'information et d'aide à la décision 35
3.2.1 Description générale Du système d'information et d'aide à la décision 35
3.2.2 Analyse des barrières du système d'information et d'aide à la décision 36
3.2.3 Mesures identifiées 38
Les mesures globales identifiées sont les suivantes : 38
3.3. Analyse des barrières et les mesures favorables envisageables du management du littoral ... 39
3.3.1 Description générale du Management du littoral 39
3.3.2 Analyse des barrières de Management du littoral 40
3.3.3 Mesures identifiées 41
3.4. Interrelations entre les barrières identifiées 43
3.4.1. Faibles compétences 43
3.4.2. Faible cadre institutionnel et règlementaire 43
3.5. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur «Gestion des zones côtières et marines » 43
IV. Conclusions 43
V. Références 44
VI. Annexes 45
Annexe 1. Fiches Technologiques pour les technologies retenues 46
Annexe 2. Liste des parties prenantes impliquées dans la phase II et leurs coordonnées 73
Annexe 3. Fiches de présence aux ateliers de la phase II 74
Annexe 4. Arbres à problèmes 80
Annexe 4.1 : Arbre à problème de l'agriculture de conservation 80
Annexe 4.3 : Arbre à problème du réseau d'eau potable intelligent 83
Annexe 4.4 : Arbre à problème du Système d'alerte précoce 85
Annexe 4.5 : Arbre à problème du système d'aide à la décision 86
Annexe4.6 : Arbre à problème du management du littoral 89
Annexe 5. Liste des parties prenantes pour les différentes technologies 90

Résumé exécutif

Rappel des résultats de la phase I

Le Rapport de la phase I de l'évaluation des besoins technologiques pour l'adaptation au changement climatique pour la Tunisie a été réalisé conformément aux directives de l'UNEP et UNEP DTU Partnership et du processus TNA retenu pour les pays de la phase II. Ce processus a démarré par la mise en place d'une équipe TNA qui s'est organisée pour appuyer et accompagner ce processus.

Le choix des secteurs analysés dans ce rapport s'est basé sur l'analyse des orientations stratégiques du pays pour faire face aux différents défis auxquels les secteurs économiques et les ressources naturelles font face et aussi pour répondre aux revendications sociales en terme d'emploi et d'amélioration de la qualité de vie. En effet, la fragilité de la situation socio-politique de l'après révolution conjuguée avec les impacts identifiés du changement climatique doivent être considérés simultanément pour atteindre les objectifs du développement alternatif que la Tunisie s'est fixé et qui repose tout particulièrement sur la transition vers une économie verte garante de la durabilité du développement.

Les secteurs de l'agriculture, des ressources en eau et des zones côtières et marines ont été retenus compte tenu du poids que ces secteurs représentent dans l'économie du pays et de leurs vulnérabilités au changement climatique. En effet, l'agriculture qui représente jusqu'à 12% du PIB risque des pertes en cas de sècheresse qui pourraient atteindre 22% du PIB agricole. Les ressources en eau déjà fragiles et limitées (385 m^3/hab./an) risquent une réduction de 28% face aux impacts du changement climatique. Le littoral quant à lui risque de perdre jusqu'à 116.130 ha de terres à cause de sa vulnérabilité à la submersion. Cette vulnérabilité est le résultat d'une augmentation de la température de plus de 2°C à l'horizon 2050 et une baisse de la pluviométrie de 10 à 29% ainsi qu'élévation accélérée du niveau de la mer évaluée à 100 cm à l'horizon 2100.

Ainsi et conformément aux orientations stratégiques, aux acquis du pays et compétences dans les secteurs retenus, des engagements de la Tunisie pour la réduction des gaz à effet de serre, etc., des technologies ont été identifiées pour les trois secteurs qui ont été priorisés dans le cadre de ce projet EBT en terme d'adaptation.

Pour le secteur « de l'agriculture », 7 technologies ont été identifiées à savoir : l'agriculture de conservation, la carte agricole nationale ; un mécanisme de payement des services environnementaux, l'assurance climatique pour l'agriculture, l'équipement des points d'eau d'énergie photovoltaïque, l'agriculture mixte et la valorisation des eaux usées traitées en agriculture. La priorisation en appliquant l'analyse multicritère a permis de retenir deux technologies qui sont l'agriculture de conservation et le mécanisme de payement des services environnementaux pour les forêts qui sont l'objet du présent rapport.

Pour le secteur « des ressources en eau », 7 technologies ont été identifiées à savoir : la collecte des eaux pluviales, la recharge de nappe dans le gouvernorat de Zaghouan, le système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des crues, le réseau d'eau potable intelligent, le dessalement d'eau de mer à Kerkennah, la recharge de nappe de Grombalia et la recharge de nappe de Sisseb. La priorisation en appliquant l'analyse multicritère a permis de retenir deux technologies qui sont le système d'alerte précoce pour la haute vallée de la Medjerda et le réseau d'eau potable intelligent.

Pour le secteur «zones côtières et marines », 5 technologies ont été identifiées à savoir : le management du littoral, le système d'information et d'aide à la décision, le système d'indicateurs environnemental du littoral, le réaménagement et protection du littoral contre la pollution dans les zones industrielles et la promotion des pratiques agricoles dans les zones littorales. La priorisation,

en appliquant l'analyse multicritère a permis de retenir deux technologies qui sont le management du littoral et renforcement du système d'information et d'aide à la décision (SIAD).

Processus de la phase II

Le présent rapport constitue le 2eme rapport réalisé dans le cadre du projet EBT en Tunisie relatif à la composante adaptation au changement climatique. Il rend compte du processus selon lequel a été conduite l'identification et la hiérarchisation des barrières et du cadre favorable pour la mise en œuvre des six technologies identifiées lors de la phase I du projet qui couvre trois secteurs : l'agriculture, les ressources en eau et la gestion des zones côtières et marines. Une description détaillée des six technologies retenues dans le cadre de phase I du projet est fournie en annexe 1.

Ce processus a été conduit en collaboration avec :

- Le coordinateur national du projet EBT et l'expert atténuation pour la conduite du 2ème atelier national de restitution qui s'est déroulé le 29 Mars 2016 (cf. fiche de présence en annexe 3) ;
- Le groupe adaptation dont la liste figure en annexe 2, selon trois ateliers : le 14 Avril, le 5 Mai et 18 Mai et dont la liste de présence est fournie en annexe 3.

Le rapport est structuré selon le format fourni en trois principaux chapitres chacun est relatif à l'un des secteurs ci-dessus énumérés. Dans chaque chapitre, on décrit :

- ✓ la vision et des objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies relatives au secteur considéré ;
- ✓ l'analyse des barrières et les mesures favorables de chaque technologie ;
- ✓ les interrelations entre les barrières identifiées ;
- ✓ le cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur considéré.

Nous signalons également que la technologie « Management du littoral » retenue pour les zones de RafRaf pour un montant de 6000 MDT et de Sousse pour un montant de 9000 MDT, l'APAL vient de bénéficier d'un financement pour ces deux zones et propose de retenir l'un des sites très touchés par l'érosion et la menace de submersion marine tels que Bizerte pour un montant de 10000 MDT, la zone Nabeul Hammamet pour un montant de 15000MDT ou de Djerba Aghir pour un montant de 12000MDT.

L'expert adaptation remercie tous les collègues des différentes institutions ayant contribué activement à ce processus.

Démarche commune à l'analyse des barrières des technologies

Les technologies d'adaptation au CC ont été classées selon la typologie des biens et services fournies. Dans le contexte de la Tunisie, toutes les technologies sont du type non marchands certains sont fournis par les institutions publiques d'autres du type autres biens non marchands.

De ce fait, l'influence du gouvernement est fondamentale et son rôle est direct pour la mise en œuvre des marchés publics des technologies ce qui va conditionner le changement du comportement de l'usager de la technologie. L'absence d'analyses du type couts bénéfices socio-économique laissent supposer des coûts souvent estimés plus importants que les avantages ce qui constitue un obstacle majeur.

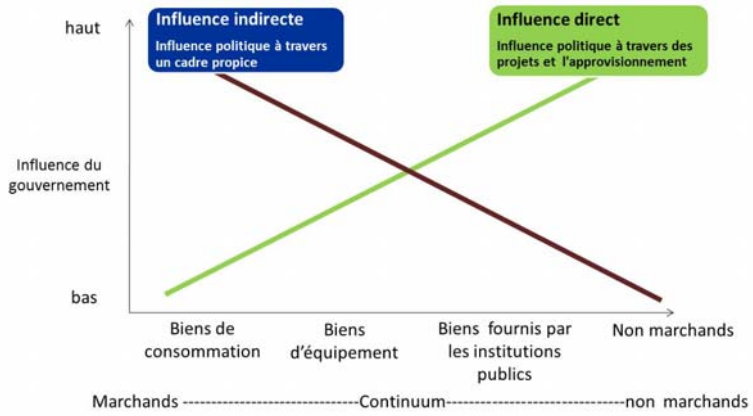


Figure 1. In Influence du gouvernement selon les types des technologies

La mise en œuvre des technologies du type non marchants sont ainsi tributaires d'une volonté politique forte pour surmonter les obstacles généraux cités ci-desus. De ce fait, la politique tarifaire, les subventions, la prise en charge des projets de démonstration ainsi que les programmes de formation sont les mesures communes et de base à la mise en œuvre de toutes les technologies.

Pour toutes les technologies, l'arbre à prblème a été choisie pour l'identification des barrières, des causes et des effets.

Résumé du présent rapport

Conformément à la méthodologie de l'analyse des barrières basée sur l'arbre à problèmes pour l'identification des causes et effets ainsi que la hiérarchisation des problèmes et en présences lors des ateliers des différentes parties prenantes, il en ressort que pour le secteur de l'agriculture, le problème central identifié pour la technologie relative à ***l'agriculture de conservation*** *est la faible adhésion des exploitants. Pour* ***le payement des services environnementaux de l'agriculture appliqué aux forêts et parcours,*** *le problème central est relatif à l'inexistence du référentiel sur les services environnementaux. Les barrières financières identifiées pour ces deux technologies relèvent d'un manque de ressources financières et d'incitations (coût élevé des équipements pour l'agriculture de conservation et pour l'élaboration du référentiel du PSEs). Les autres barrières sont relatives au manque de compétence spécifiques pour la mise en œuvre, l'absence de cadre institutionnel et de gouvernance ainsi que le manque d'information et de sensibilisation compte tenu de la fragilité des connaissances sur la valeur économique totale des forêts et des parcours ainsi que pour l'agriculture de conservation. Le cadre favorable pour surmonter les barrières citées ci-dessus comprend :*

- ✓ *La fourniture des ressources financières et des incitations comme des subventions spécifiques pour les agriculteurs afin de limiter les pertes lors de la phase de transition et pour l'acquisition du matériel spécifique à l'agriculture de conservation ;*
- ✓ *La mise en place d'un cadre institutionnel de gouvernance pour la conservation des services environnementaux des terres agricoles et des forêts et parcours ;*
- ✓ *La formation du personnel qualifié pour la mise en œuvre des technologies ;*
- ✓ *L'organisation d'une campagne d'information et de sensibilisation sur les bénéfices économiques des technologies.*

Pour le secteur des ressources en en eau et concernant la technologie relative au ***réseau d'eau potable intelligent****, deux problèmes centraux ont été retenus : il s'agit du coût du capital jugé élevé*

ainsi que la faible adhésion des usagers. Pour la technologie du ***système d'alerte précoce pour la haute vallée de la Medjerda****, le problème central est la faible performance du système hydrologique de prévision. Les barrières financières identifiées sont relatives à l'accès aux ressources financières justifié par la difficulté de saisir la rentabilité économique des technologies, plus importante pour le système intelligent d'eau potable. L'importance stratégique de ces deux technologies pour assurer la durabilité du développement dans sa globalité nécessite que ces deux technologies bénéficient au démarrage des subventions et des indemnités d'encouragement ainsi qu'une révision de la tarification de l'eau. D'autres barrières ont été identifiées comme le manque de compétences spécifiques pour la mise en œuvre compte tenu que ces technologies de pointe nécessitent de nouvelles connaissances et compétences et donc le recrutement de personnel hautement qualifié ainsi que la formation et la mise à niveau du personnel en place. Le manque d'information et de sensibilisation aux niveaux des deux axes majeurs qui sont la rareté de l'eau et la gestion de son abondance constitue également une barrière de taille. Le cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur des ressources en eau comprend :*

- ✓ *La fourniture des ressources financières et des incitations afin de permettre l'exploitation rationnelle des technologies compte tenu des difficultés d'intervention surtout pour le cas du système d'alerte précoce ;*
- ✓ *La formation du personnel qualifié et l'accompagnement par de l'expertise internationale pour faciliter la mise en œuvre des technologies ;*
- ✓ *La mettre en place d'un programme national d'information et de sensibilisation avec la création d'une plateforme d'échange d'information pour une meilleure implication de la population et des usagers de l'eau.*

Enfin au niveau du secteur « gestion des zones côtières et maritimes », deux barrières ont été retenues pour la technologie du ***système d'information et d'aide à la décision (SIAD)*** *qui sont : la faiblesse du cadre institutionnel et règlementaire ainsi que la durabilité de l'installation et du fonctionnement. Pour la 2eme technologie qui concerne* ***l'aménagement du littoral pour la zone de Rafraf et Sousse,*** *la barrière centrale est l'accès limité aux ressources financières. Les barrières identifiées et communes à ces deux technologies sont relatives à la faible compétence techniques aussi bien dans le secteur public que privé ainsi que le faible cadre institutionnel et règlementaire de l'APAL surtout au niveau de la règlementation sur l'échange et la commercialisation des données issues du SIAD et le besoin de la révision de l'Etude d'impact sur l'environnement afin de tenir compte de l'impact de l'élévation accélérée du niveau de la mer. Le cadre favorable pour surmonter ces barrières comprend :*

- ✓ *La mise en place d'un cadre règlementaire claire pour la gestion du littoral et la production et échange des données issues du SIAD et aussi « l'obligation » d'intégrer l'impact de l'élévation accélérée du niveau de la mer dans les études d'impact sur l'environnement ;*
- ✓ *Le développement du niveau des compétences du personnel des institutions publiques et privées ;*
- ✓ *La mise en place des incitation financières comme la réduction des droits de douane sur les équipements et matériaux pour les travaux sur le littoral ainsi que des subventions pour encourager le privé à investir dans les technologies de protection du littoral.*

I. Le secteur de l'Agriculture

1.1 Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies

L'agriculture occupe une place importante dans l'économie Tunisienne du fait qu'elle contribue à hauteur de 8% à 10%[1] au PIB national, emploie 17% de la main d'œuvre et participe donc à l'équilibre de la balance commerciale à travers les exportations.

Le secteur agricole est appelé à faire face à différents défis pour s'adapter à son nouvel environnement économique et naturel. En effet, la libéralisation des échanges et l'apparition d'évènements climatiques extrêmes constituent l'essentiel des changements anticipés. Dans ce nouveau contexte, le secteur aura à réaliser des taux de croissance relativement importants[2] alors que la réduction, voire la suppression du soutien à des systèmes de production peu performant affectera probablement la durabilité économique de la catégorie d'agriculture sociale puisque l'essentiel de cette agriculture est pratiqué dans des conditions naturelles des plus fragiles. La reconversion de certaines activités et la révision et l'adaptation de la carte agricole à l'impact du changement climatique constituent les mesures d'adaptation les plus urgentes à considérer. Le recours à la réduction des couts économiques et environnementaux (consommation importante d'eau, diverses dégradations et surexploitations des ressources observées (hydromorphie et salinisation des sols, érosions des terres de culture de céréales, surexploitation des zones forestières et des parcours, la baisse de la fertilité des sols, réduction des rendements des cultures, etc.) est une priorité absolue afin de protéger les services environnementaux fourni par les écosystèmes et garantir des revenus stables aux populations vulnérables dans un contexte climatique difficile. La protection des ressources naturelles est un axe majeur qui d'ailleurs a été considéré dans la cadre du dialogue national sur l'agriculture conduit par le gouvernement en Avril 2016.

La promotion et le développement de l'agriculture de conservation constitue une alternative permettant de réduire la dégradation des sols et combattre la baisse de leur fertilité, permet de stocker le carbone et limiter les engrais synthétiques. Cette alternative vient renforcer l'effort du MARHP dans son programme d'économie d'eau conduit depuis 1995.

Enfin et comme décrit dans la note d'orientation du gouvernement pour le plan de développement 2016-2020, l'économie verte a été retenue comme garant d'un développement durable. Pour cela la protection de l'environnement, des écosystèmes et des ressources naturelles est également un objectif majeur qui permettra d'atteindre les objectifs retenus pour le secteur agricole. De ce fait, la mise en place d'un système de payements des services environnementaux constitue un mécanisme de protection qui d'ailleurs a été identifié dans le cadre de la stratégie 2014-2021 des forêts.
Les principaux objectifs du transfert des technologies est de renforcer l'effort de l'Etat dans l'amélioration des pratiques agricoles et d'occupation des sols, les travaux de conservation des eaux et du sol et des services environnementaux rendus par les écosystèmes au secteur de l'agriculture.

1.2 Analyse des barrières et les mesures favorables de l'agriculture de conservation

1.2.1 Description générale de l'agriculture de conservation

L'activité agricole est une des activités qui entraînent le réchauffement climatique à travers l'émission des gaz à effet de serre. En effet la consommation de carburant, la minéralisation de la matière organique entraînent l'émission du CO_2. De plus, les grandes cultures sont les premiers consommateurs d'engrais azotés dont une part est perdue sous forme de N_2O responsable du

[1] Cette part est variable selon les années et va jusqu'à 10%.
[2] Le taux de croissance du secteur agricole d'une moyenne annuelle de 5% (Note d'orientation du plan de développement 2016-2020)

réchauffement climatique. En plus, ces cultures vont vulnérables au changement climatique et aux évènements extrêmes et tout particulièrement aux sècheresses.

Le semi direct est une technologie de conservation de l'eau et du sol. Il désigne une technologie culturale simplifiée, basée sur l'introduction directe des graines dans le sol, sans passer par le travail du sol (zéro labour). Les résultats agronomiques de dix ans d'expérimentation en Tunisie, échelle exploitation, par zone bioclimatique ont montré qu'au niveau du subhumide, le rendement de blé dur conduit en semis direct est en moyenne supérieur de 8 q/ha par rapport au semis conventionnel. Alors qu'au niveau de la zone semi-aride inférieure cette différence est de 3,5 q/ha, elle atteint 7 q/ha au niveau du semi-aride supérieur. Dans le subhumide le taux d'infiltration dans les sols de certaines parcelles conduites en semis direct est passé de 41 à 73 l/h, de même pour le semi-aride inférieur et le semi-aride supérieur, le taux d'infiltration est passé respectivement de 32 à 40 l/h et de 19 à 43 l/h. Le taux de matière organique aussi a connu une nette amélioration dans les parcelles de semis direct.

La technologie vise la promotion des systèmes d'agriculture de conservation et des associations graminées-légumineuses pour les différents étages bioclimatiques de la Tunisie qui favorisent la séquestration du carbone et réduisent les émissions de GES dans différentes régions dans le Nord et le Centre de la Tunisie sur environ 90.000 ha. Elle comprend :

- La mise au point des itinéraires techniques correspondants aux systèmes de cultures innovants et la quantification des réductions d'émissions des gaz à effet de serre obtenues ;
- L'appui à la mise en place de centre de formation pour techniciens en agriculture de conservation ;
- L'appui à l'instauration d'un fond de paiement aux agriculteurs pour les services environnementaux fournis par l'agriculture de conservation ;
- La collaboration avec des institutions régionales (Maroc) pour la création de semoir national adapté aux conditions de terrain.

Cette technologie présente les avantages suivants :

- ✓ réduire l'investissement agricole dès le début de la campagne par la réduction du nombre de passages, la réduction des doses de semis, des besoins en main d'œuvre agricole (qui devient de moins en moins disponible);
- ✓ le non retournement des sols, réduit l'évaporation des eaux reçues de la pluviométrie et par conséquent augmente la probabilité de meilleures productions agricoles (grains et matières sèches d'affouragement) ;
- ✓ une meilleure utilisation de l'eau et donc une meilleure valorisation ;
- ✓ le contrôle de l'érosion des sols et par conséquent les infrastructures (routes, assainissement, barrage, etc.) situés plus en aval.

L'Agriculture de Conservation est un moyen de production durable. Elle permet de séquestrer le carbone dans le sol, de réduire les consommations de carburant et l'usure des équipements. Cette technologie d'adaptation au changement climatique permet également à la Tunisie de réduire sa dépendance en hydrocarbures qui sont importés et qui pèsent lourd sur la balance des échanges.

Le cout de cette technologie est estimé à 6 à 10 MDT avec un cout de maintenance et d'opérationnalisation de 0,5 MDT/an.

1.2.2. Analyse des barrières de l'agriculture de conservation

Un brainstorming au sein de l'équipe adaptation lors des ateliers a permis d'identifier les principales barrières relatives à la technologie de l'agriculture de conservation. L'analyse a été faite en considérant cette technologie dont les biens et services offerts sont du type non marchands, autres biens non marchands.

La liste des obstacles et/ou barrières déterminée par brainstorming sont les suivantes :

- ✓ Cout élevé de la technologie (du semoir/tracteur (nécessite un tracteur puissant) et couts indirects (surpâturage sur les chaumes, longue période de transition)) : investissement lourd : Manque de législation et moyens matériels (machinisme) spécifiques à l'AC (ancienne société Nationale de Machinisme agricole (SONAM) et ses coopératives régionales de machinisme agricole (COREMO) ont existé aux années 70 jusqu'aux années 90 pour la location de machinisme agricole pour les différents relatifs à l'agriculture (semis, labour, récolte, etc.)
- ✓ Absence d'incitation spécifique
- ✓ Faible adhésion des exploitants
- ✓ Peu de recherche dans le concept de l'agriculture de conservation et sur le plan économique (pas d'analyse couts bénéfices socio-économiques)
- ✓ L'adaptation de la technologie au couple climat/sol
- ✓ La phase de transition très longue et couteuse (le passage du semis conventionnel à celui de conservation) : perte de rendement/revenus
- ✓ Gestion des mauvaises herbes et des maladies (ravageurs)
- ✓ Absence de cadre stratégique pour développer cette technologie : absence d'objectif chiffré dans le plan de développement
- ✓ Inacceptation sociale (les agriculteurs ne conçoivent pas d'agriculture sans labour, pâturage sur les chaumes difficile à éliminer
- ✓ Manque de savoir-faire : manque de compétences dans ce domaine (on ne l'a fait que pour les céréales)
- ✓ Absence du cadre institutionnel (actuellement c'est l'INGC qui s'en occupe et ce n'est pas dans son rôle)
- ✓ Manque d'information et de sensibilisation
- ✓ Absence d'organisation professionnelle vu la structure des exploitations (petites pour supporter les charges)
- ✓ Absence de gouvernance
- ✓ Obstacle économique : supprimer le surpâturage des animaux sur les chaumes

La hiérarchisation de ces barrières réalisée en utilisant l'arbre à problème lors des ateliers, a permis de retenir **la faible adhésion des exploitants** comme problème central dont les causes et les effets ont été également identifiés en groupe (cf. annexe 4.1).

1.2.2.1 Barrières économiques et financières

Les barrières sont liées au cout de la technologie qui est élevé si l'on considère :

- L'acquisition de l'équipement : semoir et du tracteur. Le semoir est actuellement importé pour un coût de 20.000 dinars que les petits agriculteurs ne peuvent pas acquérir ;
- La phase de transition pour passer d'une agriculture conventionnelle à une agriculture de conservation est estimée assez longue et donc absence de revenus sur cette période
- L'agriculture de conservation nécessite la garder le sol couvert et donc nécessite la suppression du surpâturage des animaux sur les chaumes, ce qui représente un manque à

gagner pour les petits exploitants (les agriculteurs se font payer l'utilisation des chaumes sur leurs terres par le bétail d'autres agriculteurs);

- L'absence d'encouragement spécifique ou de subvention pour la pratique de ce type d'agriculture.
- Gestion des mauvaises herbes et des maladies (ravageurs) : Le semis direct est un système qui nécessite la suppression du travail du sol et nécessite également une utilisation renforcée des herbicides donc un coût plus élevé, et surtout, une bonne connaissance des produits et de leur utilisation, or, le niveau de consommation est déjà très faible à cause de la cherté des intrants.

1.2.2.2 Barrières non financières

Les barrières non financières peuvent être classées comme suit :

Barrières institutionnelles/gouvernance

- ✓ Manque de législation spécifique au contexte de l'AC comme pour la location du machinisme
- ✓ Absence du cadre institutionnel. En effet, actuellement c'est l'INGC qui s'en occupe et ce n'est pas dans son rôle ;
- ✓ Absence d'organisation professionnelle vu la structure des exploitations (petites pour supporter les charges)
- ✓ Absence de gouvernance de cette activité : on ne sait pas de qui relève la pratique de l'agriculture de conservation.

Barrières recherche/formation

- ✓ Peu de recherche dans le concept de l'agriculture de conservation sur l'aspect économique (il n'existe pas d'analyse couts bénéfices socio-économiques)
- ✓ L'adaptation de la technologie au couple climat/sol : cette technologie ne peut pas être appliquée sur n'importe quel sol et sous n'importe climat
- ✓ Absence de cadre stratégique pour développer cette technologie : absence d'objectif chiffré dans le plan de développement : la stratégie du secteur de l'agriculture n'évoque pas cette technologie de façon chiffrée en terme d'objectif
- ✓ Manque de savoir-faire et manque de compétences dans ce domaine
  Manque d'information et de sensibilisation : aussi bien les agriculteurs que les vulgarisateurs dont peu informés des retombées positives et des différentes étapes de mise en œuvre de la technologie.

1.2.3. Mesures identifiées

Les mesures identifiées sont celles qui permettent de régler l'obstacle central pour la mise en œuvre de la technologie. Elles ont été identifiées comme indiqué dans l'annexe 4.1.

1.2.3.1. Mesures économiques et financières

Comme décrit ci-dessus, la mise en place de cette technologie nécessite l'appui de l'Etat compte tenu des couts de mise en œuvre surtout pour les agriculteurs propriétaires des petites superficies.

L'appui financier aux agriculteurs par l'octroi de subventions pour l'acquisition de matériel (semoirs et tracteurs) demeure la mesure économique et financière principale pour la mise en œuvre de la technologie. Pour cela l'analyse cout-bénéfice socio-économique et l'étude d'impact environnemental doivent être menée. Aussi, la mise sur le marché d'un semoir de marque Tunisienne nécessite l'appui pour sa commercialisation surtout que le cout est de loin moins cher (environ 15.000 dinars). Un programme de soutien est également nécessaire pour accompagner la phase transitoire entre le passage de l'agriculture traditionnelle à l'agriculture de conservation.

1.2.3.2. Mesures non financières

Les mesures non financières peuvent être classées comme suit :

Renforcement de capacité

- ✓ L'instauration d'un vaste programme de vulgarisation auprès des agriculteurs,
- ✓ L'instauration d'un programme de développement des compétences dans le domaine de l'AC; cette technique reste peu connue par les techniciens et opérateurs du Ministère de l'Agriculture,

Institutionnel et de gouvernance

- ✓ Préparation d'un cadre stratégique pour le développement de l'AC au niveau national et locale : inscrire clairement les objectifs chiffrés de l'agriculture de conservation dans le plan d'action du Ministère et lui assigner un cadre pour son développement
- ✓ La création de groupements d'agriculteurs de conservation dans l'objectif de mieux organiser l'activité,
- ✓ La création d'un centre technique sur l'agriculture de conservation qui pourra relever de l'INGC ou de l'AVFA ou d'une nouvelle institution qui sera en charge de l'agriculture de conservation ayant pour mission:
    - o D'assurer l'adaptation des résultats de la recherche avec les conditions réelles des exploitations agricoles ;
    - o D'assurer les actions de vulgarisation ;
    - o D'organiser la diffusion des techniques de production les plus efficaces en collaboration avec les différents organismes exerçant dans le domaine ;
    - o D'assurer l'encadrement technique et économique des producteurs.

1.3. Analyse des barrières et les mesures favorables envisageables du système de payement des services environnementaux de l'agriculture

Cette technologie est du type biens non marchands, autres biens non marchands. L'identification des barrières ainsi que les mesures ont été conduite en adoptant les mêmes processus que pour les autres technologies.

1.3.1 Description générale du système de payement des services environnementaux de l'agriculture

L'activité agricole produit des externalités négatives et d'autres positives qui sont rarement prises en compte dans les coûts de production ni dans la valeur de la production agricole. Afin d'encourager les pratiques conservatrices et assurer aux agriculteurs des revenus qui tiennent compte des externalités positives, il serait opportun d'étudier la possibilité de mettre en place un système de paiement des services environnementaux que l'agriculture est susceptible de produire. Le secteur forestier ayant été étudié a permis de constater que l'évaluation des biens et services des écosystèmes forestiers et de la biodiversité ainsi que l'intégration de leur valeur dans les choix

politiques figurent parmi les principales recommandations destinées aux décideurs. Dans ce cadre, l'évaluation approfondie des services environnementaux dont nécessaires à la mise en place d'un mécanisme de payements des services environnementaux que la forêt fournie à l'économie nationale.

L'objectif de cette technologie est de fournir un système de paiement des services environnementaux qu'est susceptible de produire l'agriculture en mettant en avant un argumentaire afin d'en faciliter l'adoption par les pouvoirs publics. Cet argumentaire doit être basé sur les avantages en terme de bonnes pratiques environnementales que le paiement pourrait induire chez les agriculteurs et l'impact de ces pratiques en terme d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques.

La politique agricole actuelle encourage certaines pratiques de lutte contre la dégradation des ressources naturelles (CES, Economie d'eau, agriculture biologiques, etc.), mais pas encore les pratiques qui ont un effet d'adaptation et d'atténuation au CC. Pourtant certaines d'entre elles peuvent avoir des externalités positives pour l'environnement et pas d'impact sur le revenu de l'agriculture, afin d'encourager ces pratiques leur paiement permet de les en amplifier.

Les principales caractéristiques de la technologie sont :
• Une phase étude qui a pour objectif l'identification sur des bases scientifiques des services en question, et parallèlement des externalités négatives générées par l'activité agroforesterie. Cette phase devrait comprendre un benchmarking à travers l'analyse des politiques de paiement des services environnementaux dans les pays de la région méditerranéenne voire en dehors de celle-ci.
• Une phase pilote devrait concerner des zones forestières avec la mise en place d'expérience de paiement des services environnementaux. : identifier un référentiel de service, cout ou subvention prix du service …choix du mécanisme de payement et sa mise en œuvre (base de données : situation de référence, suivi et évaluation et suivi des impacts), création de GDA, publics/privés, textes règlementaires.

La mise en place de ce mécanisme permettra une valorisation des ressources forestières, une meilleure implication de la population locale et les privés dans la gestion optimale des forêts. Ce mécanisme permet également de créer de nouveaux revenus aux populations pour leurs efforts dans la préservation des forêts.

La mise en œuvre de cette technologie sera effectué sur une durée de 4 années pour un cout de 5 MDT pour la phase pilote. Les institutions impliqués sont essentiellement le Ministère de l'Agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche à travers la DGFIOP, la DGEDA, la DGF, le Ministère de l'environnement et du développement durable à travers l'ANPE, le Ministère des finances, le Ministère de développement régional.

1.3.2. Analyse des barrières du système de payement des services environnementaux de l'agriculture

De la même manière que pour toutes les technologies, un brainstorming a été conduit lors des ateliers pour identifier toutes les barrières énumérées ci-dessous. La présence des représentants du Ministère de l'agriculture (DGF, DGPA, DGRE et SONEDE) concernés par cette technologie a été un atout.
La hiérarchisation de ces barrières a permis de retenir **l'inexistence du référentiel sur les services environnementaux comme problème central** dont les causes et les effets ont été également identifiés en groupe (cf. annexe 4.2).

- ✓ La multiplicité des méthodes d'évaluation des biens et services directes et indirects des forêts et parcours ce qui rend difficile l'appropriation de la méthode et sa généralisation et l'adoption d'un référentiel des PSEs;
- ✓ Le manque et/ou les limites de données sur les différents services environnementaux;
- ✓ L'absence d'un système de suivi-évaluation d'efficacité de programmes d'amélioration des forets et parcours ;
- ✓ La non considération des paiements pour services environnementaux (PSEs) comme instrument permettant l'adoption des pratiques soutenables. Le cadre juridique et réglementaire ne sont pas adaptés à la valeur réelle des dommages environnementaux ;
- ✓ Le manque de partenariat public –public et public privé pour la valorisation des services. On valorise les services pour qui ? qui est le client en définitif ?
- ✓ L'absence de programme de développement (obstacles socio-économiques: pauvreté, absence d'organisation professionnelle des exploitants,...)
- ✓ L'absence d'une approche de communication et de sensibilisation sur la valeur des SE et surtout le besoin de les évaluer et de les considérer dans l'économie du pays.

1.3.2.1. Barrières économiques et financières

La préservation des SE bénéficient à la communauté toute entière et donc à l'économie globale du pays. L'absence d'incitation ou de subvention pour la préservation de façon systématique est une barrière économique et financière de taille. Ce manquement témoigne que les services ne sont pas évalués et donc ne sont pas reconnus.

1.3.2.2. Barrières non financières

Ces barrières sont relatives :

- ✓ au manque de communication sur les SE et leurs valeurs pour soutenir le développement ;
- ✓ à l'absence de communication et de sensibilisation forme un obstacle ;
- ✓ à la multiplicité des acteurs et des intervenants dans des programmes peu ou pas coordonnées dont certains peuvent porter préjudice aux SE
- ✓ à l'absence de cadre institutionnel et juridique adéquat.

1.3.3 Mesures identifiées

Les mesures identifiées sont les suivantes :

- ✓ La révision des textes juridiques ainsi que la réévaluation des pénalités en fonction de la valeur réelle des dommages environnementaux ;
- ✓ L'adoption des mécanismes de paiement de SE
- ✓ L'amélioration d'un système de suivi-évaluation
- ✓ L'adoption des approches participatives de gestion
- ✓ Le développement et la mise en œuvre des programmes de communication et de sensibilisation sur la valeur de SE
- ✓ Le développement et la promotion de l'écotourisme afin de valoriser les SE de forêts et des parcours
- ✓ Le développement des mécanismes de partenariat public –privé et public-public
- ✓ La recherche d'une harmonisation des méthodes d'évaluation des biens et services des forets et parcours
- ✓ Le développement de scenario de payement des SE

1.3.2.1 Mesures économiques et financières

Les mesures économiques et financières se rapportent au développement des mécanismes de partenariat public –privé et public-public et cela en fonction de la valeur économique totale évaluée. Le développement des scénarios de PSEs permettra de cibler les outils économiques et financiers adéquats. L'exemple des contrats PSEs à Madagascar[3] témoigne de la diversité des contrats qui peuvent couvrir la conservation seule (cas de Didy), le suivi écologique participatif (SEP) seul (cas du Lac Alaotra) et les cas de contrats de conservation avec le SEP (cas de Maroseranana). L'exemple de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande[4] qui ont développé un tel système de compensation des émissions sur les propriétés privées forestières : les « droits carbone » (« carbon rights ») fonctionnent un peu comme des servitudes (Government of Western Australia, 2005). Une initiative justifiée compte tenu des analyses fournie dans le rapport Stern[5] qui nous annoncent qu'il faut cinq milliards de dollars par an seulement pour soulager la planète d'environ un huitième des émissions de gaz à effet de serre. D'après les données que ce rapport avance, la tonne de CO2 évitée dans ces huit pays tropicaux reviendrait à moins d'un dollar. Le projet PSE « Trees for Global Benefit » en Ouganda[6] fournit des indications intéressantes sur les coûts de transaction où la vente de crédits carbone, même sur le marché volontaire, implique des coûts de contrôle et de certification des émissions prétendument évitées ou stockées. Ce projet a obtenu la certification Plan Vivo et vend la tonne de carbone à environ 6,5 dollars. De cette somme, le paysan touche à peine plus de la moitié, le reste allant à Plan Vivo pour l'enregistrement des crédits, à l'organisme indépendant de certification, et à l'intermédiaire institutionnel qui aide les participants, depuis la rédaction du contrat jusqu'à la mise en place d'un système d'assurance.

1.3.2.2 Mesures non financières

Les mesures institutionnelles/gouvernance

Il s'agit de la révision des textes juridiques ainsi que la réévaluation des pénalités en fonction de la valeur réelle des dommages environnementaux ainsi que l'adoption des approches participatives de gestion qui implique les différents usagers de la ressource forestière et des parcours.

Les mesures transversales

L'amélioration d'un système de suivi-évaluation des différentes interventions afin de permettre une évaluation plus précise de la valeur environnementale des forêts et parcours.

Les mesures de sensibilisation et renforcement de capacités

Le développement et la mise en œuvre des programmes de communication et de sensibilisation sur la valeur de SE.

Les mesures de renforcement de capacité/recherche

[3] HALL, 2011. Les paiements pour services environnementaux pour la protection de la biodiversité Evaluation des "contrats de "conservation" et des autres "incitations directes à la conservation" dans la région Est de Madagascar

[4] Karsenty et all, 2009. Paiements pour services environnementaux et pays du Sud La conservation de la nature rattrapée par le développement ?

5 La partie du Rapport Stern sur la réduction de la déforestation a été réalisée à partir d'une étude commandée à l'IIED (Grieg-Gran 2006, et 2008 pour une actualisation des données).

[6] Ibid 4

Il s'agit de l'implication des institutions de la recherche pour élaborer et adapter les méthodes d'évaluation des biens et services pour toutes les des forets et parcours en Tunisie. En effet une seule étude a été réalisée pour les forêts dans deux zones pilotes (Bassin Barbara dans le Nord et Siliana pour le Centre du pays). L'approche utilisée[7] a été dictée par la disponibilité des données plus que par des considérations scientifiques.

1.4. Interrelations entre les barrières identifiées

1.4.1. Manque de ressources financières et d'incitations

Cette barrière est étroitement liée à la barrière du cout des équipements et de la phase de transition pour l'agriculture de conservation et au cout nécessaire pour l'élaboration du référentiel du PSEs. Elle est plus importante pour l'agriculture de conservation où l'absence d'incitation financière rend l'investissement assez lourd pour les petits exploitants.

1.4.2. Le manque de compétences spécifiques pour la mise en œuvre

Le manque de personnel qualifié pour la vulgarisation et la mise en œuvre de ces technologies constitue un handicap majeur commun aux deux technologies.

1.4.3. L'absence de cadre institutionnel et de gouvernance

Comme décrit ci-dessus, l'inadéquation voire l'absence de cadre réglementaire et le modèle de gouvernance adéquats aussi bien pour l'agriculture de conservation que pour le PSEs constituent les obstacles majeurs et la barrière principale à la promotion de ces deux technologies. En effet, l'agriculture de conservation offre des SE environnementaux importants pour l'économie. Il en est de même pour les forêts et les parcours pour l'agriculture de conservation.

1.4.4. Manque d'information et de sensibilisation

La connaissance fragile de la valeur économique totale des forêts et des parcours et de l'agriculture de conservation ne permet pas d'informer et de sensibiliser à la mise en œuvre de ces deux technologies. La considération de la préservation de l'environnement et la durabilité de l'agriculture et la sauvegarde des SE indispensables à la production n'est pas une vision partagée par tous. De ce fait, les technologies ne sont pas assez diffusées surtout le cadre manque ce qui ne permet pas de recueillir l'adhésion massive.

1.5. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur de l'agriculture

1.5.1. Fournir des ressources financières et des incitations

Le Ministère de l'agriculture ou d'autres institutions de l'Etat pourraient aider les exploitants à financer aussi bien le matériel pour l'agriculture de conservation que la préservation des aménagements permettant de rendre les PSEs durables afin de créer un marché. Aussi des subventions spécifiques pourront être accordées aux agriculteurs pour limiter les pertes lors de la phase de transition. Il est également nécessaire de consacrer des ressources financières adéquates pour mener les expertises nécessaires à l'élaboration du référentiel du SPEs.

[7] DGF, FAO, 2012. Evaluation économique des biens et services des forêts tunisiennes. Note de synthèse.

1.5.2. Mise en place d'un cadre institutionnel de gouvernance

La majorité des problèmes rencontrés ne peuvent être réglée si le cadre institutionnel et de gouvernance n'a pas été envisagé de façon optimale et mis en œuvre selon des étapes bien agencées. Pour cela, ces deux technologies nécessitent que le cadre règlementaire (institutionnel et juridique) et de gouvernance soit réellement mis en place. A titre d'exemple, des conventions de gestion par exemple, entre l'Etat et les utilisateurs de forêts/parcours organisés en groupements de développement des forêts/parcours qui donne une meilleure motivation pour les communautés locales à conserver les forêts et les terres de parcours.

1.5.3. Formation d'un personnel qualifié pour la mise en œuvre de la technologie

La formation d'un personnel pour des qualifications divers nécessaires à la mise en œuvre des technologies est indispensable. Il s'agit d'intégrer dans les formations universitaires en général et dans les institutions de la recherche agronomiques tout particulièrement la valorisation économique de l'environnement et des pratiques de conservation. Pour cela, de l'expertise internationale pourra être sollicitée à cet effet. Des stages ciblés à l'étranger pourraient également compléter les formations.

1.5.4. Organisation de campagnes d'information et de sensibilisation

Il est utile de concevoir un programme national spécifique à ces deux technologies qui aura pour rôle la mise en place de façon continue des campagnes d'information et de sensibilisation sous forme d'ateliers, de réunions, de publicité… cela permettra une meilleure information avec les données réelles et justes et aussi d'éclairer le grand public à ce sujet. La détérioration de l'environnement et des ressources naturelles en général (eau et sol) ne laisse plus de choix que de recourir vers la conservation afin d'assurer la durabilité de certaines activités socio-économiques. L'AVFA en partenariat avec l'Université pourra développer ce programme adapté aux différents publics cibles.

II. le secteur de la gestion des ressources en eau

2.1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies

Les ressources hydrauliques totales de la Tunisie sont évaluées à 4,874 milliards m^3/an, dont 2,7 milliards m^3/an d'eaux de surface, et sont caractérisées par les disparités interannuelles, régionales importantes. De ce fait, la dotation est de 385 m^3 par an et par habitant ce qui montre que la Tunisie vit déjà sous un stress hydrique. Du point de vue qualité, seulement 72% du potentiel en eau de surface a une salinité inférieure à 1,5 g/l (82% des eaux du nord, 48% des eaux du centre et 3% des eaux du sud) ce qui veut dire que l'agriculture utilise une eau assez chargée avec toutes les conséquences négatives sur les sols. L'objectif de la stratégie de mobilisation de l'eau visait le développement de l'infrastructure conventionnelle (essentiellement réservoirs et eaux souterraines) et à porter le taux de mobilisation des ressources en eau à 95% du potentiel, ce taux est pratiquement atteint.

L'essentiel des eaux souterraines proviennent des nappes profondes du sud, et dont les plus importantes sont des nappes fossiles non renouvelables (610 millions de m^3/an qui représentent 42% des ressources en eau souterraines profondes). Ces ressources font partie du bassin du SASS qui est partagé avec la Lybie et l'Algérie. En plus, la qualité des eaux souterraines est médiocre puisque 84 % de ces ressources en eaux souterraines ont des niveaux de salinité dépassant 1,5 g/l. Cette dégradation résulte d'une surexploitation qui représente 103% des ressources totales des nappes profondes estimées à 1429 millions de m^3. La conséquence majeure de cette surexploitation est un abaissement important du niveau et des perspectives de disparition de l'artésianisme et de l'altération graduelle de la qualité chimique de l'eau. Les nappes phréatiques servant à 100% à

l'usage agricole et dont le potentiel est estimé à 846 Mm^3 souffrent d'une surexploitation qui a atteint pour certaines nappes du centre du pays un taux de 139%.

Outre, la faible quantité des ressources et la dégradation de la qualité due à la surexploitation, à cela se rajoute le problème majeur des inondations qui se sont accentuées ces dernières années. En effet, les études antérieures ont recensé plusieurs inondations depuis le début du siècle (1902 : des inondations généralisées sur tout le pays, Novembre 1931 : le Nord Est et le Sahel méridional, et en 1932 en Tunisie Centrale suite au débordement de Sabkhet El Kelbia). Par ailleurs, les plus graves inondations ont eu lieu en 1969 sur la Tunisie Centrale (542 morts et 303974 sans-abri). En revanche, la crue historique est celle de la Medjerda survenue en Mars 1973 (avant la construction du barrage Sidi Salem) plus particulièrement dans la basse vallée de la Medjerda. Les inondations urbaines les plus importantes ont eu lieu à Sfax (1982) et sur le Grand-Tunis (2003). Les dernières inondations de 2012 ont concerné le Nord du pays en particulier les gouvernorats de Jendouba, El-Kef et Siliana.

Cette situation va s'aggraver dans les années à venir avec l'augmentation de la demande en eau et sous l'effet des changements climatiques, avec une baisse des ressources en eaux conventionnelles estimée à environ 28 % à l'horizon 2030. La diminution des eaux de surface avoisinerait 5% au même horizon. L'augmentation des phénomènes extrêmes (inondations et sècheresses) fragilisera davantage la situation hydrique du pays.

Les efforts de l'Etat sont concentrés pour lutter contre la surexploitation, la gestion de la demande et la lutte contre les phénomènes extrêmes et tout particulièrement les inondations.
Les technologies d'adaptation ont pour objectifs de réduire les pertes d'eau dans le réseau d'eau potable et la protection de l'infrastructure des ressources en eau et des biens contre les inondations qui deviennent récurrente ces dernières années.

2.2. Analyse des barrières et les mesures favorables du réseau d'eau potable intelligent

2.2.1. Description générale de réseau d'eau potable intelligent

L'eau potable (18% des besoins en eaux en Tunisie) représente une base pour le développement socio-économique en Tunisie. Cependant son traitement et sa distribution nécessitent de grandes quantités d'énergie situant la SONEDE comme le plus gros consommateur d'énergie en Tunisie et engendrant un prix de revient de l'eau élevé. En effet les ressources en eau potable et de bonne qualité sont situées principalement dans le nord et à l'intérieur du pays, alors que les principaux centres de consommation se trouvent sur le littoral, d'où la nécessité de transporter l'eau sur de longues distances. De plus il est indispensable de dessaler l'eau non conventionnelle (eau saumâtres, eaux de mer) pour palier à la pénurie d'eau dans les régions du Sud Tunisien.

Pour répondre aux enjeux liés à l'eau dans le futur, une gestion rationnelle et plus intelligente de cette ressource est cruciale à travers des réseaux d'eau intelligents. L'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les réseaux d'eau permet de les rendre communicants et offre aux gestionnaires une connaissance approfondie et une meilleure maîtrise de leurs infrastructures afin de contrôler et diagnostiquer les problèmes, de prioriser et gérer, en continu et à distance, les opérations de maintenance et d'utiliser les données fournies pour optimiser tous les aspects de la performance des réseaux de distribution d'eau, et de permette aux abonnés de maîtriser leurs consommations d'eau.
Un réseau d'eau intelligent comprend un ensemble de solutions et de systèmes utilisant des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les réseaux d'eau intelligents se composent de deux couches :

- le « Smart Metering » : qui concerne le micro-comptage (comptage chez les abonnés) moyennant les nouvelles infrastructures de comptage intelligentes se basant sur l'installation

de compteurs abonnés intelligents connectés à un système centralisé assurant permettant de connaître à distance la consommation de chaque abonné, d'être informé des anomalies sur le réseau, d'optimiser la gestion de la ressource et de proposer de nouveaux services. A cet effet, chaque compteur est équipé d'un module radio alimenté par une batterie intégrée. Celui-ci émet des trames contenant le volume d'eau consommé et des alertes à un réseau d'antennes. Les données sont ensuite envoyées vers un logiciel de supervision qui agrège les informations et propose des outils d'analyse.

- le « Smart Pipe » : qui concerne le macro-comptage et la gestion des réseaux, faisant référence à la nature communicante des réseaux d'eau (capteurs de pression, débitmètres,….pour détecter d'éventuelles fuites et optimiser le fonctionnement des réseaux…).

Le réseau d'eau intelligent comprend des moyens de mesure intelligents (compteurs d'eau intelligents, capteurs de pression, débitmètres,…) qui sont couplés à des outils d'aide à la décision à travers des moyens de communications.

Cette technologie est applicable à tous les branchements de la SONEDE (2,6 millions de compteurs d'eau) et en particulier aux gros consommateurs et pour les habitations concentrées.

Les zones prioritaires pour ce projet sont de trois types :

- ✓ Les zones touristiques ;
- ✓ Les zones industrielles ;
- ✓ Les immeubles des grandes zones résidentielles.

Le potentiel des réseaux d'eau intelligents réside dans le fait qu'ils sont efficaces dans les milieux urbains et ruraux et permettront de réaliser des économies d'eau significatives et ainsi de préserver les ressources en eau. Un autre potentiel concerne l'utilisation de cette technologie dans les systèmes d'irrigation permettant ainsi de réaliser des économies d'eau considérable et donnant des informations utiles pouvant optimiser l'irrigation.

Cette technologie permettra aussi de renforcer la capacité des abonnés à mieux suivre leurs consommations et d'optimiser l'usage de l'eau en leurs fournissant les informations et les outils dont ils ont besoin pour faire des choix éclairés sur leur comportement de consommation et sur leurs usages de l'eau (alertes en temps réel de la consommation en eau, possibilité de comparaison, optimisation des consommations au sein de l'habitation, etc.).

Beaucoup d'emplois verts peuvent être engendrés par la mise en place des réseaux d'eau intelligents dans les domaines de l'installation, de la supervision de l'entretien et éventuellement dans la fabrication de certains équipements.

Un réseau d'eau intelligent constitue une véritable technologie verte puisqu'elle permet à travers l'économie d'eau et la gestion intelligente du pompage d'eau de rendre plus efficace la consommation d'énergie des systèmes d'eau.

Les études montrent qu'économiser l'eau plutôt que d'en développer de nouvelles sources est bien souvent la meilleure solution à la fois sur un plan économique qu'environnemental.

Les avantages associés au développement des réseaux d'eau intelligents sont nombreux, ce qui explique leur montée en puissance progressive à l'échelle internationale. Le cabinet d'études américain Pike Research prévoit que 800 millions de compteurs intelligents seront installés dans le monde d'ici à 2018.

L'amélioration des performances des réseaux d'eau potable et la rationalisation de la consommation des abonnés permettent d'économiser l'eau et à préserver les ressources en eau et contribuent donc à une meilleure adaptation aux changements climatiques.

La mise en place de la technologie en Tunisie sera effectuée par la SONEDE avec l'appui des entreprises privées, progressivement compte tenu du nombre important des clients concernés et de

l'immensité du réseau d'eau potable (pour l'eau potable, la SONEDE compte de 2,6 millions d'abonnés et 50000 km de conduites).

Le déploiement de cette technologie sera effectué à travers un projet pilote dans la zone touristique de Djerba (coût de l'eau potable le plus élevé en Tunisie, ressources d'eau conventionnelles très limitées, dessalement de l'eau de mer très coûteux) et dans les immeubles de la zone résidentielle d'El Manar. La réalisation de ce projet est tributaire de la disponibilité des financements qui sont évalués à 6 millions de DT. La durée de mise en œuvre du projet sera de 5 années.

2.2.2 Analyse des barrières du réseau d'eau potable intelligent

L'analyse des barrières effectuée par le groupe a été faite à l'aide de la méthode de l'arbre à problèmes (annexe 4.3) ce qui a permis d'identifier les barrières comme résumées dans le tableau suivant.

Tableau 1. Liste des barrières relatives au réseau d'eau potable intelligent

Catégorie	Barrières
technique	✓ Absence d'un standard mondial de l'industrie des réseaux d'eau intelligents : La nécessité d'avoir des systèmes inter-communicants ✓ Nécessité de l'alimentation électrique des compteurs intelligents. ✓ Besoin d'entretien des systèmes ✓ Le fonctionnement de ces compteurs nécessite la mise en place d'un réseau d'antennes pour les relever via: • Un réseau spécial à créer : problématique logistique • ou utiliser les réseaux de la téléphonie mobile. de fait, en augmentant les besoins en ressource des réseaux, ces compteurs contribuent à l'ajout de nouvelles antennes relais.
Santé et environnement	✓ augmentation de la pollution électromagnétique de l'environnement : perturbations des appareillages électroniques sensibles ✓ augmentation des émissions nuisibles pour la santé comme pour les téléphones portables
coût	✓ Des investissements importants sont nécessaires, au niveau des équipements et au niveau du système d'informations pour mettre en place un système de gestion moderne de facturation et assurer un stockage volumineux des données. ✓ le coût des investissements et la difficulté à mesurer leur rentabilité ✓ Qui va supporter le coût du remplacement de tous ces compteurs
sociale	✓ Acceptation sociale pour différentes raisons ✓ Réduction du nombre des employés chargés de relever les compteurs. ✓ Augmentation de la facture (meilleure précision du comptage)
Vie privée	✓ Risque d'utilisation des informations à caractère privé à des fins commerciales. ✓ L'abonné n'aura plus aucune vie privée car le moindre geste sera enregistré chez l'opérateur. ✓ Les données collectées peuvent être piratées et exploités à des fins non légales ✓ risque de fraudes : Un pirate peut intercepter les données et faire baisser sa facture ou augmenter celle d'un tiers.

Deux barrières centrales ont été identifiées sont le **coût du capital** jugé élevé et la **faible adhésion des usagers**.

En effet, le coût du capital est assez important puisqu'il s'agit de changer les compteurs d'eau avec des compteurs spécifiques permettant de recueillir les données de la consommation à tout moment et en temps réel, assurer une alimentation électrique des compteurs intelligents et enfin la mise en place d'un réseau antennes pour permettre la relève.
La faible adhésion des usagers est définit par l'acceptation faible pour différentes raisons : on ne connait pas la rentabilité de ce nouveau système pour les usagers, qui va payer le nouveau compteur, l'augmentation de la facture, le risque de fraudes et d'interception des données pour augmenter ou baisser les consommations, atteinte à la vie privée (le moindre geste est enregistré par l'opérateur, etc.)

Les causes et les effets de ces deux problèmes centraux ont été identifiés comme indiqué dans l'annexe 4.3.

2.2.2.1 Barrières économiques et financières

Les barrières économiques et financières sont relatives aux investissements jugés importants et qui sont nécessaires pour le fonctionnement adéquat du système : au niveau des équipements (changement de compteurs) et au niveau du système d'informations (émetteurs, antennes, etc.) pour mettre en place un système de gestion moderne de facturation et assurer un stockage volumineux des données, alimentation électrique des compteurs, et le remplacement des compteurs existants, déjà financé par les usagers, etc. Le coût des investissements est jugé important à cause de la difficulté à mesurer leur rentabilité à l'échelle macro et micro économique. Le remplacement des compteurs est nécessaire alors qu'ils déjà payés par les usagers et donc qui devra supporter ces nouvelles charges ?.

2.2.2.2 Barrières non financières

Sociale

- ✓ Acceptation sociale pour différentes raisons :
  - o Risque d'utilisation des informations à caractère privé à des fins commerciales.
  - o L'abonné n'aura plus aucune vie privée car le moindre geste sera enregistré chez l'opérateur.
  - o Les données collectées peuvent être piratées et exploités à des fins non légales
  - o Risque de fraudes : Un pirate peut intercepter les données et faire baisser sa facture ou augmenter celle d'un tiers.
- ✓ Risque de réduction du nombre des employés chargés de relever les compteurs.
- ✓ Crainte d'une augmentation de la facture (meilleure précision du comptage)

Environnementale

- ✓ Augmentation de la pollution électromagnétique de l'environnement : perturbations des appareillages électroniques sensibles ;
- ✓ Augmentation des émissions nuisibles pour la santé comme pour les téléphones portables.

2.2.3 Mesures identifiées

L'identification des mesures pour soulever les principales barrières ont été identifiées par le groupe comme indiquée en annexe 4.3 et cela sur la base d'un draft fournit par les représentants de la SONEDE.

Tableau 2. Liste des mesures pour lever les barrières du réseau d'eau potable intelligent

Catégorie	Mesures
Technique	✓ Se concentrer dans la première phase sur la réalisation d'un projet pilote utilisant la technologie des réseaux d'eau intelligents la mieux adapté à notre environnement ✓ Associer le ministère des technologies de la communication et de l'économie numérique, le Centre d'Etudes et de Recherche des Télécommunications, les écoles d'ingénieurs dans le choix des solutions techniques et l'élaboration des termes de référence et des cahiers des charges des réseaux d'eau intelligents
Santé et environnement	✓ Réaliser une étude d'impact (montrer au public que les préoccupations éventuelles sur les effets sur la santé sont négligeables ou réellement inexistantes (journées d'informations, colloques,…) en collaboration avec le ministère de la santé publique. ✓ Utiliser un matériel certifié et homologué par les instances publiques responsables ou dans les pays développés
coût	✓ Vérifier l'opportunité et la faisabilité d'intégrer les projets des compteurs intelligents eau potable sur le même support de communication que celui de la STEG (électricité et gaz) ✓ Réaliser des études pour montrer l'intérêt macro et micro économique de la mise en place du réseau d'eau intelligent en fonction de la situation géographique, de la couverture des réseaux de télécommunications, de la concentration de la population, du type d'habitats, de la topographie de l'environnement, de la catégorie des consommateurs, … et fournir le schéma de financement ✓ Subvention pour le démarrage du projet
sociale	✓ Pour faciliter son acceptation il faut sensibiliser le public et les abonnés (journées d'informations, colloques, spots publicitaires,…) sur les avantages des compteurs intelligents : générer des économies sur les factures individuelles, détection de fuites, préservation des ressources hydriques, assurer le développement durable et la distribution équitable des avantages tirés de l'eau, bonne gouvernance, transparence … ✓ Développement de nouveaux produits commerciaux de la SONEDE (abonnement des données en ligne, analyse des données de consommation d'eau,…). ✓ Développement du système de tarification de l'eau potable (tarification horaire,…) ✓ Formation, mise à niveau et redéploiement des agents chargés de la relève éventuellement vers d'autres tâches liées à la maintenance et l'exploitation des réseaux d'eau intelligents ✓ Création de nouveaux emplois liées aux technologies de l'information, les télécommunications, l'informatique,… ✓ Développements de sociétés dédiées à la mise en place, le suivi, la maintenance des réseaux d'eau intelligents ✓ Organiser des journées d'information en partenariat avec les ministres de la justice, des technologies de la communication et de l'économie numérique et celui chargé de la relation avec les instances constitutionnelles et la société civile ainsi que l'organisation de défense du consommateur et la Haute instance des droits de l'homme et des libertés publiques

Vie privée	✓ développement des solutions de sécurité qui se basent sur la certification électronique : Authentification, identification, contrôle d'accès et chiffrement basés sur la certification électronique, le cryptage des données; ✓ Les moyens de cryptage utilisés pour crypter les données à travers les réseaux de télécommunications doivent être homologués techniquement par l'Agence Nationale de Certification Electronique ✓ la mise en conformité des produits homologués ✓ Les données de consommation appartiennent au client et ne peuvent être utilisées sans son accord; ✓ mise en place d'un code de bonne conduite engageant les techniciens de la SONEDE responsables de l'exploitation et de la supervision des réseaux intelligents. ✓ Développer la législation sur la protection des données personnelles ✓ Associer l'Instance nationale de protection des données personnelles le Centre d'Etudes et de Recherche des Télécommunications et l'Agence Nationale de Certification électronique dans l'élaboration des termes de référence et des cahiers des charges des réseaux d'eau intelligents.

2.2.3.1 Mesures économiques et financières

Les mesures économiques et financières sont relatives à :

- ✓ La vérification de l'opportunité et la faisabilité d'intégrer les projets des compteurs intelligents eau potable sur le même support de communication que celui de la STEG (électricité et gaz) et établir des conventions spécifiques à cet effet ;
- ✓ La réaliser des études pour montrer l'intérêt macro et micro économique de la mise en place du réseau d'eau intelligent en fonction de la situation géographique, de la couverture des réseaux de télécommunications, de la concentration de la population, du type d'habitats, de la topographie de l'environnement, de la catégorie des consommateurs, … et fournir le schéma de financement ;
- ✓ Le développement du système de tarification de l'eau potable (tarification horaire,…) ;
- ✓ Subvention pour le démarrage du projet.

Actuellement, la tarification de l'eau ne permet pas de recouvrir les charges de l'eau, ce qui ne permet pas la durabilité des systèmes d'approvisionnement. En effet, le prix moyen appliqué est de 700 millimes le m3 alors que le prix de revient est de 820 millimes le m3. Il est recommandé de réviser la tarification de l'eau afin de recouvrir et progressivement les couts actuels et futurs engendrés par la mise en place de cette nouvelle technologie. C'est pourquoi une subvention au départ est nécessaire.

2.2.3.2 Mesures non financières

Technique

- ✓ Se concentrer dans la première phase sur la réalisation d'un projet pilote utilisant la technologie des réseaux d'eau intelligents la mieux adapté à notre environnement ;
- ✓ Associer le ministère des technologies de la communication et de l'économie numérique, le Centre d'Etudes et de Recherche des Télécommunications, les écoles d'ingénieurs dans le choix des solutions techniques et l'élaboration des termes de référence et des cahiers des charges des réseaux d'eau intelligents.

Santé et environnement

Réaliser des études pour se préparer. Pour cela, il conviendra de :

- ✓ Montrer au public que les préoccupations éventuelles sur les effets sur la santé sont négligeables ou réellement inexistantes (journées d'informations, colloques,…) en collaboration avec le ministère de la santé publique ;
- ✓ D'utiliser un matériel certifié et homologué par les instances publiques responsables ou dans les pays développés.

Sociale

- ✓ Pour faciliter son acceptation il faut sensibiliser le public et les abonnés (journées d'informations, colloques, spots publicitaires,…) sur les avantages des compteurs intelligents (générer des économies sur les factures individuelles, détection de fuites, préservation des ressources hydriques, assurer le développement durable et la distribution équitable des avantages tirés de l'eau, bonne gouvernance, transparence … ;
- ✓ Développement de nouveaux produits commerciaux de la SONEDE (abonnement des données en ligne, analyse des données de consommation d'eau,…) ;
- ✓ Formation, mise à niveau et redéploiement des agents chargés de la relève éventuellement vers d'autres tâches liées à la maintenance et l'exploitation des réseaux d'eau intelligents ;
- ✓ Création de nouveaux emplois liées aux technologies de l'information, les télécommunications, l'informatique,…
- ✓ Développements de sociétés dédiées à la mise en place, le suivi, la maintenance des réseaux d'eau intelligents ;
- ✓ Organiser des journées d'information en partenariat avec les ministres de la justice, des technologies de la communication et de l'économie numérique et celui chargé de la relation avec les instances constitutionnelles et la société civile ainsi que l'organisation de défense du consommateur et la Haute instance des droits de l'homme et des libertés publiques.

Protection de la vie privée

- ✓ Développement des solutions de sécurité qui se basent sur la certification électronique : authentification, identification, contrôle d'accès et chiffrement basés sur la certification électronique, le cryptage des données ;
- ✓ Les moyens de cryptage utilisés pour crypter les données à travers les réseaux de télécommunications doivent être homologués techniquement par l'Agence Nationale de Certification Electronique ;
- ✓ La mise en conformité des produits homologués ;
- ✓ Les données de consommation appartiennent au client et ne peuvent être utilisées sans son accord ;
- ✓ Mise en place d'un code de bonne conduite engageant les techniciens de la SONEDE responsables de l'exploitation et de la supervision des réseaux intelligents ;
- ✓ Développer la législation sur la protection des données personnelles ;
- ✓ Associer l'Instance nationale de protection des données personnelles le Centre d'Etudes et de Recherche des Télécommunications et l'Agence Nationale de Certification électronique dans l'élaboration des termes de référence et des cahiers des charges des réseaux d'eau intelligents.

2.3. Analyse des barrières et les mesures favorables envisageables du système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des crues

2.3.1. Description générale du système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des crues

La Medjerda occupe une place importante pour un ensemble de raisons physiques. En effet, La Medjerda est le cours d'eau le plus important de la Tunisie. Il est doté d'un bassin versant d'une superficie totale de 23 500 km2 dont 15.930 km2 se trouvent en Tunisie, soit 9,7% de la surface du pays. Ses apports annuels représentent en moyenne la moitié des ressources en eau de surface de la Tunisie (915 Millions de m3). En plus, le bassin de la Medjerda couvre 5 gouvernorats (Jendouba, Béja, le Kef, Siliana et Manouba), il abrite une population de 1,4 millions d'habitants (13,2% de la population totale) dont 1 million d'habitants en milieu rural. Il est équipé de 9 barrages avec une capacité de stockage de 1,4 milliards de m^3 et une production hydro-électrique de 89 MKW/an. De ce fait, La Medjerda détient les 2/3 des eaux mobilisables de la Tunisie.

La Medjerda se décompose en trois grandes entités hydrologiques: i) la haute vallée de la Medjerda (10 230 km^2), la moyenne vallée de la Medjerda (3610 km^2) et la basse vallée de la Medjerda (1840 km2). Chacune de ces entités hydrologiques présentent des caractéristiques particulières ainsi que des spécificités liées à leurs vulnérabilités. La haute vallée présente la vulnérabilité la plus importante.

Compte tenu de l'historique des inondations dans le bassin versant de la Medjerda et des dégâts et pertes enregistrées (cf. tableau ci-dessus), l'objectif du système d'alerte précoce des crues serait double : d'une part, protéger la ville de Bou Salem et d'autre part, réguler le fonctionnement du Barrage Sidi Salem, le plus important de la Tunisie, et ce moyennant la mise en place d'un SAP localisé au niveau de la haute vallée de la Medjerda permettant de fournir l'information nécessaire pour anticiper les crues de la Medjerda et par suite de réduire le risque inondation sur toute la vallée de la Medjerda.

La technologie comprend quatre grands volets :

1. **Le renforcement de l'observation**

- ✓ Densification du Réseau d'Observation pluviométrique
- ✓ Migrer d'une maintenance préventive à une maintenance curative
- ✓ Observation satellitaire
- ✓ Observation radar
- ✓ Observation hydrologique & hydraulique
- ✓ Collecte et transmission des données

2. **La prévision**

- ✓ Prévision météorologique (le passage du modèle ALADIN-Tunisie (résolution de 12,5 km) au modèle AROME (résolution de 2,5 km), le renforcement des moyens de calcul, un programme de renforcement des capacités et le développement d'une carte de vigilance « météorologique »
- ✓ Prévision hydrologique & hydraulique (installation et mise en opérationnel un modèle de prévision hydrologique ainsi qu'un modèle hydraulique pour le barrage de Sidi Salem, acquisition des moyens de calcul, un programme de renforcement des capacités et le développement d'une carte de vigilance « crues »

3. **La transmission et l'alerte**

- ✓ Diffusion de l'alerte au niveau des régions

- ✓ Information du grand public
- ✓ Standardisation des seuils de vigilance, de pré-alerte et d'alerte

4. La gestion de crise

- ✓ Renforcement de la capacité des régions
- ✓ Assurer les actions préventives au niveau de chaque gouvernorat.
- ✓ Amélioration de la coordination entre gouvernorats

Même s'il existe différents outils d'observation, de prévision, d'alerte et de gestion de grise, ils demeurent incomplets et insuffisants pour une gestion efficace des risques liés aux inondations. Différentes lacunes et manquement ont été signalés que seul un SAP pourra combler. Ce système d'alerte sera le premier à mettre en place et sera suivi par celui de la moyenne vallée de la Medjerda ainsi qu'un système d'alerte précoce pour la ville de Sfax.

La mise en place du SAP crues pour la haute vallée de la Medjerda permet d'atténuer les impacts négatifs des crues et les pertes colossales enregistrées. Il permettra aussi une meilleure collaboration avec l'Algérie, une meilleure gestion de la crise si jamais les crues ne pourront pas être atténuées par des actions anticipées.

Le cout du SAP est estimé à 10 MDT en terme d'investissement avec un cout supplémentaire d'opérationnalisation et de maintenance d'environ 10% par an. Le cout de réplication serait de 9 MDT pour la moyenne vallée de la Medjerda et de 8 MDT pour la ville de Sfax.

2.3.2 Analyse des barrières du système d'alerte précoce

Sur une proposition de liste des barrières par les représentants du Ministère de l'agriculture, les participants du groupe adaptation ont apporté leurs contribution lors des ateliers ce qui a permis de retenir la liste fournie dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3. Liste des barrières du système d'alerte précoce

Les volets	Les barrières
Observation	✓ Coût de matériel élevé ✓ Absence main-d'œuvre qualifiée pour la maintenance (sur site) ✓ Maintenance insuffisante des stations ✓ Couverture réseau GSM DATA faible surtout en période de crues 'mauvais temps' ✓ Problèmes liés aux types de matériels ✓ Vandalisme ✓ Insuffisance des stations de mesure mobiles ✓ Nbre/fréquence des curages limitée ✓ Pas d'accès aux données Algériennes ✓ Réseau automatique en temps réel uniquement sur bassin Méjerdah ✓ Absence de levés topographiques (profil en long et en travers) surtout pour les tronçons à risque
Prévision	✓ Absence d'équipe de prévision hydrologique : modélisation ✓ Absence de convention DGRE et INM ✓ Absence de coordination pour le fonctionnement des barrages : lâchers en temps de crue

Diffusion de l'alerte	✓ Problèmes d'internet (IRESA) pour diffusion des données ✓ Fiabilité des données : multitude de sources ✓ Seuils de vigilance et d'alerte établis suivant la connaissance de certaines personnes proche de départ à la retraite ou sur la base de temps de propagation des crues ✓ Absence de cadre institutionnel pour le système d'alerte
Prévention	✓ Urbanisation incontrôlée (lits des oueds) ✓ Absence de cartographie des zones inondables ✓ Manque d'information et de sensibilisation sur les risques des crues ✓ Absence des cartes d'évacuation en cas d'inondations ✓ Absence des opérations blanches d'évacuation

Sur la base d'une hiérarchisation en utilisant l'arbre à problème, la barrière principale retenue est le **système hydrologie de prévision** qui est peu performant (annexe 4.4).

2.3.2.1 Barrières économiques et financières

L'analyse de la situation actuelle indique le manque d'équipement relatif au suivi hydrologique qui permet de faire des prévisions fiables. De ce fait, la barrière retenue est essentiellement économique et relative au cout des équipements (investissement en matériel) ainsi que celui relatif au suivi, entretien et la maintenance. En effet, en cas de crue, une partie du matériel peut être emportée par les inondations et qu'il faudra systématiquement renouvelée. Aussi l'absence des indemnités et encouragements pour le personnel chargé de l'observation et le suivi est un handicap car ce personnel prend des grands risques en se déplaçant pendant les périodes pluvieuses surtout.

2.3.2.2 Barrières non financières

Manque de sensibilisation

Aussi bien le personnel que le public est peu sensibilisé aux risques des inondations liés parfois à une urbanisation et/ou occupation des sols illicites. La peur de perdre les biens font qu'il est difficile de faire évacuer les personnes dans les zones sinistrées.

Manque de personnel qualifié

Le système d'alerte nécessite de l'expertise de pointe et la maitrise de logiciels de modélisation et donc un personnel qualifié et rodé.

Absence de cadre institutionnel

La multiplicité des acteurs dans la gestion du système d'alerte surtout lors des crises fait que la coordination est difficile. L'absence d'un cadre institutionnel en est la principale cause. Ceci est à l'origine d'une faible coordination entre les différents acteurs surtout en termes d'échanges des informations nécessaires à la prévision et à la gestion de la crise après.

2.3.3 Mesures identifiées

Les différentes mesures pour lever les barrières ont été identifiées (annexe 4.4).

Tableau 4. Liste des mesures pour lever les barrières pour le système d'alerte précoce

Types de mesures	Mesures
Mesures pour les Barrières Liées aux observations, acquisition des données, observateurs, télémesures et transmission des données	✓ Renforcement du réseau des stations hydrométriques surtout au niveau es affluents ou aux points de jonction entre les grands oueds et leurs affluents ✓ Electrification des stations hydrométriques ✓ L'accessibilité aux stations hydrométriques surtout lors des périodes pluvieuses ou des inondations ✓ Prévoir des indemnités encourageantes ✓ Renforcement ces capacités (formation des observateurs, etc…) ✓ Equipements des observateurs (moyens de communication et de déplacement, …) ✓ Mise en place d'un système de télémesure des observations et des données (équipements de communication et informatiques, …)
Mesures pour les Barrières Liées aux prévisions	✓ Cartographie les zones à risque d'inondation (zones vulnérables, zones inondables, …) ✓ Définition des seuils de vigilance, de pré-alerte et d'alerte ✓ Mise en place de carte de vigilance ✓ Elaboration d'un modèle de prévision et de simulation hydrologiques au niveau des grands barrages ou des points de confluents, nécessitant : fourniture des moyens de calcul et renforcement des capacités ✓ Elaboration d'un plan de gestion des risques d'inondation (PGRI)
Mesures pour les Barrières liées à la gestion des crises	✓ Prévoir des budgets annuels par gouvernorat pour mener des actions préventives ✓ Mise en place d'un manuel de procédures standard pour la gestion des inondations définissant les attributions des chaque intervenant
Mesures pour les Barrières Liées à la sensibilisation	✓ Information du grand public pas uniquement au moment des crises, mais surtout bien avant : diffusion des cartes des zones à risque d'inondation, la carte de vigilance ✓ Diffusion de l'alerte au niveau des régions

2.3.3.1 Mesures économiques et financières

Les mesures économiques et financières sont relatives au cout des investissements : équipements, logiciels, matériels de télémesures et transmissions ainsi que ceux pour l'archivage et le suivi/évaluation du système. Le choix d'un matériel adapté au contexte et surtout en termes d'accessibilité lors des crues. Au niveau de l'exploitation du système, il conviendra d'envisager des indemnités consistantes pour le personnel chargé de l'observation surtout lors des crises. La budgétisation des mesures de prévention et des couts de fonctionnement de ce système pour les différentes phases d'exploitation et au niveau de chaque région est également une mesure de haute importance.

2.3.3.2 Barrières non financières

Mesures de sensibilisation

Instaurer un système national de sensibilisation et de diffusion des informations en temps opportun est une mesure de haute importance. Les informations doivent être étudiées, actualisées et diffusées par les différents canaux pour atteindre un large public. Les mesures préventives sont également des informations à diffuser afin de réduire les atteintes de la population au milieu naturel qui peuvent accroitre les dégâts liés aux inondations. Ce système pourra être hébergé à l'INM ou au Ministre de l'intérieur.

Le renforcement des capacités du personnel

Le système d'alerte nécessite l'utilisation de logiciels de modélisation et des outils/équipements de haute technicité. Pour cela, la formation des ingénieurs et du personnel dans tous les domaines liée à la gestion des systèmes d'alerte est nécessaire (adapter les formations universitaires). Aussi, un programme de mise à niveau et de modernisation dans les centres déjà équipés de matériels hydrologiques doit être mis en place pour un fonctionnement en continue (donc avec un budget spécifique)

Le cadre institutionnel et juridique

La mise en place d'un cadre institutionnel avec un manuel de procédures clair pour tous est une mesure fondamentale pour réussir le déploiement de cette technologie. La clarté des rôles et des responsabilités avec les moyens matériels nécessaires permet de réduire les erreurs dans les interventions, les spéculations et les interprétations.
La création d'une unité de gestion par objectif (UGBO) pendant trois ans à Jendouba supportée par une assistance technique est proposée (alternative à confirmer par l'étude du SAP en cours[8]).
L'objectif est de bâtir sur l'existant, créer un SAP local avec un ancrage central. Le cadre institutionnel et juridique pourra évoluer (cf. étude en cours).

2.4. Interrelations entre les barrières identifiées

2.4.1. Manque de ressources financières et d'incitations

La gestion des périodes d'abondance d'eau ainsi que la rareté de l'eau sont deux axes majeurs d'intervention de l'Etat. Réduire les effets négatifs des inondations ou suivre la consommation d'eau pour son économie nécessitent des moyens matériels importants. La difficulté de saisir la rentabilité économique dans les deux cas fait que l'accès au financement et donc les ressources financières pour le déploiement des technologies. Elle est la plus importante pour le système d'eau potable intelligent compte tenu des difficultés d'identifier la rentabilité de ces systèmes surtout pour les usagers. L'importance stratégique de ces deux technologies pour assurer la durabilité du développement dans sa globalité nécessite que ces deux technologies bénéficient au démarrage des subventions et des indemnités d'encouragements. Cela étant une révision de la tarification de l'eau devra tenir compte des aspects climatiques pour aller vers une « tarification climatique ».

[8] DGEQV, 2015. Service d'Ingénieurs Conseil pour une Mission d'Assistance Technique pour « Système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des Risques Liés aux Extrêmes Climatiques en Tunisie – Elaboration d'une Etude de Faisabilité »

4.4.2. Le manque de compétences spécifiques pour la mise en œuvre

Le manque de personnel qualifié pour la mise en œuvre de ces technologies constitue un handicap majeur commun aux deux technologies. La difficulté vécue est également au niveau de la mise à niveau du personnel pour l'acquisition des nouvelles connaissances et compétences ce qui nécessite souvent le recrutement de personnel polyvalent pour assurer le remplacement dans le cas de formation. La formation continue et la mise à niveau doit être opérée en continue.

2.4.3. Manque d'information et de sensibilisation

La rareté de l'eau et aussi son abondance sont deux axes majeurs où la sensibilisation et l'information reste faible, voire même négligée. Ces technologies qui permettent de dépasser les défis auxquels le secteur de l'eau fait face ne sont pas assez diffusées pour recueillir une meilleure adhésion pour leur mise en œuvre.

2.5. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur «ressources en eau »

2.5.1. Fournir des ressources financières et des incitations

La mise en œuvre de ces deux technologies nécessitent la prise de conscience du besoin de budgétiser des ressources pour le fonctionnement des systèmes surtout pour le système d'alerte précoce qui nécessite une budgétisation au niveau des différents gouvernorats impliqués dans la gestion du système. Les budgets des mesures de prévention sont également une priorité à considérer dans l'actualisation des plans de développement quinquennaux. Des incitations et des encouragements doivent être envisagés pour permettre l'exploitation rationnelle des technologies compte tenu des difficultés d'intervention surtout dans le cas du système d'alerte précoce. La révision de la tarification de l'eau tenant compte des effets du climat est un des outils à considérer aussi bien pour l'eau potable que pour l'irrigation.

2.5.2. Formation d'un personnel qualifié pour la mise en œuvre de la technologie

Pour les deux technologies retenues, le recours à des technologies de pointe nécessite le recrutement d'un personnel qualifié pour renforcer les équipes déjà existantes ainsi que la formation d'un personnel et sa mise à niveau pour des qualifications divers nécessaires à la mise en œuvre des technologies est indispensable. Pour cela, il conviendra d'intégrer dans les parcours universitaires des modules ciblés à la gestion des extrêmes climatiques. De l'expertise internationale pourra être sollicitée à cet effet. Des stages ciblés à l'étranger pourraient également compléter les formations.

2.5.3. Mettre en place un programme national d'information et de sensibilisation

L'évolution continue des technologies et des challenges dans le domaine de la gestion de l'eau en temps de pénurie ou d'abondance nécessite de concevoir un programme national spécifique à ces deux technologies qui aura pour rôle la mise en place de façon continue des campagnes d'information et de sensibilisation sous forme d'ateliers, de réunions, de publicité. La mise en place de plateforme d'échanges d'informations permettra une meilleure implication de la population par retour d'informations au niveau local.

III. le secteur « Gestion des zones côtières et marines »

3.1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies

Le littoral tunisien abrite les 2/3 de la population tunisienne et 90% de l'activité économique. De ce fait, son importance dans l'économie Tunisienne est capitale (41 ports, 24% des superficies totales du pays en céréales, 29% en fourrages, 41% en légumineuses, 50% en maraîchage et 53% en arboriculture, 42% du cheptel bovin, 30% du cheptel ovin et 35% du cheptel caprin). Ce schéma d'aménagement du littoral montre l'ampleur de la pression anthropique exercée sur cet espace restreint du territoire à laquelle se rajoute les effets de l'EANM. Toutes les études réalisées montrent que les zones côtières sont particulièrement vulnérables aux impacts de l'élévation du niveau marin, mais aussi au réchauffement des eaux de surface ou de l'accentuation des phénomènes extrêmes (tempêtes, cyclones, etc.). Les principaux impacts attendus sont la recrudescence des phénomènes d'érosion côtière, les inondations des zones basses, la destruction des infrastructures hôtelières, portuaires, touristiques, industrielles et de transport, le déclin de l'activité agricole par la salinisation des sols et des eaux et les modifications de la saisonnalité touristique etc. Les pertes de production du à l'EANM se chiffrent à environ 0,5 du PIB.

De ce fait, la priorité des interventions de l'APAL est dirigée vers la surveillance, le suivi et la veille au niveau du littoral ainsi que la protection des zones les plus vulnérables contre l'érosion et l'EANM.
En effet, une stratégie d'adaptation du littoral au CC a été réalisée ce qui a permis d'identifier des mesures d'adaptation qui portent essentiellement sur la réhabilitation et la lutte contre l'érosion côtière, le réaménagement et la délocalisation des zones industrielles côtières, la réhabilitation et la protection des infrastructures existantes contre les risques d'impacts climatiques et l'implantation des fermes et infrastructures aquacoles. Le montant global a été estimé à 556 M$. Le premier projet d'adaptation au changement climatique financé par le Fond spécial pour les changements climatiques intitulé « lutte contre la vulnérabilité et les risques liés aux changements climatiques dans les zones cotières vulnérables de la Tunisie » a été initié et concene deux zones pilotes Ghar El Meleh et l'ile de Djerba pour un montant global de 5,6 M$ sur 5 années (2015-2019).

3.2. Analyse des barrières et les mesures favorables du système d'information et d'aide à la décision

3.2.1 Description générale Du système d'information et d'aide à la décision

Le Système d'information et d'aide à la décision (SIAD) du littoral de l'APAL est un dispositif d'information dynamique chargé de la mesure, de la collecte, du stockage, de la gestion, du traitement, de l'analyse, de l'interprétation et de la diffusion de l'information météo-océanographique et physico-chimique dans une optique de facilitation de la prise de décision en matière de surveillance, d'alerte et de protection du littoral tunisien.

Le SIAD du littoral et à travers son Système de collecte, de stockage et de traitement de données vise à assurer la pérennité des données météo-océanographiques et physico-chimiques mesurées et transmises en temps réel par satellite à l'Observatoire du Littoral de l'APAL à partir d'un réseau de mesure en mer et de transmission en temps réel composé de trois bouées fixes, quatre bouées mobiles et quatre marégraphes. Le SIAD constitue une évolution radicale au niveau de l'activité opérationnelle principale de l'APAL mais sa réussite reste timide compte tenu qu'elle est tributaire d'une bonne coordination entre l'Observatoire du Littoral et les différents acteurs (OTEDD, INM, INSTM, SHO, Centres de recherches, DGSAM, etc.) afin qu'il y'ait un transfert d'informations, de données et de résultats dans les deux sens. Le renforcement des outils d'analyse et de collecte de données permet de mieux satisfaire les besoins des différents partenaires.

La technologie proposée comporte les 4 composantes suivantes :

Composante A : Renforcement du SIAD par : Acquisition des équipements de mesures, par l'intégration au sein du réseau de mesure des nouvelles sondes et capteurs multiparamétriques et météorologiques et instruments océanographiques.
Composante B : Renforcement du SIAD par : Acquisition de logiciels de traitement et de modélisation et de simulation des données hydrodynamiques, physico-chimiques et météorologiques.
Composante C : Renforcement du SIAD par une assistance technique au profit des cadres de l'APAL qui ont la tâche de gérer le SIAD.
Composante D : des études thématiques.
Composante A : Equipement, par l'intégration d'autres équipements compte tenu du fait que les sondes des trois bouées fixes sont actuellement saturées. Il s'agit d'acquérir pour chaque bouée fixe une sonde multiparamétrique additionnelle dotée des capteurs pour mesurer et suivre la toxicité, la productivité ainsi que les mesures hydrodynamiques et océanographiques complémentaires.
Le SIAD ainsi renforcé doit permettre d'apporter des réponses aux domaines d'investigation suivants:

1. L'observation et le suivi des écosystèmes littoraux dans leurs interactions avec les actions de développement actuelles et futures ;
2. Les processus de prise de décision ;
3. Le suivi de l'impact des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer en particulier sur les écosystèmes littoraux et les activités humaines qui s'y produisent ;
4. La contribution à la mise en place et le suivi d'une stratégie nationale du littoral ;
5. La contribution aux systèmes à vocation d'alerte.

La technologie renforce le SIAD et s'inscrit dans le sens des « bonnes pratiques » (good practice dans la terminologie anglo-saxone) des systèmes développés ou en cours de développement dans les centres européens. L'ultime objectif de ce déploiement est le renforcement du Système de Surveillance face aux menaces engendrées par l'effet du Changement Climatique et les catastrophes naturelles sur la population côtière et le littoral. Les instruments de mesure déjà en place déployées à des profondeurs d'environ 20 mètres en face des côtes de Ghar El Melh (Bizerte), Hergla (Sousse) et Djerba (Zarzis) et au niveau de quatre ports (Tabarka, Marina Hammamet, Gabès et Zarzis). Par ailleurs, l'APAL s'est doté d'un système de collecte de données en temps réel par GSMDATA, de stockage en base de données, et d'une interface dynamique en intranet pour l'affichage et l'exploitation des données, l'ensemble est centralisé au sein de l'observatoire du littoral à l'APAL.

Le cout de cette technologie est estimé à 3 MDT pour une mise en œuvre sur 5 années et qui implique les Ministères et institutions en charge de l'équipement, l'environnement, de la recherche (INSTM), INM ainsi que le Ministère de la défense au niveau du SHOM.

3.2.2 Analyse des barrières du système d'information et d'aide à la décision

L'analyse des barrières a été réalisée lors des ateliers avec l'apport de tous les participants par un brainstorming et prenant comme base de réflexion l'identification faite par le représentant de l'APAL.

Les barrières identifiées sont les suivantes :

- ✓ Difficulté et faible autonomie logistique (équipement de plongée, labo pour calibrage, embarcation, aspect administratifs)
- ✓ Maintenance coûteuse (pièces de rechanges, personnel non formé)
- ✓ Manque d'expertise et de savoir-faire dans le domaine

- ✓ Transmission par satellite en temps réel (pour satisfaire la vocation d'alerte du SIAD) couteuse
- ✓ Indisponibilité/insuffisance du matériel informatique puissant (serveur, unités de sauvegarde, matériel de surveillance, logiciel de traitement et de modélisation simulation)
- ✓ Absence d'une plateforme unique d'échange entre les institutions nationales pour rentabiliser le système
- ✓ Manque de sensibilisation des politiciens pour prendre en compte l'aspect CC dans la planification
- ✓ Coût élevé de communication et diffusion régulière des résultats
- ✓ Faible communication autour du SIAD (risque, tempêtes, alerte…)
- ✓ Absence d'un réseau des professionnels de l'océanographie
- ✓ Absence de réglementation des partenariats et des protocoles d'échange entre les administrations
- ✓ Absence de réglementation du secteur de la donnée océanographique à commercialiser
- ✓ Pas de spécialiste en la matière (océanographie)
- ✓ Faible formation et absence de capacités technique chez le personnel
- ✓ Sous-estimation de la valeur et du rôle du SIAD.

La hiérarchisation de ces barrières, en utilisant l'arbre à problèmes, a permis de retenir deux barrières principales qui font face à la mise en œuvre de cette technologie : **la faiblesse du cadre institutionnel et règlementaire et la faible durabilité de l'installation et du fonctionnement** (annexe 4.5).

3.2.2.1 Barrières économiques et financières

Les barrières économiques et financières sont liés à la faible autonomie logistique (équipement de plongée, labo pour calibrage, embarcation, aspect administratifs), aux couts de la transmission des données et aux coûts de maintenance (pièces de rechanges) qui sont non budgétisés. Aussi des incitations financières pour le personnel /privé pour intervenir dans ce domaine relativement nouveau dans le contexte de la Tunisie.

3.2.2.2 Barrières non financières

Communication et sensibilisation

La principale barrière est au niveau de la communication et la sensibilisation du rôle fondamental du SIAD dans la gestion des risques des tempêtes et d'alerte pour une meilleure planification des investissements sur le littoral et aussi du manque de sensibilisation des politiciens pour prendre en compte l'aspect CC dans la planification. Cette communication est d'autant plus importante que 80% du PIB est produit sur le littoral.

Compétence du personnel/privé

Le fonctionnement du SIAD nécessite des compétences spécifiques en océanographie. Or ces compétences sont rares et un manque d'expertise et de savoir-faire dans le domaine aussi bien au niveau des agents de l'APAL, des agents d'autres ministères intervenants sur le littoral ainsi qu'au niveau des acteurs privés est constaté. Un manque de spécialistes en la matière d'océanographie est recensé.

Cadre institutionnel et règlementaire

Le cadre institutionnel pour le SIAD est faible pour ne pas dire inexistant. En effet :

- ✓ La réglementation des partenariats et des protocoles d'échange entre les administrations est défaillante. Le SIAD nécessite d'autres données à recueillir chez d'autres partenaires. Rien « n'oblige » les institutions à échanger ;
- ✓ Il n'existe pas de règlementation pour la commercialisation des données océanographiques afin de rentabiliser le système et valoriser ses sorties pour une meilleure planification ;
- ✓ L'absence de réseau des professionnels de l'océanographie. Ce corps de métiers est rare sur le marché et donc les expertises fournies sont chères ;
- ✓ L'absence d'une plateforme unique d'échange entre les institutions nationales pour rentabiliser le système du SIAD dont le fonctionnement nécessite une multitude de données et des moyens humains importantes.

3.2.3 Mesures identifiées

Les mesures globales identifiées sont les suivantes :

- ✓ Adoption de l'aspect risque CC comme priorité dans les stratégies futures de l'Etat et son insertion dans les plans de développement et octroi du budget nécessaire (études, acquisitions de matériel…) ;
- ✓ Lobbying autour de la question du CC et surtout ses impacts au niveau du littoral ;
- ✓ Insertion de l'aspect CC dans les formations universitaires et création de diplômes spécifiques ;
- ✓ Encouragement fiscaux et financiers pour l'importation du matériel nécessaire ;
- ✓ Recherche d'autres ressources de financement ;
- ✓ Simplification des procédures pour faciliter les aspects logistiques au niveau des institutions intervenants sur le littoral (APAL, INSTM, Recherche universitaire et agricole, INM…) ;
- ✓ Stratégie de communication et de sensibilisation des décideurs, responsables, citoyens, pêcheurs… ;
- ✓ Mise en place de protocole d'échange réglementé et de partenariat ;
- ✓ Créer une règlementation pour la commercialisation des produits du SIAD ;
- ✓ Mise en place d'un plan de vulgarisation du système et de ses produits ;
- ✓ Mise en place d'une cellule de veille maritime ;
- ✓ Créer un réseau de compétences locales pour réduire le cout de la maintenance et le traitement des données ;
- ✓ Mise en place de convention avec les investisseurs privés sur le littoral et en mer ;

3.2.3.1 Mesures économiques et financières

Le SIAD devra fournir des informations de haute importance pour orienter les investissements de protection et de développement sur le littoral. De ce fait, des mesures économiques et financières sont retenues pour lever les barrières et qui ont pour objectif d'assurer la durabilité du système. Il s'agit des encouragements fiscaux et financiers pour l'importation du matériel nécessaire (réduire les droits de douane par exemple), la recherche d'autres ressources de financement et la création des mécanismes pour la commercialisation des produits du SIAD. En effet les produits du SIAD doivent être valorisés pour assurer sa pérennité. Aussi, la budgétisation des couts d'exploitation du système est également une mesure fondamentale surtout pour le démarrage du projet en attendant que le système puisse s'autofinancer.

3.2.3.2 Mesures non financières

Communication/vulgarisation

La communication autour de la question du CC et surtout ses impacts au niveau du littoral et le manque de stratégie de communication et de sensibilisation des décideurs, responsables, citoyens, pêcheurs. Aussi, la vulgarisation des atouts du système et de ses produits et les opportunités de leurs commercialisations.

Formation et renforcement des capacités

L'insertion de l'aspect CC dans les formations universitaires et création de diplômes spécifiques et par conséquent la création de réseau de compétences locales pour réduire le cout de la maintenance et le traitement des données.

Cadre institutionnel et règlementaire

Il s'agit de créer un cadre institutionnel et règlementaire qui permet :

- D'alléger les procédures de la logistiques au niveau des institutions intervenantes sur le littoral (APAL INSTM Recherche universitaire et agricole INM…) ;
- De créer un protocole d'échange réglementé et de partenariat ;
- D'instaurer une règlementation pour la commercialisation des produits du SIAD (définir les besoins, les produits et leurs couts) ;
- De créer une cellule de veille maritime ;
- D'instaurer des conventions avec les investisseurs privés sur le littoral et en mer.

3.3. Analyse des barrières et les mesures favorables envisageables du management du littoral

3.3.1 Description générale du Management du littoral

L'effet conjugué de l'élévation relative du niveau de la mer, des ondes de tempête et des vagues peut entraîner une multiplication et une intensification des inondations dans les régions côtières. Les autorités nationales, régionales et locales ont l'obligation morale et juridique de prendre des mesures préventives et d'identifier les zones exposées en y intégrant les risques de toute nature, y compris les impacts potentiels de l'EANM. Les plages, qui sont l'élément essentiel de l'infrastructure balnéaire, vont subir une dégradation suite aux effets des EANM. Les objectifs de cette technologie sont :

- ✓ La protection des plages des effets de l'EANM ;
- ✓ Le réaménagement des plages ayant subies des dégradations.

La technologie comprend :

- ✓ L'exécution des travaux de protection des plages ;
- ✓ La fixation des dunes littorales ;
- ✓ L'aménagement des plages dégradées.

L'APAL a déjà exécuté des actions de réhabilitation telles que la canalisation des flux piétonniers (et par là même la limitation du piétinement), la stabilisation des sentiers d'accès à la plage, le relevé

des formations végétales existantes et leur mise en défends, l'aménagement de dispositif de contention (par le biais de barrières conçues dans le respect des caractéristiques du paysage local) ; Ce dispositif sera à même de protéger les formations végétales relevées, d'élargir et de sécuriser la zone de baignade et d'empêcher l'empiètement du cordon par les véhicules, l'élimination des réseaux divers implantés sur le cordon (eau et électricité), le renforcement du gardiennage et des actions d'enlèvement des déchets.

La technologie visée permet de réduire la pression humaine qui peut être urbaine, industrielle, touristique ou agricole. Cette pression s'explique par le fait que les 2/3 de la population est installée sur les côtes. Les avantages de l'adaptation au changement climatique permettent de réduire la vulnérabilité des zones côtières aux impacts de l'EANM par exemple l'intégration des exigences de l'EANM dans les Plans d'Aménagement Urbain, nouvelles normes et dispositions réglementaires spécifiques à l'Adaptation, DPM, DPH, PAU, etc.) à l'échelle 2030.

Cette technologie sera appliquée dans la zone de Rafraf et Sousse pour un montant de 15 MDT. La durée de mise en œuvre est de deux ans pour Rafraf et de 4 années pour Sousse. Le Ministère de l'agriculture, le Ministère de l'Environnement et les Promoteurs privés seront les partenaires clés de cette technologie.

3.3.2 Analyse des barrières de Management du littoral

L'analyse des barrières a été basée sur un output du représentant de l'APAL complété par le travail du groupe adaptation lors des ateliers (annexe 4.6). Les barrières identifiées sont résumées ci-dessous :

- ✓ Cout élevé des travaux
- ✓ Pas de budget pour les études (technique, faisabilité, dossier d'exécution) ;
- ✓ Manque d'expertise, de savoir-faire et d'innovation ;
- ✓ La difficulté de l'évaluation de la vulnérabilité pour la priorisation des interventions ;
- ✓ Choix des solutions adéquates, dimensionnement et simulation
- ✓ Problèmes divers lors de l'exécution par manque d'entreprises de travaux maritimes ;
- ✓ Manque de moyens humains : plan de charge des entreprises complet (des entreprises agréées pour les travaux maritimes peu nombreuses (engins spéciaux et couteux) ;
- ✓ Certains matériaux de construction importés et très chers (transport)
- ✓ Disponibilité difficile des gîtes de sable
- ✓ Manque des moyens de prospection
- ✓ Acceptabilité sociale : Impact sur le quotidien, manque de confiance (expériences précédentes non réussies)
- ✓ Changement de l'usage des sites
- ✓ Non recours à l'approche participative
- ✓ Conflit entre les acteurs locaux (administrations, ONGs, population..)
- ✓ Non adhésion des administrations tunisiennes (municipalités au concept de recul stratégique (qui dépend des zones et des différents risques)
- ✓ La non appropriation du système par la population ;
- ✓ Institutionnel : plusieurs intervenants sur le DPM avec des intérêts conflictuels
- ✓ Absence de médiatisation et de sensibilisation aux risques du CC (politiques, citoyens) ;
- ✓ Durée longue des études (administrations et retards entreprises, BE).

La hiérarchisation de ces barrières en utilisant l'arbre à problèmes a permis de retenir comme barrière principale l'accès limité aux ressources financières (annexe 4.6).

3.3.2.1 Barrières économiques et financières

Les principales barrières économiques sont relatives aux coûts des travaux et l'absence de budget spécifiques à l'élaboration des études de vulnérabilité qui permettent de cibler la technologie aux zones prioritaires. L'absence d'incitations financières pour les entreprises agréées pour les travaux maritimes pour l'acquisition des engins spéciaux relativement couteux et des matériaux importés. Aussi l'absence d'encouragement au personnel de l'APAL dans la mise en œuvre de la technologie.

3.3.2.2 Barrières non financières

Absence de médiatisation et sensibilisation

L'absence de médiatisation et de sensibilisation même à très haut niveau est la barrière clé qu'il conviendra de dépasser. L'intervention sur le littoral n'est pas considérée comme prioritaire pour tous les intervenants sur le littoral.

Faiblesse du cadre institutionnel

Plusieurs intervenants sur le littoral avec des prérogatives et des enjeux différents. L'absence de vision partagée fait que le cadre institutionnel actuel ne favorise pas la collaboration et la coordination pour des synergies et complémentarités des actions menées sur le littoral et le DPM.

Non appropriation par l'administration et des bénéficiaires

Un manque flagrant au niveau de l'appropriation des municipalités des mesures ainsi qu'au niveau des autres communautés des pécheurs et des usagers privés du littoral par l'absence de l'approche participative effective. L'intégralité des investissements est réalisé par l'Etat ce qui explique la faible appropriation des autres partenaires et bénéficiaires des services rendus par ces mesures de protection.

Manque de compétences

Le manque des compétences est observé aux niveaux de la réalisation des études préliminaires pour la mise en œuvre de la technologie ainsi que lors de l'exécution des travaux. L'expertise privée est également faible ce qui provoque des retards dans l'exécution des travaux.

3.3.3 Mesures identifiées

Les mesures pour lever les barrières ont été identifiées sur un output du représentant de l'APAL complétées par le travail du groupe adaptation lors des ateliers (annexe 4.6). Les mesures identifiées sont résumées ci-dessous :

- ✓ Adoption de l'aspect risque CC comme priorité dans les stratégies futures de l'Etat et son insertion dans les plans de développement et octroi du budget nécessaire (études, acquisitions de matériel…) ;
- ✓ Lobbying autour de la question du CC ;
- ✓ Stabilisation du marché des matériaux de construction ;
- ✓ Recherche et développement du marché au niveau local et régional pour les matériaux utilisés pour les techniques douces et innovantes ;

- ✓ Insertion de l'aspect CC dans les formations universitaires et création de diplômes spécifiques ;
- ✓ Développement de la recherche pour la prospection sous-marine en Tunisie (Instituts de recherche INSTM) sonar latéral, sismique réflexion ;
- ✓ Encouragement fiscaux et financiers pour l'importation des engins de travaux maritimes.

3.3.3.1 Mesures économiques et financières

Les mesures économiques sont relatives aux couts des travaux et aux incitations financières pour l'acquisition des matériaux importés et des engins spécifiques à la réalisation des travaux. La réduction voir la suppression des taxes douanières est une mesure à considérer. Les encouragements ou la recherche de mécanismes spécifiques pour le personnel/institutions chargés de la durabilité de la technologie afin qu'elle remplisse ses objectifs e terme de protection des investissements. L'Etat ne peut continuer à financer des projets de ce genre si les bénéficiaires de cette protection n'interviennent pas d'une manière ou d'une autre dans la prise en charge des couts d'exploitation de la technologie.

3.3.3.2 Mesures non financières

Les mesures non financières sont au niveau de:

Les mesures économiques sont intimement liées à la réduction des coûts des travaux et aux incitations financières dont les estimations pourront découler des pertes à éviter. En effet, le rapport CPDN[9] de la Tunisie évoque des pertes en capital productif engendrées par les dégâts de l'EANM de 2 milliards de dollar. Les pertes en production annuelle sont estimées à environ 0,5% du PIB actuel provenant essentiellement du tourisme (55% et de l'agriculture (45%). Les pertes d'emplois sont estimées à environ 36000 emplois entre l'agriculture et le tourisme.

Sensibilisation/vulgarisation

La protection du littoral contre l'érosion et l'EANM ne semble pas être une priorité des communes et/ou des différents usagers de cet espace fragile. De même pour le secteur privé dont les investissements peuvent être endommagés si cette protection n'est pas mise en œuvre. La sensibilisation et la vulgarisation de cette technologie permettra son adoption à des échelles plus petites dans différentes zones du littoral.

Formation d'un personnel qualifié

L'amélioration des compétences du personnel de l'APAL et de celui d'autres institutions agissant sur le littoral est une mesure à mettre en œuvre de façon continue. La qualification viendrait par l'adoption des différents modules spécifiques au niveau de l'université ou de la formation continue.

[9] République tunisienne, 2015. Contribution prévue déterminée au niveau national

Le renforcement du cadre institutionnel

Les intervenants au niveau du littoral et du DPM sont nombreux et la coordination des différentes actions doit se faire sous un cadre règlementaire et avec des objectifs de développement et de protection communs. L'implication de la population locale en tant que partenaires clé de ce cadre, permettra d'assurer la durabilité de la technologie mise en place.

3.4. Interrelations entre les barrières identifiées

Même si les deux technologies interviennent à des niveaux différents de la protection du littoral, certaines barrières identifiées sont similaires.

3.4.1. Faibles compétences

Le secteur souffre d'une faible maitrise des techniques des nouvelles technologies par manque de formations, d'expérience pratique et de moyens matériels aussi bien dans le secteur public que le privé. L'absence de corps de métier dans le domaine de l'océanographie handicape le secteur.

3.4.2. Faible cadre institutionnel et règlementaire

Pour la gestion du littoral en général, la faiblesse du cadre institutionnel et règlementaire est une contrainte majeure qui est un frein à la mise en œuvre des deux technologies retenues. La règlementation pour l'échange des informations et des données ainsi que sur la commercialisation des produits du SIAD n'est pas instituée. Aussi, il sera nécessaire de réviser la règlementation sur les études d'impact sur l'environnement pour prendre en compte les impacts relatifs à l'élévation accélérée du niveau de la mer et les impacts associés qui pourraient être produits par le SIAD.

3.5. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur «Gestion des zones côtières et marines »

La mise en place d'un cadre règlementaire claire pour la gestion du littoral est la clé de réussite de la mise en œuvre des deux technologies. En effet, il s'agit en autre de règlementer la production et l'échange des données et « l'obligation » d'intégrer l'impact de l'élévation accélérée du niveau de la mer dans les études d'impact sur l'environnement.

Elever le niveau des compétences du personnel au niveau des institutions publiques que privées par la mise en place d'une plateforme de formation en continue dans les domaines spécifiques aux technologies retenues.

Des incitations financières comme la réduction des droits de douane pour l'importation des équipements, des matériaux ou des engins des travaux et également des subventions pour encourager les privés à investir dans ces technologies constituent le cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur « gestion des zones côtières et marines ».

IV. Conclusions

Ce rapport constitue le fruit de l'analyse des barrières et des mesures pour les surmonter au niveau des 6 technologies retenues pour le projet EBT pour les secteurs de l'agriculture, de la gestion des ressources en eau et la gestion des zones côtières et marines. Les technologies retenues dont les

biens et services fournis sont du type « non marchands » nécessitent un accompagnement assez conséquent de l'Etat avec une participation du secteur privé à développer dans le cadre d'un partenariat intelligent.

Le renforcement du cadre règlementaire et de gouvernance est la mesure commune à toutes les technologies qui devra tenir compte des aspirations des Tunisiens telle que définie dans la nouvelle constitution (en terme de décentralisation surtout). Le renforcement des capacités pour l'acquisition de la technicité et des compétences requises pour la mise en œuvre des technologies, ainsi que la sensibilisation et la vulgarisation des technologies constituent deux autres axes d'intervention de l'Etat.

V. Références

5. APAL, 2015. Le littoral Tunisien : Atlas de la vulnérabilité à l'élévation du niveau de la mer.
6. APAL et PNUD, 2012. Elaboration d'une stratégie de communication de l'agence de protection et d'aménagement du littoral.
7. APAL et PNUD, 2012. Elaboration de la stratégie nationale d'adaptation du littoral tunisien aux effets des changements climatiques.
8. Banque Mondiale, 2012. Programme de séquestration du carbone à travers la dissémination des pratiques d'agriculture de conservation en Tunisie ». Rapport de mission de faisabilité.
9. HALL, 2011. Les paiements pour services environnementaux pour la protection de la biodiversité Evaluation des "contrats de "conservation" et des autres "incitations directes à la conservation" dans la région Est de Madagascar
10. Karsenty et all, 2009. Paiements pour services environnementaux et pays du Sud La conservation de la nature rattrapée par le développement ?
11. Ministère de l'Agriculture, 2014. La stratégie nationale des forêts 2016-2024.
12. Ministère de l'environnement et du développement durable et GIZ, 2015. Système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des Risques Liés aux Extrêmes Climatiques en Tunisie – Elaboration d'une Etude de Faisabilité » Rapport de phase 2 « Options stratégiques possibles pour la création d'un SAP ''crues'' tunisien »
13. Ministère de l'environnement et du développement durable et GIZ, 2015. Système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des Risques Liés aux Extrêmes Climatiques en Tunisie – Elaboration d'une Etude de Faisabilité »Rapport de phase 1 « Analyse critique de l'existant ».
14. Ministère de l'agriculture, 2014. Définition et développement de possibles namas dans les secteurs de l'agriculture, forets et changement d'affectation des sols en tunisie ». Phase II : Identification du potentiel technique d'atténuation des émissions. South pole carbon.
15. Ministère de l'agriculture, 2014. Stratégie nationale de développement et de gestion durable des forêts et parcours et plan d'action (2015-2024).
16. Ministère de l'environnement et du développement durable et EU, 2012. Profil Environnemental de la Tunisie. Rapport Final.
17. Ministère de l'agriculture. Stratégie nationale de développement sylvo-pastorale 2015-2024 (disponible MARHP).
18. Ministère de l'agriculture, 2015. Stratégie de l'agriculture et de la gestion des ressources naturelles.
19. OTEDD, 2014. Rapport général sur durabilité de l'agriculture en Tunisie.
20. OTEDD, 2016. Rapport national sur l'état de l'environnement et du développement durable
21. PNUD-APAL, 2012, Plan de renforcement des capacités et mise en oeuvre d'un programme de formation des parties prenantes dans le domaine de l'adaptation du littoral au changement climatique (ALCOR et IHE).
22. République Tunisienne, 2015.Contribution prévue déterminée au niveau national (INDC). Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

23. République Tunisienne, 2015. Note d'orientation du plan de développement 2016-2020.
24. République Tunisienne, 2016. Rapport national du secteur de l'eau, année 2014.

VI. Annexes

Annexe 1. Fiches Technologiques pour les technologies retenues

LES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DE L'AGRICULTURE

Technologie : l'agriculture de conservation

A.1 Introduction

L'agriculture conventionnelle et les systèmes d'exploitation actuels ont montrés leurs limites dans les pays du Maghreb. Elles sont mises en cause dans les phénomènes d'érosions hydrique et éolienne, la destruction de la matière organique et de la structure de sols (Zaghouane et al., 2006)[10]. Les problèmes de l'activité ne cessent s'accumuler : Dégradation des sols faible productivité des sols, baisse de rendements, dégradation des ressources naturelles, diminution du taux de couverture des besoins par la production locale. Afin de surmonter cette décadence continuelle de l'amélioration et du maintien de la productivité, dans chacun des pays du Maghreb, la problématique du le développement agricole durable doit constituer une priorité visant à la fois le développement économique, la durabilité globale du développement, le progrès social, la lutte contre la pauvreté, et le développement des structures économiques nationales et des productives (Mrabet, 2001)[11]. La restauration de la qualité des sols et la gestion durable des terres, qui doivent se réaliser parallèlement, ne peuvent être résolues par une modification technique mais plutôt à travers l'adoption d'une stratégie entièrement nouvelle qui embrasse tous les aspects du problème des contraintes et considère tous les constituants d'un développement agricole durable. Il est recommandé que la stratégie envisagée prenne en compte des solutions écologiques, alimentaires, économiques et sociales. L'adoption de l'agriculture de conservation (AC) dans ce contexte est perçue comme une alternative viable et pourrait constituer une réponse aux défis de la rareté et des dégradations des ressources naturelles de base et à l'instabilité des productions agricoles (Lahmar, 2006)[12]. D'après la FAO, l'agriculture de conservation vise des systèmes agricoles durables et rentables pour améliorer les conditions de vie des exploitants au travers de la mise en œuvre simultanée de trois principes à l'échelle des exploitations : le travail minimal du sol, les associations et les rotations culturales et la couverture permanente du sol. Elle est d'un grand intérêt pour les petites exploitations; celles dont les moyens de production limités ne permettent pas de lever la forte contrainte de temps et de main d'œuvre constituent une cible prioritaire. C'est un moyen de concilier production agricole, l'amélioration des conditions de vie et la protection de l'environnement. Elle est perçue par les utilisateurs comme un outil valable pour la gestion pérenne du terroir.

Les techniques de labour de conservation comprennent un gradient continu allant de la réduction du nombre d'outils aratoires jusqu'à l'élimination complète de toute action mécanique sur le sol (Chevrier et Barbier, 2002)[13].

---

[10] Zaghouane O., Abdellaoui Z. et Houassine D., 2006. Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes ? Dans : Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69, CIHEAM-IAMZ, Zaragoza (Espagne), p. 183-187.

[11] Mrabet R., 2001. Le semis direct : potentiel pour une agriculture durable en Afrique du Nord. Centre de développement sous-régional pour l'Afrique du Nord (CDSR). Dans : Commission économique pour l'Afrique. Tanger (Maroc).

[12] Lahmar R., 2006. Opportunités et limites de l'agriculture de conservation en Méditerranée. Les enseignements du projet KASSA. Dans : Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69, CIHEAMIAMZ, Zaragoza (Espagne), p. 11-18.

[13] Chevrier A. et Barbier S., 2002. Performances économiques et environnementales des techniques agricoles de conservation des sols. Création d'un référentiel et premiers résultats. Institut National de la Recherche Agronomique de Versailles-Grignon.

L'agriculture de conservation est une forme d'atténuation des GES puisque l'activité agricole est une des activités qui entraînent le réchauffement climatique à travers l'émission des gaz à effet de serre. En effet la consommation de carburant, la minéralisation de la matière organique entraînent sont l'origine de l'émission du CO2. De plus En outre, les grandes cultures sont les premiers consommateurs d'engrais azotés dont une part est perdue sous forme de N_2O responsable du réchauffement climatique et d'autre part les nitrates (NO_3) responsable de la pollution des ressources hydriques de surface et des nappes phréatiques.

Cette technique est proposée pour les zones situées dans le Nord et le Centre du pays comme proposé par l'étude « Définition et développement de possibles namas dans les secteurs de l'agriculture, forets et changement d'affectation des sols en tunisie » réalisée par le Ministère de l'agriculture en 2014.

A.2 Caractéristiques de la technologie

Le semi direct est une technologie de conservation de l'eau et du sol. Il désigne une technologie culturale simplifiée, basée sur l'introduction directe des graines dans le sol, sans passer par le travail du sol (zéro labour). L'agriculture de conservation est définie par la FAO comme une agriculture reposant sur une forte réduction, voire une suppression du travail du sol, sa couverture permanente et des successions culturales diversifiées.

L'option envisagée, de long terme (30 ans), consiste en diverses activités connexes visant l'extension de l'agriculture de conservation sur les terres de pentes et sur des petites comme de moyennes et grandes exploitations du Nord et Centre du pays.

Quatre sous-actions sont envisagées :

- Appui financier aux agriculteurs par l'octroi de subventions pour l'acquisition de matériel (semoirs et tracteurs).
- L'instauration d'un vaste programme de vulgarisation auprès des agriculteurs.
- L'instauration d'un programme de développement des compétences dans le domaine de l'AC; cette technique reste peu connue par les techniciens et opérateurs du Ministère de l'Agriculture.
- La promotion du semoir développé à l'échelle nationale,
- La création de groupements d'agriculteurs de conservation.
- La création d'un centre technique sur l'agriculture de conservation ayant pour mission:
    - d'assurer l'adaptation des résultats de la recherche avec les conditions réelles des exploitations agricoles ;
    - d'assurer les actions de vulgarisation ;
    - d'organiser la diffusion des techniques de production les plus efficaces en collaboration avec les différents organismes exerçant dans le domaine ;
    - d'assurer l'encadrement technique et économique des producteurs.

A.3 Applicabilité et potentiel spécifiques par pays

En 2010, la FAO estimait que plus de 100 millions d'hectares étaient cultivés en agriculture de conservation dans le monde, pour seulement 45 au début des années 2000. Le développement de ces pratiques est très marqué sur le continent américain, avec plus de 25 millions d'hectares aux Etats-Unis, au Brésil et en Argentine.

Pour la Tunisie, ces pratiques concernent principalement les terres de grandes cultures, qui seront les seules envisagées ici. Ces pratiques seraient d'un grand intérêt pour les petites exploitations; celles dont les moyens de production limités ne permettent pas de lever la forte contrainte d'intrants et de main d'œuvre. Ces exploitations constituent une cible prioritaire de cette

option. La superficie envisagée[14] progresserait de 12 000 ha en 2015 pour atteindre 33 980 ha en 2020 ; 196 872 ha en 2030 et 350 000 ha aux horizons 2050[15].

A.4 Statut de la technologie dans le pays

L'introduction du semis direct a débuté en 1999 en Tunisie. Ses objectifs étaient alors de démontrer qu'une agriculture pluviale à base de céréales (blé dur, orge, avoine) pouvait être durable, productive, tout en intégrant l'élevage dans les conditions semi-arides méditerranéennes.

La première introduction du concept de semis direct s'est faite à l'initiative de l'AFD et du CIRAD. Trois phases successives ont eu lieu:

- l'initiation durant la campagne 1999-2000 (Siliana et du Kef) suite à la sensibilisation par l'AFD ;
- l'implantation d'un programme d'expérimentation sur quatre campagnes (2000-2004), dans le cadre de deux projets tunisiens de développement rural intégré (projets PDRI de Siliana et du Kef, co-financement AFD). Dès 2002, le projet s'est étendu aux Gouvernorats de Bizerte, Béja et Jendouba.
- Un projet spécifique complémentaire (2002-2006, financement FEM) ayant son champs d'intervention au nord de la Tunisie, là où les sols sont de bonne qualité et où se situe une école d'agriculture (ESAK) susceptible d'apporter un appui efficace à la diffusion (ajustement des techniques de semis direct, formation). Le CIRAD assure l'appui technique et scientifique. Le secteur privé est également fortement impliqué dans l'importation de semoirs spécialisés (principalement du Brésil), permettant aux agriculteurs de s'équiper pour le semis direct.

Ainsi au début 2008, au cours de la 9ième campagne de semis sans labour, plus de 70 semoirs spécialisés (dont les quatre cinquième sont privés) ont permis de semer près de 10 000 ha chez des agriculteurs de Bizerte, Béja, Jendouba, Siliana, Kef et de Zaghouan.

Du fait des succès croissants de ces techniques, une association de semis direct s'est progressivement constituée avec les premiers paysans expérimentateurs qui se sont équipés en semoirs.

Des projets de recherche-développement concernant le semis direct et l'agriculture de conservation sont coordonnés par le Centre Technique des Céréales (CTC) (récemment appelé Institut National des Grandes Cultures, INGC), des parcelles de démonstration conduites en semis direct ont été installées au niveau des zones bioclimatiques relativement favorables à la production des céréales (subhumide, semi-aride supérieur et semi-aride inférieur), chez des agriculteurs leaders et censés amorcer la réussite de la diffusion de la technique du semis direct. Les résultats agronomiques de dix ans d'expérimentation, échelle exploitation, par zone bioclimatique ont montré qu'au niveau du subhumide, le rendement de blé dur conduit en semis direct est en moyenne supérieur de 8 q/ha par rapport au semis conventionnel. Alors qu'au niveau de la zone semi-aride inférieure cette différence est de 3,5 q/ha, elle atteint 7 q/ha au niveau du semi-aride supérieur. Dans le subhumide le taux d'infiltration dans les sols de certaines parcelles conduites en semis direct est passé de 41 à 73 l/h, de même pour le semi-aride inférieur et le semi-aride supérieur, le taux d'infiltration est passé respectivement de 32 à 40 l/h et de 19 à 43 l/h. Le taux de matière organique aussi a connu une nette amélioration dans les parcelles de semis direct. A côté de ces résultats en faveur de cette technique, qui a des potentialités en Tunisie, quelques difficultés liées au compactage du sol ont été

[14] Superficies estimées sur la base du rapport Banque Mondiale avril 2012. Intitulé : Programme de séquestration de carbone à travers la dissémination des pratiques de l'agriculture de conservation en Tunisie". Rapport de mission de faisabilité.

[15] South pole carbon, MARH, 2014. « Définition et développement de possibles namas dans les secteurs de l'agriculture, forets et changement d'affectation des sols en tunisie » phase 2

rencontrées essentiellement au niveau des 5 premiers centimètres. La forte pression exercée par le cheptel ovin sur les résidus des cultures reste l'obstacle majeur du semis-direct en Tunisie.

En agriculture de conservation mécanisée, l'achat d'un semoir spécialisé pour le semis direct est un élément incontournable de la mise en œuvre de cette technique. C'est un semoir brésilien (SEMEATO) qui a été choisi pour ses caractéristiques techniques. En effet, le semoir doit pénétrer dans un sol compact (car le sol n'est pas travaillé) : il est lourd (son poids est trois fois plus élevé que celui d'un semoir conventionnel) et il est à disques afin de pénétrer sans bourrage dans ce sol compact. Il a également besoin d'un tracteur plus puissant (au moins 90 cv) que la majorité de ceux existants en Tunisie. Il est également trois fois plus cher que les semoirs conventionnels.

Les caractéristiques de ce semoir spécialisé et son coût constituent les raisons pour lesquelles seuls les gros agriculteurs tunisiens ont pu, jusqu'à présent, prendre le risque d'investir dans l'équipement nécessaire au semis direct.

Le développement actuel d'un semoir national pour un cout moyen de 15000 DT constitue un atout pour le développement de cette technologie.

A.5 Avantages en termes de développement économique /social et environnemental

La culture des céréales et légumineuse repose sur les semis directs (sans labour) et présente des avantages agronomique (amélioration de la fertilité du sol), économique (réduction de 15 à 20% des coûts de production), limite l'érosion éolienne et surtout des sols en pentes et contribue à la préservation de l'environnement. La Tunisie a développé, depuis 1999, une expertise en la matière dans le cadre du Projet d'appui au développement de l'agriculture de conservation (Padac) auquel ont participé plusieurs intervenants: le Centre technique des céréales (Ctc) actuellement l'institut des grandes culture (INGC), l'École supérieure agricole du Kef (Esak) et l'Association pour l'agriculture durable (Apad).

La technique de l'agriculture de conservation (AC) contribue à l'amélioration de la fertilité du sol, réduit les coûts de production et préserve l'environnement. Elle est en train de gagner du terrain en Tunisie, où les superficies cultivées selon cette technique ont évolué de 200 ha en 1999 à 12 000 ha adoptée par 78 agriculteurs actuellement.

Cette technologie permettra:

- ✓ de réduire l'investissement agricole dès le début de la campagne par la réduction du nombre de passages, la réduction des doses de semis, des besoins en main d'œuvre agricole (qui devient de moins en moins disponible);
- ✓ le non retournement des sols, qui réduit l'évaporation des eaux reçues de la pluviométrie et par conséquent augmente la probabilité de meilleures productions agricoles (grains et matières sèches d'affouragement) ;
- ✓ une meilleure utilisation de l'eau et donc d'où une meilleure valorisation de cette ressource de plus en lus rare;
- ✓ de contrôler limiter l'érosion des sols et par conséquent la protection des infrastructures (routes, assainissement, barrage, etc.) situés plus en aval.

Les bénéfices de l'agriculture de conservation selon la bibliographie consacrée à ce sujet (Chabane, 2011)[16], sont d'ordre agronomique, socio-économiques et environnementaux. L'AC est un moyen de concilier production agricole, l'amélioration des conditions de vie et protection de l'environnement. Au niveau environnemental, ce système contribue à une protection des sols et régénération de leur

[16] Chabane M., 2011. L'agriculture de conservation : voie de sécurité alimentaire dans les pays du Maghreb ? in Bouzerzour H. (ed.), Irekti H. (ed.), Vadon B. (ed.). 4. Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct Zaragoza : CIHEAM / ATU-PAM / INRAA / ITGC / FERT Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 96 2011 pages 189-208

fertilité par la prévention de l'érosion, une réduction de la consommation d'eau pour la production agricole, une réduction des doses de l'utilisation des intrants (engrais et de pesticides), diminuant leur impact sur la pollution des nappes phréatiques. Au niveau agronomique, l'accumulation des matières organiques en surface engendre une concentration dans l'horizon de surface des éléments fertilisants, et de l'activité biologique des microorganismes du sol. Cela conduit à produire une importante biomasse grâce aux plantes utilisées munies d'un système racinaire puissant performant, permet la création d'un environnement favorable au développement d'une activité biologique intense dans le sol. Au niveau économique, la diminution du temps passé au niveau de l'ensemble des interventions des machines est importante. Il y a donc un allégement des du temps des travaux, une demande en main d'œuvre réduite, la réduction des coûts et dépenses en carburants (grandes exploitations), et de l'acquisition, utilisation et entretien des équipements (tracteurs par exemple), des niveaux de production comparables, voire supérieurs, à ceux de l'agriculture intensive moderne pour des coûts et dépenses minimisés et une baisse d'utilisation des intrants (engrais, pesticides). L'AC permet également l'amélioration de la productivité du sol en produisant l'augmentation du taux de matière organique dans le sol, la fourniture des éléments nutritifs nécessaires aux plantes cultivées et le recyclage de ceux lessivés rendus alors accessibles aux cultures, la conservation de l'eau du sol grâce à une meilleure infiltration, une évaporation réduite du fait de la protection du sol contre les fortes températures, une meilleure capacité de rétention en eau et l'utilisation de l'eau profonde du sol. Même si cette "nouvelle" pratique de l'agriculture n'est pas répondue dans les pays du Maghreb, néanmoins, l'évolution des superficies dédiées à ce système de production dans le monde confirment l'importance de ce type d'agriculture.

Sur le plan économique, la technique de travail du sol ainsi que les couts de main d'œuvre et d'équipements, l'utilisation des fertilisants sont réduits pour les agriculteurs les plus vulnérables.

A.6 Avantages de l'adaptation au changement climatique

La fertilité des sols est dépendante de leurs richesses en matières organiques qui représentent l'un des principaux indicateurs de la productivité. Le stockage du carbone organique est considéré comme une alternative afin de diminuer les émissions de CO2 dans l'atmosphère, dans un contexte global de changement climatique. L'effet de l'agriculture de conservation (AC) adoptant la technique du semis direct (SD) sur le bilan organique du sol dans différentes régions du subhumide a été étudié chez des agriculteurs ayant des itinéraires techniques différents (date de conversion en non labour, rotation, programme de fertilisation site en conditions contrôlées ; résidus de culture…)[17].

Sur le plan agro-environnemental, ils stoppent atténue l'érosion des sols qui provoque l'ennoyage et la destruction des cultures et des infrastructures en aval (ouvrages hydro-agricoles très coûteux, routes et fossés). En restaurant le couvert végétal, ils contrôlent le ruissellement, relancent l'activité biologique des sols, limitent les besoins en eau et séquestrent du carbone dans les sols et contribuant ainsi à la lutte contre l'impact du le changement climatique.

Cette technique, qui vise l'élimination du travail du sol dans les productions végétales joue un rôle important dans la lutte contre l'érosion notamment dans les régions céréalières du Nord Tunisien, très exposées aux précipitations torrentielles automnales (voire hivernales). Elle présente également l'avantage de réduire l'impact des périodes de sécheresse sur les cultures, d'améliorer la fertilité des terres au travers de l'augmentation du taux de matière organique et de faire d'importantes économies de temps de travail et d'énergie. Enfin, l'absence de travail du sol ralentit la décomposition des résidus de récolte, tant à la surface du sol que dans la partie concernée par les racines, ce qui a pour effet de ralentir la libération du carbone dans l'atmosphère.

[17] South pole carbon, MARH, 2014. « Définition et développement de possibles namas dans les secteurs de l'agriculture, forets et changement d'affectation des sols en tunisie » phase 2

Ainsi, tout le travail mécanique du sol est remplacé progressivement par le travail biologique des plantes et des micro-organismes. Le sol n'est plus nu, exposé au soleil et aux pluies. Il est protégé par la partie aérienne des résidus de récoltes ou de plantes de couverture semées spécialement avant ou après la culture principale, tandis que les racines « en cousant » le sol, l'empêchent de se prendre en masse et permettent à l'eau et à l'air de circuler. Plus le couvert végétal est performant et diversifié, plus le sol est protégé et l'eau dans le sol préservée. Ce faisant l'agriculture de conservation, basée sur le semis direct, a pour objectif de concilier la réussite économique et la performance environnementale.

De plus, l'agriculture de conservation présente également un potentiel important d'atténuation des GES. Les données disponibles proviennent surtout de comparaisons entre semis direct et labour réalisées en Amérique du Nord. Le stockage additionnel de C a ainsi pu être estimé par des mesures limitées aux horizons supérieurs du sol. Le semis direct permet un stockage additionnel de C par rapport au labour continu estimé à 1,4 tC/ha/an[18] (estimation de Corsi et al. 2012).

7 Exigences et coûts Financiers

Le cout du projet serait de 6 à 10 MDT avec un cout de maintenance et d'opérationnalisation de 0,5 MDT/an.

Plusieurs partenaires doivent accompagner ce projet : les structures de la recherche agricole (IRESA, INRAT), les structures de développement (DGPA, INGC) en plus des structures professionnelles (Groupements et associations d'agriculteurs et des ONG). La responsabilité de mise en œuvre serait assurée en premier lieu par les institutions du Ministère de l'Agriculture en collaboration conjointe conjointement entre l'INRAT, l'INGC, la DGPA, l'AVFA, l'UTAP ainsi que les partenaires de développement agricole et le MA en premier lieu. Les indicateurs de suivi : Evolution des superficies cultivées par les systèmes innovants ; Nombre de bénéficiaires en formation, stabilité de la production des céréales et des légumineuses alimentaires.

[18] En fait, différentes estimations sont fournies dans la littérature allant de 1,1 à 1,8 tE-CO2/ha. L'étude de Corsi et al. (2012), initiée par la FAO, est la plus argumentée et est donc adoptée dans la présenté étude

Technologie : Système de paiement de services environnementaux de l'agriculture

A.1 Introduction

L'activité agricole produit des externalités négatives et d'autres positives qui sont rarement prises en compte dans les coûts de production ni dans la valeur de la production agricole. Afin d'encourager les pratiques conservatrices et assurer aux agriculteurs des revenus qui tiennent compte des externalités positives, il serait opportun d'étudier la possibilité de mettre en place un mécanisme de paiement des services environnementaux que l'agriculture est susceptible de produire. Le secteur forestier ayant été étudié a permis de constater que l'évaluation des biens et services des écosystèmes forestiers et de la biodiversité ainsi que l'intégration de leur valeur dans les choix politiques figurent parmi les principales recommandations destinées aux décideurs. Dans ce cadre, l'évaluation approfondie des services environnementaux sont nécessaires à la mise en place d'un mécanisme de payements des services environnementaux que la forêt fournie à l'économie nationale.

La politique agricole actuelle encourage certaines pratiques de lutte contre la dégradation des ressources naturelles (CES, Economie d'eau, agriculture biologiques, etc.), mais pas encore les pratiques qui ont un effet d'adaptation et d'atténuation au CC. Pourtant certaines d'entre elles peuvent avoir des externalités positives pour l'environnement et pas d'impact sur le revenu de l'agriculture, afin d'encourager ces pratiques leur paiement permet de les en amplifier.

Le paiement pour les services environnementaux est un des instruments économiques visant la gestion durable des écosystèmes naturels et doit être différencié du principe de partage de bénéfices. Par définition, le paiement pour services environnementaux (PSE) est un mécanisme relativement nouveau (année 90) qui vise à favoriser des externalités environnementales positives grâce au transfert de ressources financières entre les bénéficiaires de certains services écologiques et les fournisseurs des services ou les gestionnaires des ressources environnementales. Plus largement, le PSE est perçu comme un instrument innovant vis-à-vis de la régulation qui fonctionne sur un mode incitatif, volontaire (contre les méthodes coercitives).

A.2 Caractéristiques de la technologie

L'objectif de cette technologie est de fournir un mécanisme « système » de paiement des services environnementaux qui l'agriculture pourra produire en mettant en avant un argumentaire afin d'en faciliter l'adoption par les pouvoirs publics. Cet argumentaire doit être basé sur les avantages en terme de bonnes pratiques environnementales que le paiement pourrait induire chez les agriculteurs et l'impact de ces pratiques en terme d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques.

Les principales caractéristiques de la technologie sont :

- ✓ Une phase étude qui a pour objectif l'identification sur des bases scientifiques des services en question, et parallèlement des externalités négatives générées par l'activité agroforesterie. Cette phase devrait comprendre un benchmarking à travers l'analyse des politiques de paiement des services environnementaux dans les pays de la région méditerranéenne voire en dehors de celle-ci.
- ✓ Une phase pilote devrait concerner des zones forestières avec la mise en place d'expérience de paiement des services environnementaux. : identifier un référentiel de service, cout ou subvention prix du service …choix du mécanisme de payement et sa mise en œuvre (base de données : situation de référence, suivi et évaluation et suivi des impacts), création de GDA, publics/privés, textes règlementaires.

Parmi les différentes sous-catégories de PSE[19] suivantes, on choisira le modèle adapté au contexte des forêts Tunisiennes :

- ✓ les PSE volontaires et bilatéraux (l'archétype) ;
- ✓ les PSE volontaires et collectifs (issus de dons) ;
- ✓ les PSE obligatoires et bilatéraux (issus de droits payants ou de taxes affectées) ;
- ✓ les PSE obligatoires et collectifs (issus des budgets généraux de l'État).

A.3 Applicabilité et potentiel spécifiques par pays

Différentes initiatives de par le monde existe et commence même à ce se développer dans les pays en développement[10]. En Australie, par exemple, le ministère des Ressources naturelles et de l'Environnement de l'État de Victoria a élaboré « BushTender », un programme pilote afin de préserver la flore indigène présente sur les propriétés privées. En échange de paiements monétaires provenant de l'État, les propriétaires s'engagent à clôturer et à gérer la végétation indigène pour une période de trois ans. Le premier contrat de ce programme a été signé en 2002 dans le nord-est de l'État. Ce programme s'est inspiré du Conservation Reserve Program mis en place aux États-Unis. L'aspect novateur est qu'il s'appuie sur une méthodologie d'évaluation robuste et un mécanisme d'enchères inversées pour fixer le montant des paiements.

Un autre exemple, en Guinée et à travers son projet "Restauration et Paiement des Services Environnementaux dans le bassin de Tinkisso" (REPASE), mise en œuvre de 2009 à 2013 dans le cadre de l'Initiative pour la réduction de la pauvreté et la gestion de l'environnement- PREMI, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN-PACO) a mené une expérimentation d'une nouvelle approche dans la gestion du sous-bassin de Tinkisso afin de contribuer aux efforts de conservation de la biodiversité et de la gestion durable des ressources naturelles. Le projet visait à promouvoir la gestion intégrée dudit bassin versant à travers l'approche écosystème pour réduire les effets du changement climatique et accroître ainsi les bénéfices des communautés vivant en aval et en amont du barrage. Il a préconisé l'application d'approche et d'outils économique dans la gestion intégrée des écosystèmes en général et des zones humides en particulier.

En Chine, le dispositif Grain for Green a été lancé en 1999 par le gouvernement, en réponse aux inondations catastrophiques de 1998 et 1999. Il a pour objectif de lutter contre l'érosion et les inondations en augmentant la couverture forestière des terres agricoles en pentes des bassins supérieurs du Yang Tsé et du fleuve Jaune, d'ici 2010. Dans le secteur, près de 4,3 millions d'hectares de terres cultivées le sont sur des pentes raides (>25°).

Le programme finance la conversion en forêt ou en pâturage de l'agriculture en terrasse. Le gouvernement espérait convertir 15 millions d'hectares de terres arables, et modifier les usages agricoles de plus de 50 millions de ménages. Deux objectifs secondaires se sont greffés au dispositif. Il s'agit, en plus des buts environnementaux, de (i) réduire la pauvreté et de (ii) promouvoir le développement économique local. Le programme a lancé une étude pilote dans trois provinces (le Sichuan, le Shanxi et le Gansu) en 1999. Il a été étendu à 17 provinces en 2000, puis à 25 provinces en 2002, pour un total de 15 millions d'agriculteurs bénéficiaires. Fin 2006, environ 9 millions d'hectares de terres cultivées avaient été convertis.

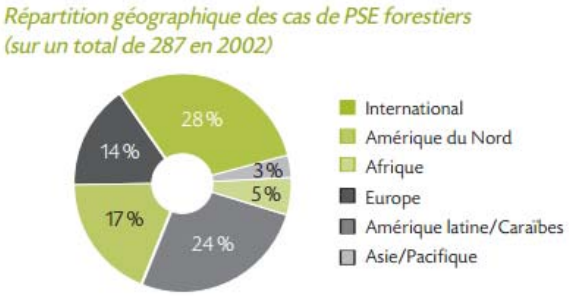
Au Mexique, l'ONG Profauna intervient pour la préservation du bassin versant de Saltillo, dans le nord du Mexique, et en particulier pour la préservation de la forêt de Zapalinamé, qui favorise l'alimentation d'une partie des sources d'eau du bassin. Elle rémunère pour cela des communautés (ejidos) de propriétaires forestiers volontaires, afin qu'ils mettent en œuvre des pratiques favorisant

[19] LAURANS Y., LEMÉNAGER T. et AOUBID S., 2011. Les paiements pour services environnementaux. De la théorie à la mise en œuvre, quelles perspectives dans les pays en développement ?. Document de l'AFD.

la restauration ou/et le maintien d'une couverture forestière. Celle-ci est censée garantir le fonctionnement hydrologique du bassin versant et la préservation de la biodiversité locale. Des contrats dits de « PSE » sont ainsi établis pour des durées allant de 1 à 15 ans.

Le nombre des PSE utilisés pour la biodiversité ou l'eau est déjà relativement important : on compterait aujourd'hui plus de 300 cas de PSE (OCDE, 2010)[20].

Au niveau des forêts, le graphique suivant donne la répartition géographique des cas de PSE dans le monde[10].



A.4 Statut de la technologie dans le pays

Il n'existe pas en Tunisie de mécanisme de paiement des services environnementaux en tant que tel, mais quelques initiatives existent où des agriculteurs sont rémunérés pour la protection ou la sauvegarde des systèmes de production d'eau ou d'activité agricole. Par contre, les études d'évaluation de la valeur économique totale des services et bien environnementaux de certains écosystèmes ont été réalisées. Tel est le cas pour les forêts Tunisiennes et l'écosystème alfatier.

La stratégie des forêts 2016-2024 a d'ailleurs intégré la mise en place d'un mécanisme de paiement des services environnementaux des forêts comme axe majeur de la stratégie. En effet, les études élaborées sur la vulnérabilité des écosystèmes au changement climatique ont montré l'importance des écosystèmes qui prennent de la valeur sous conditions de changement climatique. L'évaluation de la valeur économique totale des forêts a été initiée par la DGF et des besoins de mise en place de service de payement des écosystèmes ont été proposés. Cet outil économique permettra de protéger et de sauvegarder les services environnementaux fournis par les écosystèmes et tout particulièrement les forêts aux différents secteurs socio-économiques. En effet à l'échelle nationale, les forêts et les parcours sont d'une importance capitale dans l'économie Tunisienne. En effet, avec une participation au PIB national de 0,4 à 1,25%, elles permettent de couvrir 80% des besoins de l'industrie de panneaux, représentent 14% au bilan énergétique national, plus de 7 Millions de journées de travail annuellement, 17% des besoins du cheptel national produits par les parcours forestiers. En plus, les forêts fournissent des services environnementaux dont l'évaluation économique totale relativement complexe mérite d'être améliorée. A titre d'exemple, la valeur économique totale de la forêt de chêne liège est répartie entre la protection de la sédimentation des barrages (12%), la séquestration du carbone (14%) et la fourniture d'autres services marchands comme le bois de feu, le liège, le fourrage (37%) et les autres PFLN qui comptent pour 8% de la valeur économique totale de la forêt. Une première tentative a permis d'évaluer la valeur économique totale des forets à 163,4 DTN/ha en moyenne[21].

A.5 Avantages en termes de développement économique /social et environnemental

[20] OCDE (2010), "Payer pour la biodiversité : améliorer le rapport coût-efficacité des paiements pour les services écosystémiques », Paris

[21] DGF, 2012. Evaluation économique des biens et services des forêts tunisiennes. Note de synthèse

La mise en place de ce mécanisme permettra une valorisation des ressources forestières, une meilleure implication de la population locale et les privés dans la gestion optimale des forêts. Ce mécanisme permet également de créer de nouveaux revenus aux populations pour leurs efforts dans la préservation des forêts et permet de lutter contre la pauvreté. La réalisation de ce mécanisme pourra ensuite être développée pour d'autres écosystèmes vulnérables comme l'écosystème alfatier et à long terme à tous les services environnementaux à l'échelle nationale.

A.6 Avantages de l'adaptation au changement climatique

La mise en place d'un mécanisme de PSE permet de réduire :

- ✓ la pression humaine sur le domaine forestier
- ✓ la réduction de l'érosion et donc des pertes des terres agricoles
- ✓ l'envasement des retenues d'eau

Il constitue également une mesure d'adaptation au changement climatique puisqu'il permet de réduire la pauvreté par la création de nouvelles sources de revenus de la population la plus vulnérable.

A.7 Exigences et coûts Financiers

La mise en œuvre de cette technologie sera effectué sur une durée de 4 années pour un cout de 5 MDT pour la phase pilote. Les institutions impliqués sont essentiellement le Ministère de l'Agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche à travers la DGFIOP, la DGEDA, la DGF, le Ministère de l'environnement et du développement durable à travers l'ANPE, le Ministère des finances, le Ministère de développement régional et de la coopération internationale.

LES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU

Technologie : Système d'Alerte Précoce (SAP) pour la Gestion des crues

A.1 Introduction

La Medjerda occupe une place importante pour un ensemble de raisons physiques. En effet, La Medjerda est le cours d'eau le plus important de la Tunisie. Il est doté d'un bassin versant d'une superficie totale de 23 500 km2 dont 15.930 km2 se trouvent en Tunisie, soit 9,7% de la surface du pays. Ses apports annuels représentent en moyenne la moitié des ressources en eau de surface de la Tunisie (915 Millions de m3). En plus, le bassin de la Medjerda couvre 5 gouvernorats (Jendouba, Béja, le Kef, Siliana et Manouba), il abrite une population de 1,4 millions d'habitants (13,2% de la population totale) dont 1 million d'habitants en milieu rural. Il est équipé de 9 barrages avec une capacité de stockage de 1,4 milliards de m3 et une production hydro-électrique de 89 MKW/an. De ce fait, La Medjerda détient les 2/3 des eaux mobilisables de la Tunisie.

La Medjerda se décompose en trois grandes entités hydrologiques: i) la haute vallée de la Medjerda (10 230 km2), la moyenne vallée de la Medjerda (3610 km2) et la basse vallée de la Medjerda (1840 km2). Chacune de ces entités hydrologiques présentent des caractéristiques particulières ainsi que des spécificités liées à leurs vulnérabilités. La haute vallée présente la vulnérabilité la plus importante.

Ci-dessous les principales crues enregistrées dans la région.

Date	Région Touchée	Type de Crue	Dégâts enregistrés
Février 2012	Vallée de la Medjerda et Mateur (Bizerte)	Crue Lente	
Septembre 2011	Nord du pays, Zaghouan et la Basse vallée de la Medjerda	Crue lente	3 morts ; énormes pertes dans le secteur agricole ; 30 millions DT
Janvier-Février 2003	Nord du pays, Vallée de la Medjerda et Grand Tunis	Crue lente avec plusieurs pics	42 Millions DT
Mai 2000	Plaine de Jendouba	Crue rapide	1170 sinistrés ; 3 Millions de DT
Mars 1979	Médenine (Sud du pays)	Crue brève	Destruction de 890 logements ; perte de 7600 têtes d'ovins et carins
Mars 1973	Nord du pays- surtout sur le Bassin de Medjerda	Crue lente	300 morts ; énormes dégâts
Automne 1969	Tout le pays-surtout la Tunisie centrale	Crue lente	542 morts ; 300000 sinistrés ; pertes économiques estimés à 35 millions de DT

Compte tenu de l'historique des inondations dans le bassin versant de la Medjerda et des dégâts et pertes enregistrées (cf. tableau ci-dessous), l'objectif de du système d'alerte précoce des crues serait double :

- d'une part, protéger la ville de BouSallem
- et d'autre part, réguler le fonctionnement du Barrage Sidi Salem, le plus important de la Tunisie, et ce moyennant la mise en place d'un SAP localisé au niveau de la haute vallée de la Medjerda permettant de fournir l'information nécessaire pour anticiper les crues de la Medjerda et par suite de réduire le risque inondation sur toute la vallée de la Medjerda.

A.2 Caractéristiques de la technologie

La technologie comprend quatre grands volets :

25. Le renforcement de l'observation

- ✓ Densification du Réseau d'Observation pluviométrique
- ✓ Migrer d'une maintenance préventive à une maintenance curative
- ✓ Observation satellitaire
- ✓ Observation radar
- ✓ Observation hydrologique & hydraulique
- ✓ Collecte et transmission des données

26. La prévision

- ✓ Prévision météorologique (le passage du modèle ALADIN-Tunisie (résolution de 12,5 km) au modèle AROME (résolution de 2,5 km) , le renforcement des moyens de calcul, un programme de renforcement des capacités et le développement d'une carte de vigilance « météorologique »
- ✓ Prévision hydrologique & hydraulique (installation et mise en opérationnel un modèle de prévision hydrologique ainsi qu'un modèle hydraulique pour le barrage de Sidi Salem, acquisition des moyens de calcul, un programme de renforcement des capacités et le développement d'une carte de vigilance « crues »

27. La transmission et l'alerte

- ✓ Diffusion de l'alerte au niveau des régions
- ✓ Information du grand public
- ✓ Standardisation des seuils de vigilance, de pré-alerte et d'alerte

28. La gestion de crise

- ✓ Renforcement des capacités des régions
- ✓ Assurer les actions préventives au niveau de chaque gouvernorat.
- ✓ Amélioration de la coordination entre gouvernorats

A.3 Applicabilité et potentiel spécifiques par pays

Ce système d'alerte sera le premier à mettre en place et sera suivi par celui de la moyenne vallée de la Medjerda ainsi qu'un système d'alerte précoce pour la ville de Sfax.

A.4 Statut de la technologie dans le pays

Il existe différents outils d'observation, de prévision, d'alerte et de gestion de grise qui demeurent incomplets et insuffisants pour une gestion efficace des risques liés aux inondations. Différentes lacunes et manquement ont été signalés que seul un SAP pourra combler.

A.5 Avantages en termes de développement économique /social et environnemental

La mise en place du SAP crues pour la haute vallée de la Medjerda permet d'atténuer les impacts négatifs des crues et les pertes colossales enregistrées. Il permettra aussi une meilleure collaboration

avec l'Algérie, une meilleure gestion de la crise si jamais les crues ne pourront pas être atténuées par des actions anticipées.

A.6 Avantages de l'adaptation au changement climatique

Selon les travaux de l'INM et ceux de l'étude de la stratégie nationale d'adaptation du secteur agricole t des écosystèmes au CC, une augmentation de la fréquence des extrêmes est signalée. L'historique des inondations est une preuve tangible des effets prévisibles du CC. La mise en place d'un système d'alerte précoce efficace pour la gestion des crues devrait permettre d'atténuer les risques encourus par la population, l'infrastructure et par l'activité agricole.

A.7 Exigences et coûts Financiers

Le cout du SAP est estimé à 10 MDT en terme d'investissement avec un cout supplémentaire d'opérationnalisation et de maintenance d'environ 10% par an. Le cout de réplication serait de 9 MDT pour la moyenne vallée de la Medjerda et de 8 MDT pour la ville de Sfax.

Technologie : Réseau d'eau potable intelligent

A.1 Introduction

La Tunisie est un pays aride et l'un des plus pauvres en eau par habitant de la planète. En effet, la disponibilité en eau, par habitant et par an, est de 385 m³ qui est inférieur au seuil de pauvreté hydrique de 500 m^3.

Ce chiffre alarmant devrait, selon les études, s'amenuiser considérablement en 2030 en vue de l'augmentation de la population et des changements climatiques, en avoisinant les 350 m³/personne/an.

La Tunisie est caractérisée par des précipitations variables dans le temps et dans l'espace et est marquée aussi par une importante disparité de la disponibilité en eau entre les régions du Nord et du Sud, puisque 80% des ressources en eau de surface se trouvent au Nord du pays, alors que les eaux du Sud sont saumâtres et partiellement renouvelables.

L'eau potable (18% des besoins en eaux en Tunisie) représente aussi une base pour le développement socio-économique en Tunisie. Cependant son traitement et sa distribution nécessitent de grandes quantités d'énergie situant la SONEDE comme le plus gros consommateur d'énergie en Tunisie et engendrant un prix de revient de l'eau élevé. En effet les ressources en eau potable et de bonne qualité sont situées principalement dans le nord et à l'intérieur du pays, alors que les principaux centres de consommation se trouvent sur le littoral, d'où la nécessité de transporter l'eau sur de longues distances. De plus il est indispensable de dessaler l'eau non conventionnelle (eau saumâtres, eaux de mer) pour palier à la pénurie d'eau dans les régions du Sud Tunisien.

Pour répondre aux enjeux liés à l'eau dans le futur, une gestion rationnelle et plus intelligente de cette ressource est cruciale à travers des réseaux d'eau intelligents. L'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les réseaux d'eau permet de les rendre communicants et offre aux gestionnaires une connaissance approfondie et une meilleure maîtrise de leurs infrastructures afin de contrôler et diagnostiquer les problèmes, de prioriser et gérer, en continu et à distance, les opérations de maintenance et d'utiliser les données fournies pour optimiser tous les aspects de la performance des réseaux de distribution d'eau, et de permette aux abonnés de maîtriser leurs consommations d'eau.

A.2 Caractéristiques de la technologie

Un réseau d'eau intelligent comprend un ensemble de solutions et de systèmes utilisant des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les réseaux d'eau intelligents se composent de deux couches :

- le « Smart Metering » : qui concerne le micro-comptage (comptage chez les abonnés) moyennant les nouvelles infrastructures de comptage intelligentes se basant sur l'installation de compteurs abonnés intelligents connectés à un système centralisé assurant permettant de connaître à distance la consommation de chaque abonné, d'être informé des anomalies sur le réseau, d'optimiser la gestion de la ressource et de proposer de nouveaux services. A cet effet, chaque compteur est équipé d'un module radio alimenté par une batterie intégrée. Celui-ci émet des trames contenant le volume d'eau consommé et des alertes à un réseau d'antennes. Les données sont ensuite envoyées vers un logiciel de supervision qui agrège les informations et propose des outils d'analyse.
- le « Smart Pipe » : qui concerne le macro-comptage et la gestion des réseaux, faisant référence à la nature communicante des réseaux d'eau (capteurs de pression, débitmètres,….pour détecter d'éventuelles fuites et optimiser le fonctionnement des réseaux…).

Le réseau d'eau intelligent comprenant des moyens de mesure intelligents (compteurs d'eau intelligents, capteurs de pression, débitmètres,…) qui sont couplés à des outils d'aide à la décision à travers des moyens de communications, permettra:

- de surveiller le réseau en temps réel et à distance et de diagnostiquer les problèmes, de prioriser et de gérer préventivement les questions de maintenance et de contrôler et d'optimiser à distance tous les aspects du réseau de distribution d'eau en utilisant les données issues du réseau (modulation de pression pour réduire les pertes en eau, mesure de débits pour anticiper les fuites, etc.);
- d'améliorer les interventions : à travers une bonne sectorisation du réseau d'eau et par les informations utiles permettant de détecter plus rapidement les fuites et donc d'améliorer les rendements de réseau, etc. C'est aussi, à terme, la possibilité de détecter à distance des manœuvres frauduleuses sur le réseau d'eau potable.
- d'optimisation de la gestion des abonnés (relève des compteurs à distance, facturation au réel des consommations d'eau même lorsque les compteurs sont inaccessibles, développement du système de tarification, etc.),
- D'ouvrir de nouvelles perspectives pour une meilleure gestion des ressources d'eau et proposent des services innovants pouvant contribuer à assurer la transparence et la qualité de l'information à l'usager.
- De construire une base de données sur l'usage et le fonctionnement des réseaux qui sera très utile pour les études d'amélioration de la qualité de service (meilleure information, rapidité de dépannage) et des performances des réseaux.
- D'optimiser la consommation d'énergie pour la production et la distribution d'eau : cette fonction s'appelle le « Smart Water Energy » : Il s'agit de développer une meilleure connaissance en temps réel du comportement des stations de production d'eau, des réseaux d'eau, des stations de pompage, et de développer la modélisation et la prévision. Il s'agit également de travailler sur les profils de consommation d'électricité des infrastructures d'eau tenant compte des flexibilités relatives des réseaux d'eau; afin d'acheter l'électricité au moment où elle est la moins chère et de contribuer à l'écrêtement des pointes électriques nationales.

Cette technologie permettra aussi de renforcer la capacité des abonnés à mieux suivre leurs consommations et d'optimiser l'usage de l'eau en leurs fournissant les informations et les outils dont ils ont besoin pour faire des choix éclairés sur leur comportement de consommation et sur leurs usages de l'eau (alertes en temps réel de la consommation en eau, possibilité de comparaison, optimisation des consommations au sein de l'habitation, etc.).

Cinq couches interconnectées de fonctionnalités sont nécessaires pour un réseau d'eau intelligent efficace :

1. Les appareils de mesure et de détection, comme les compteurs d'eau intelligents, les capteurs de pression et les débitmètres sont les outils physiques sur le réseau de distribution d'eau qui collectent les données sur les débits d'eau, la pression, la qualité et l'ensemble des autres paramètres déterminants. Cette couche de base inclut les capteurs qui peuvent aider à détecter de potentielles fuites et anomalies sur le réseau. L'ensemble de ces appareils permet d'améliorer la connaissance de l'état physique des réseaux, via le recueil de données très concrètes.
2. Les canaux de communication permettent aux distributeurs de rassembler de façon automatique et continue les données des appareils de mesure et de détection.

3. Les logiciels de gestion des données permettent aux distributeurs de collecter les données et de présenter une vue agrégée à travers des outils de visualisation du réseau, des systèmes d'information géographique (SIG), des tableaux de bord, etc. Cette couche comprend aussi des bases de données, des systèmes de sécurité informatique et des outils de soutien aux fonctions économiques (par exemple, systèmes d'information des consommateurs).
4. Les logiciels d'analyse et de modélisation des données en temps réel permettent aux distributeurs de pouvoir exploiter les données issues du réseau. Cette couche est la source centrale de valeur économique des réseaux d'eau intelligents pour les distributeurs. Les tableaux de bord dynamiques permettent aux opérateurs de surveiller le réseau de distribution en temps réel pour les risques ou pour les anomalies avérées. En même temps, les outils de modélisation du réseau peuvent aider les opérateurs à comprendre les impacts potentiels d'un changement dans le réseau et à analyser les différentes réponses. Les algorithmes des modèles de détection peuvent avoir recours aux données historiques pour aider à distinguer les fausses alertes des véritables problèmes. Les analyses prédictives permettent aux opérateurs de considérer différents scénarios possibles et de répondre de façon proactive et efficace.
5. Les outils de contrôle et d'automatisation permettent aux distributeurs de mettre en œuvre à distance et automatiquement les tâches de gestion du réseau. Cette couche fournit des outils qui s'interfacent avec les logiciels d'analyse et de modélisation des données en temps réel. Les systèmes d'information géographique, les systèmes d'informations client, peuvent être intégrés aux réseaux d'eau intelligents pour augmenter davantage leur contrôle sur le système de distribution.

La responsabilité du projet sera assurée par la SONEDE. Sa mise en œuvre sera assurée par les entreprises privées à travers des appels d'offres.

A.3 Applicabilité et potentiel spécifiques dans le pays

Cette technologie est applicable à tous les branchements de la SONEDE (2,6 millions de compteurs d'eau) et en particulier aux gros consommateurs et pour les habitations concentrées.

Les zones prioritaires pour ce projet sont de trois types :

- ✓ Les zones touristiques ;
- ✓ Les zones industrielles ;
- ✓ Les immeubles des grandes zones résidentielles.

Le potentiel des réseaux d'eau intelligents réside dans le fait qu'ils sont efficaces dans les milieux urbains et ruraux et permettront de réaliser des économies d'eau significatives et ainsi de préserver les ressources en eau. Un autre potentiel concerne l'utilisation de cette technologie dans les systèmes d'irrigation permettant ainsi de réaliser des économies d'eau considérable et donnant des informations utiles pouvant optimiser l'irrigation.

L'évaluation de ce projet sera mesurée moyennant les indicateurs suivants :

- ✓ Le rendement du réseau d'eau potable;
- ✓ La consommation spécifique d'eau par type d'utilisation;
- ✓ La quantité d'eau économisée par an ;
- ✓ Le taux de couverture du projet ;
- ✓ autre.

A.4 Statut de la technologie dans le pays et dans le monde

Un réseau d'eau potable intelligent comprend deux niveaux :

- le « smart pipe » : dont les fonctions principales concernent le macro-comptage et la gestion des réseaux d'adductions et de distributions : ce type d'installation existe dans quelques réseaux de la SONEDE (réseau de production du sud est Tunisien, réseau du kef ville, réseau de la ville de Béja, réseau d'adductions du kairouannais)
- le « smart grid » : qui concerne le micro-comptage (comptage chez les abonnés) à travers l'installation de compteurs abonnés intelligents ne sont pas utilisés dans la SONEDE. Cependant deux expériences précédentes ont eu lieu avec l'installation d'une dizaine de compteurs intelligents aux districts d'Ezzahra et d'El Manar et qui ont données des résultats satisfaisants.

A.5 Avantages en termes de développement économique /social et environnemental

Les distributeurs d'eau sont de plus en plus soumis à la pression des gouvernements et consommateurs pour utiliser au mieux cette ressource naturelle limitée. Pour ce faire, et afin d'améliorer le service à la clientèle ainsi que la fiabilité du réseau, ils sont à la recherche de solutions qui vont bien au-delà de la télé-relève des compteurs. Ils exigent des solutions de réseaux d'eau intelligents facilitatrices et réductrices des coûts de fonctionnement, tout en permettant de libérer le potentiel de croissance de leur activité. Cette technologie permettra, dans l'avenir, de développer de nouvelles applications d'optimisation des processus d'eau et de nouveaux services clientèles.

Cette technologie permettra aussi de renforcer la capacité des abonnés à mieux suivre leurs consommations et d'optimiser l'usage de l'eau en leurs fournissant les informations et les outils dont ils ont besoin pour faire des choix éclairés sur leur comportement de consommation et sur leurs usages de l'eau (alertes en temps réel de la consommation en eau, possibilité de comparaison, optimisation des consommations au sein de l'habitation, etc.).

Beaucoup d'emplois peuvent être engendrés par la mise en place des réseaux d'eau intelligents dans les domaines de l'installation, de la supervision de l'entretien et éventuellement dans la fabrication de certains équipements.

Un réseau d'eau intelligent constitue une véritable technologie verte puisqu'elle permet à travers l'économie d'eau et la gestion intelligente du pompage d'eau de rendre plus efficace la consommation d'énergie des systèmes d'eau.

Les études montrent qu'économiser l'eau plutôt que d'en développer de nouvelles sources est bien souvent la meilleure solution à la fois sur un plan économique qu'environnemental.

Les avantages associés au développement des réseaux d'eau intelligents sont nombreux, ce qui explique leur montée en puissance progressive à l'échelle internationale. Le cabinet d'études américain Pike Research prévoit que 800 millions de compteurs intelligents seront installés dans le monde d'ici à 2018.

A.6 Avantages de l'adaptation au changement climatique

L'amélioration des performances des réseaux d'eau potable et la rationalisation de la consommation des abonnés permettent d'économiser l'eau et à préserver les ressources en eau et contribuent donc à une meilleure adaptation aux changements climatiques.

Dans les systèmes d'irrigations cette technologie permettra, en plus des économies d'eau réalisées, de construire une base d'informations utiles pouvant optimiser l'irrigation et améliorer les cultures.

A.7 Exigences et coûts Financiers

La mise en place de la technologie en Tunisie sera effectuée progressivement compte tenu du nombre important des clients concernés et de l'immensité du réseau d'eau potable (pour l'eau potable, la SONEDE compte de 2,5 millions d'abonnés et 50000 km de conduites).

Le déploiement de cette technologie sera effectué à travers un projets pilote dans la zone touristique de Jerba (coût de l'eau potable le plus élevé en Tunisie, ressources d'eau conventionnelles très

limitées, dessalement de l'eau de mer très coûteux) et dans les immeubles de la zone résidentielle d'El Manar.

Le projet sera réalisé en trois phases :

- Phase études : Etude détaillée pour la mise en place d'un projet pilote dans la zone touristique de Jerba et dans les zones immeubles de la zone résidentielle d'El Manar.
- Réalisation du projet pilote : première étape concernera la zone touristique et les gros clients de l'ile. La deuxième étape concernera des branchements domestiques dans la région d'El manar.
- Formation pour les ingénieurs et les techniciens concernés de la SONEDE avec des visites d'études à l'étranger pour voir des expériences réussies.

La réalisation de ce projet est tributaire de la disponibilité des financements qui sont évalués à 6 millions de DT. La durée de mise en œuvre du projet sera de 5 années.

LES TECHNOLOGIES DU SECTEUR DES ZONES COTIRES ET MARINE

Technologie : Renforcement du Système d'aide à la décision du littoral

A.1 Introduction

Le Système d'information et d'aide à la décision (SIAD) du littoral de l'APAL est un dispositif d'information dynamique chargé de la mesure, de la collecte, du stockage, de la gestion, du traitement, de l'analyse, de l'interprétation et de la diffusion de l'information météo-océanographique et physico-chimique dans une optique de facilitation de la prise de décision en matière de surveillance, d'alerte et de protection du littoral tunisien.

Le SIAD du littoral et à travers son Système de collecte, de stockage et de traitement de données vise à assurer la pérennité des données météo-océanographiques et physico-chimiques mesurées et transmises en temps réel par satellite à l'Observatoire du Littoral de l'APAL à partir d'un réseau de mesure en mer et de transmission en temps réel composé de trois bouées fixes, quatre bouées mobiles et quatre marégraphes.

Le SIAD constitue une évolution radicale au niveau de l'activité opérationnelle principale de l'APAL.

La réussite du SIAD est tributaire d'une bonne coordination entre l'Observatoire du Littoral et les différents acteurs (OTEDD, INM, INSTM, SHO, Centres de recherches, DGSAM, etc.) afin qu'il y'ait un transfert d'informations, de données et de résultats dans les deux sens.

A.2 Caractéristiques de la technologie

La technologie proposée comprend les quatre composantes comme suit :

Composante A : Renforcement du SIAD par : Acquisition des équipements de mesures, par l'intégration au sein du réseau de mesure des nouvelles sondes et capteurs multiparamétriques et météorologiques et instruments océanographiques.

Étant donné que les sondes des trois bouées fixes sont actuellement saturées, il est demandé d'acquérir pour chaque bouée fixe une sonde multiparamétrique additionnelle dotée des capteurs pour mesurer et suivre :

1-La Toxicité :

Dans le cadre du suivi de la prolifération du phytoplancton, algues toxiques et du déversement accidentel d'hydrocarbures dans le milieu marin, il est demandé d'acquérir pour chaque bouée fixe :

Intégration des Sondes contenant :

- Des capteurs de détection d'hydrocarbures

- capteurs d'algues toxiques

2-La Productivité : pour chaque bouée fixe

- Intégration des capteurs de radiation Solaire :

Une simple augmentation de 1°C de la température peut tuer les minuscules organismes pigmentes qui vivent en symbiose avec les polypes du corail. Leur mort finit par tuer l'hôte du corail qui dépend d'eux pour les nutriments synthétisés par la lumière du soleil. De plus, comme les océans absorbent de plus en plus de CO2 atmosphérique en excès produit par les activités humaines, ils deviennent plus acides (leur PH baisse), ce qui menace divers groupes, dont les coraux, les mollusques, les échinodermes et certaines espèces de zooplanctons et de phytoplanctons. Les conséquences les plus immédiates sont peut-être locales (dégradation des récifs coralliens, par exemple).

3- Mesures hydrodynamiques et océanographiques complémentaires

Il est indispensable de compléter le réseau de mesure en mer par l'accompagnement des bouées mobiles d'équipements pour des mesures ponctuelles qui permettront de mesurer le courant et la houle aux différents zones ponctuelle afin d'interpoler avec les données des bouées fixes une zone surfacique pour l'analyser et l'interpréter. En effet, la connaissance de la mesure surfacique est indispensable à toute analyse spatiale, modèle de simulation et de prévision en mer le long de tout le littoral.

Il est demandé de faire doter les 4 bouées mobiles de (Un courantomètre et un capteur de pression pour chaque bouée):

3-1-Quatre (04) courantomètres et quatre (04) capteurs de pressions. Cela offre plus de souplesse et surtout un jeu de données complet par bouée. Il est à rappeler que la bouée mobile est par définition sujette à des déploiements au niveau de sites différents répondants ainsi à des besoins spécifiques

3-2- Quatre (04) houlographes (Un houlographe pour chaque bouée mobile) qu'il va falloir installer au large pour que la mesure ne soit pas impactée par l'effet du fond. Et là se pose un vrai problème de localisation. Une à l'extérieur du golfe de Tunis, une à l'extérieur du golfe de Hammamet. Pour le golfe de Gabès il en faudrait une à 50 mètres de profondeur et enfin pour les côtes Nord, une au large de Tabarka. La solution de leur déploiement au niveau des plateformes pétrolières est très plausible.

3-3- Deux (02) échosondeurs portatifs pour mesurer la profondeur.

4- Deux (02) GPS portatifs assez précis.

5- Acquisition d'une bouée fixe

6- Acquisition de 03 ADCP avec leurs socle et batteries afin de permettre la mesure avec précision des paramètres hydrodynamiques nécessaires pour l'évaluation des impacts du Changement Climatique.

7-Acquisition de 03 marégraphes

8 –Acquisition d'images LIDAR : JERBA et Golf de Tunis, images à très haute résolution pour le calcul précis de l'avancée du niveau de la mer suite à l'EANM pour la production des indicateurs y afférant.

Composante B : Renforcement du SIAD par : Acquisition de logiciels de traitement et de modélisation et de simulation des données hydrodynamiques, physico-chimiques et météorologiques.

Afin de traiter, analyser, modéliser et diffuser de l'information collectée à partir des bouées, l'Observatoire a besoin de mettre en place des logiciels qui répondent à toutes les demandes et applicatifs.

- Logiciel de simulation et d'analyse
- Logiciel de calcul statistique
- Logiciel de Modélisation.

Composante C : Renforcement du SIAD par : Une assistance technique au profit des cadres de l'APAL qui ont la tâche de gérer le SIAD.

Le succès d'un tel projet de réseau de mesures en mer dépend exclusivement de la qualité du personnel qui en aura la charge. Il se trouve que plusieurs profils de personnel sont concernés et doivent tous être disponibles. En effet, les données doivent être impérativement réceptionnées par du personnel capable de les valider, de les intégrer dans la base de données qui sera créée pour le réseau et de procéder aux traitements préliminaires. En d'autres termes, il est indispensable au personnel de l'APAL en général et de l'Observatoire qui a la charge de gérer le réseau de surveillance

en mer en particulier de voir des expériences similaires avec des réseaux déjà mis en place et qui tournent dans d'autres pays.

Il est indispensable d'organiser un stage à l'étranger pour une période de 05 jours pour 03 cadres de l'Observatoire du Littoral pour voir et vivre le quotidien d'autres équipes qui ont la charge du même genre de projet afin d'acquérir les capacités nécessaires à gérer leur propre réseau et d'apprendre les bases de gestion (réception, stockage, …) des données et leur traitement et analyse pour pouvoir produire, dans un premier temps, quelques interprétations et conclusions.

Trois missions sont proposées:

(1) Missions d'assistance et d'accompagnement,

(2) Mission de formation sur le traitement et la gestion des données océanographiques issues du réseau des bouées et des marégraphes,

(3) Mission d'initiation en matière de traitement / exploitation de données

Composante D : Etudes thématiques

Etude1 : Evaluation des coûts environnementaux et socio-économiques de la variabilité et des changements climatiques dans les zones côtières vulnérables à l'érosion marine et l'élévation du niveau de la mer dont le but est de contribuer à l'actualisation des documents stratégiques et des critères en relation avec la gestion intégrée des zones côtières.

Il s'agit de choisir deux ou trois sites littoraux vulnérable à l'élévation du niveau de la mer pour réaliser une étude des impacts socio-économiques très précise, en approfondissant par exemple sur l'idée d'évaluer les coûts / bénéfices des interventions de protection (digues, épis, etc.). Nous chercherons à adapter en Tunisie et aux sites choisis, une méthode d'évaluation des impacts socio-économiques des changements climatiques mise en œuvre et réussi en Europe.

Etude2 : Approches pratiques pour la compréhension de l'évolution des impacts des CC ; à travers :

1- Etude du comportement actuel des plages, des cordons dunaires, côtes rocheuses et des zones humides basses et connaissance de l'état d'évolution pour des approches perspectives en relation avec l'élévation du niveau de la mer.

2- Réduire l'impact de la submersion en relation avec une éventuelle ENM : (Connaissance et valorisation des indicateurs des variations récentes de niveau de la mer pour comprendre l'impact de la submersion).

3- Sélection des sites permettant un suivi significatif des types de zonation littorale (végétation, qualité de sol, qualité de la nappe phréatique, la faune, etc.).

4- Rationnaliser les interventions humaines sur les zones humides côtières et les embouchures des oueds.

5- Lutter contre les interventions susceptibles de favoriser les phénomènes d'intrusion de la salinisation (Ex : Sebkha Ariana : eaux usés donc sebkha toujours pleine)

Etude3 : Etude détaillée et à grande échelle de la vulnérabilité de l'archipel de Kerkennah face à l'élévation du niveau de la mer :

- Sur une bande de 500 m, un levé détaillé de la micromorphologie et de la végétation associée (non colonisée par le bâti) avec une cartographie commentée.
- Proposition de procédure de suivi (réflexion pour le choix des sites, les indicateurs et la mise en œuvre)
- Prise de vue Aérienne de l'ile : Année 2014
- Une campagne de photographie par LIDAR + MNT d'une précision centimétrique

- Recalcul des indices de vulnérabilité (de l'étude de la carte de vulnérabilité) en accordant une place significative aux terrains
- Développement d'un MNT à partir des levés topo-bathy programmés et affiner la simulation des effets de l'ENM
- Calcul de la vitesse de l'érosion

Etude4 : Calcul des indicateurs directs et indirects liées aux effets du l'ENM sur le littoral.

Indicateurs directs :

- La morphologie de la dune

- Etat actuel des aménagements

- La distribution des accumulations par les vagues

Indicateurs indirects

- La qualité du sol

- La distribution de la végétation

- La fonctionnalité des aménagements

Etude 5 : Le Renforcement de l'assise juridique et institutionnel du SIAD

Aucun système d'alerte rapide ou précoce ne peut fonctionner et assurer sa mission sans une assise juridique et un cadre institutionnel qui identifie les intervenants et leurs attributions tout en assurant les moyens humains et matériels nécessaires. La question relative à la gouvernance nationale doit être débattue et une réflexion doit être coordonnée à un haut niveau pour renforcer l'existant, combler les lacunes et s'insérer dans une dynamique dont l'ultime objectif est d'assurer une gestion durable du littoral et des ressources marines.

A.3 Applicabilité et potentiel spécifiques par pays

Le SIAD doit permettre d'apporter des réponses aux domaines d'investigation suivants:

1. L'observation et le suivi des écosystèmes littoraux dans leurs interactions avec les actions de développement actuelles et futures

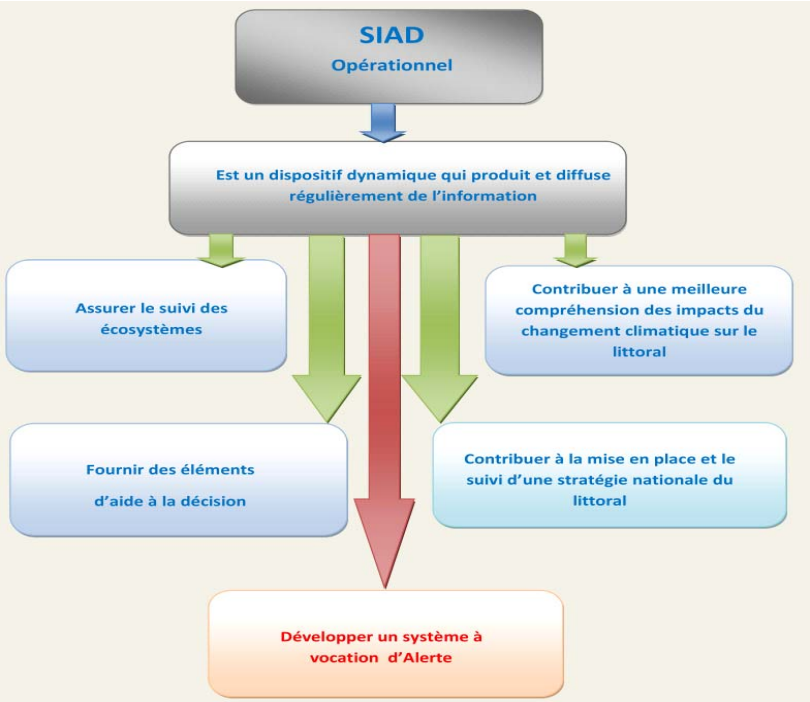
2. Les processus de prise de décision

3. Le suivi de l'impact des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer en particulier sur les écosystèmes littoraux et les activités humaines qui s'y produisent

4. La contribution à la mise en place et le suivi d'une stratégie nationale du littoral.

5. La contribution aux systèmes à vocation d'alerte

Fonctionnalité du SIAD



A.4 Statut de la technologie dans le pays

Actuellement le SIAD au niveau de l'APAL est composé comme suit :

a-Réseau de mesures et de transmission en temps réel des données météo-océanographiques et physico-chimiques

Le réseau est composé de :

-Trois (03) bouées fixes implantées au large aux sites de Ghar El Melh, Hergla et Jerba

-Quatre (04) bouées mobiles implantées en mer à la demande de l'APAL

- Quatre(04) marégraphes implantés aux ports de Tabarka, yasmine hammamet, Gabès et Zazis

b. Système de collecte, de stockage et de traitement de données

- Acquisition des données en temps réel par satellite
- Contrôle de qualité et Validation
- Elaboration de métadonnées et alimentation du Géo catalogue
- Stockage des données brutes et traitées
- Exploitation des données (Analyse et interprétation des données traitées).

c. Diffusion de l'information traitée :

- Produire et Diffuser en interne et communiquer à l'externe l'information produite du SIAD.

La technologie proposée viendrait renforcer et compléter ce système pour une meilleure efficacité.

A.5 Avantages en termes de développement économique /social et environnemental

Le SIAD est un dispositif d'information dynamique chargé de la mesure, de la collecte, du stockage, de la gestion, du traitement, de l'analyse, de l'interprétation et de la diffusion de l'information météo- océanographique dans une optique de facilitation de la prise de décision en matière de surveillance et de protection du littoral tunisien. Les avantages économiques, sociaux et environnementaux découlent des objectifs qui lui sont assignés en terme de :

- Suivi et surveillance du littoral tunisien
- Offrir l'assise à une modélisation fine de la dynamique, de la qualité des eaux et du transport sédimentaire
- Développer un système de surveillance à vocation d'Alerte,
- Adhérer à une dynamique régionale axée sur les études des impacts du changement climatique
- Contribuer à une meilleure compréhension axée sur les études des impacts
- Adhérer à une dynamique régionale axée sur les études des impacts du changement climatique,
- Contribuer à une meilleure compréhension des impacts du changement climatique sur le littoral.

De ce fait, les avantages résident dans une meilleure orientation des choix de développement du littoral, une efficacité des investissements, une baisse des coûts des dégâts liés au changement climatique et surtout un allègement de la pression anthropique sur le littoral.

A.6 Avantages de l'adaptation au changement climatique

Le système visé est ambitieux et vise à s'inscrire dans le sens des « bonnes pratiques » (good practice dans la terminologie anglo-saxone) des systèmes développés ou en cours de développement dans les centres européens.

L'ultime objectif de ce déploiement est le renforcement du Système de Surveillance face aux menaces engendrées par l'effet du Changement Climatique et les catastrophes naturelles sur la population côtière et le littoral. Les instruments de mesure déjà en place déployées à des profondeurs d'environ 20 mètres en face des côtes de Ghar El Melh (Bizerte), Hergla (Sousse) et Djerba (Zarzis) et au niveau de quatre ports (Tabarka, Marina Hammamet, Gabès et Zarzis). Par ailleurs, l'APAL s'est doté d'un système de collecte de données en temps réel par GSMDATA , de stockage en base de données, et d'une interface dynamique en intranet pour l'affichage et l'exploitation des données, l'ensemble est centralisé au sein de l'observatoire du littoral à l'APAL.

A.7 Exigences et coûts Financiers

Le coût de cette technologie est estimé à 3 MDT. La durée de la mise en œuvre est estimée à cinq années selon le planning suivant :

Composante A : Année 1 et 2

Composante B : Année 1 et 2

Composante C : Année 2, 3 et 4.

Composante D : Année 2, 3, 4 et5.

Les institutions concernées par la mise en œuvre sont : l'AAPAL, l'INSTM, l'INM, le Ministère de la défense à travers le SHOM…

Technologie : Management du littoral

A.1 Introduction

L'effet conjugué de l'élévation relative du niveau de la mer, des ondes de tempête et des vagues peut entraîner une multiplication et une intensification des inondations dans les régions côtières. Les autorités nationales, régionales et locales ont l'obligation morale et juridique de prendre des mesures préventives et d'identifier les zones exposées en y intégrant les risques de toute nature, y compris les impacts potentiels de l'EANM. L'évaluation de la vulnérabilité du littoral au changement climatique a permis d'identifier et de prioriser les zones les plus vulnérables dont le littoral au niveau de Raf Raf et de Sousse.

A.2 Caractéristiques de la technologie

Les plages, qui sont l'élément essentiel de l'infrastructure balnéaire, vont subir une dégradation suite aux effets des EANM. Les objectifs de cette action seraient donc :

- ✓ la protection des plages des effets de l'EANM
- ✓ le réaménagement des plages ayant subies des dégradations

A.3 Applicabilité et potentiel spécifiques par pays

Les activités de cette action consistent en :

- ✓ exécution des travaux de protection des plages
- ✓ fixation des dunes littorales
- ✓ aménagement des plages dégradées

A.4 Statut de la technologie dans le pays

L'APAL a déjà exécuté des actions de réhabilitation telles que :

- ✓ la canalisation des flux piétonniers (et par là même la limitation du piétinement), la stabilisation des sentiers d'accès à la plage,
- ✓ le relevé des formations végétales existantes et leur mise en défends,
- ✓ l'aménagement de dispositif de contention (par le biais de barrières conçues dans le respect des caractéristiques du paysage local) ; Ce dispositif sera à même de protéger les formations végétales relevées, d'élargir et de sécuriser la zone de baignade et d'empêcher l'empiètement du cordon par les véhicules,
- ✓ l'élimination des réseaux divers implantés sur le cordon (eau et électricité),
- ✓ le renforcement du gardiennage et des actions d'enlèvement des déchets.

A.5 Avantages en termes de développement économique /social et environnemental

Une grande partie du littoral tunisien subit une importante pression humaine qui peut être urbaine, industrielle, touristique ou agricole. Cette pression s'explique par le fait que les 2/3 de la population est installée sur les côtes.

A.6 Avantages de l'adaptation au changement climatique

Il est nécessaire de proposer des mesures innovantes d'adaptation à l'EANM prenant en compte les vulnérabilités des plages (Intégration des exigences de l'EANM dans les Plans d'Aménagement Urbain, nouvelles normes et dispositions réglementaires spécifiques à l'Adaptation, DPM, DPH, PAU, etc.), à l'échelle 2030

A.7 Exigences et coûts Financiers

Le coût global de la technologie est de 15000 MDT réparti comme suit :

- RafRaf : 6000 MDT
- Sousse : 9000 MDT

La durée de mise en œuvre est de 5 années :

Exécution des travaux de protection et de réhabilitation des plages, fixation des dunes littorales : année 1, année 2 et année 3

Aménagement des plages dégradées : année 2, année 3 et année 4 et année 5

Les acteurs concernés par le projet sont : l'APAL, le Ministère de l'Agriculture et les promoteurs privés.

Annexe 2. Liste des parties prenantes impliquées dans la phase II et leurs coordonnées

Organisme	Nom et Prénom	Mail	Téléphone
Institut National de la recherche Agronomique de Tunisie INRAT	Bouaziz SIFI	bouazizsifi@yahoo.fr	97253439
Ministère de l'Agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche	Haikel Hechlef Sahla Mezghanni	Haikel_esam@yahoo.fr haikelhechlef@gmail.com mezghanisahla@gmail.com	50190412 Fax :71780246 98557671
	Nejla Khalfoun Shel Majid	najla.khalfoun@yahoo.fr majidshel@yahoo.fr	22416882
	Abderrahman Ouasli	waslyab@yahoo.fr	98645508
	Jamel Kailene	jamelkailene@gmail.com	98375977
Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE)	Mouhamed Mabrouki Khaled Zaabar Emna Krichen(*)	m.mabrouki@sonede.com.tn k.zaabar@sonede.com.tn e.krichen@sonede.com.tn	50517464 50518674
Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET)	Lamia Sayahi	dtit@citet.nat.tn	22610387 Fax :71 206 642
STEG	Afef Bennani	afefidani@gmail.com	25129771
Agence Nationale de la Protection de l'Environnement	Faiza Labidi	Faiza_labidi@yahoo.fr	23799903 Fax : 71232811
Ministère de l'Environnement et du Développement Durable	Hamza Youssef Abderrazak Amel Akremi	H.Y.Abderrazak@gmail.com Akremi_amel@yahoo.com	24894445 25805590
CERTE	Sihem Ben Abdallah Manel Mosbahi (*)	sihem.benabdallah@certe.rnrt.tn sihem.benabdallah@planet.tn manelmosbahi2016@gmail/com	98404777
APAL	Kaouthar Ben Houidi	k.benhouidi@apal.nat.tn	97348382 Fax : 71908400
MEDD - DCIF	Youssef Mejai	Youssef.mejai@mineat.gov.tn	70728690
AnGed	Amel Guinoubi	a_guinoubi07@yahoo.fr	

(*) Participant remplaçant

Annexe 3. Fiches de présence aux ateliers de la phase II

Fiche de présence au 2ème atelier de restitution du 29 Mars 2016

Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »
« TNA Project » – phase II

UNEP DTU PARTNERSHIP

-Feuille de présence- P1

Workshop de restitution et démarrage de la 2ème phase du TNA Project : Analyse des Barrières

Mardi, le 29/03/2016

Nom & Prénom du représentant	Organisme	Position	N° Tel	E-mail	Signature
Sihem Benabdallah	CERTE	Maître de conférences	98404777	sihem.benabdallah@planet.tn	
Haikel Hachlef	DGPA Min. Agri.	Ing. en chef	50190416	haikel_bom@yahoo.fr	
Nour ElKhelfa	DGQV / Chargée de Communication	Chargée de communication	22688744	kiefeanour@yahoo.fr	
Ines Charaabi	Direction Générale de l'énergie	chef Service	21649880	charaabi.ines@hotmail.com	
Kalthoum Sifaoui	DG-ACTA (Direct. des Ressources en sols)	Chef de service	20.045885	kalthoumsifaoui@gmail.com	
Najla Khalfoun	DGRE	Ing. Principal	22416822	najla.khalfoun@yahoo.fr	
AYARI Raed	CITET	Ingénieur en Chef / Chef de S°	53579814	rd.r@citet.nat.tn	
Sayahi Lamia	CITET	chef de service	22.610.384	dt.r@citet.nat.tn	
Krichen Emna	SONEDE (DTDE)	Ingénieur Principal	53.171016	e.krichen@sonede.com.tn	
AFEF Barrani	STEG	Chef de Division	25129771	afefbani@gmail.com	

Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »
« TNA Project » – phase II

UNEP DTU PARTNERSHIP

-P2-

Nom & Prénom du représentant	Organisme	Position	N° Tel	E-mail	Signature
Faten Barouni	Agence TAP	Journaliste	93122131	faten.barouni.tap@gmail.com	
Nadia HANAFI KHOUAJA	STEG - Département Environnement	Ingénieur Principal	24473827	nhanafi@steg.com.tn nadia.hanafi@yahoo.fr	
KETATA Mouna	APAL	Cadre Technique Principal	98578589	m.ketata@apal.nat.tn	
Mejai Youssef	MEDD - DCEC	Chef de Service	70728690	youssef.mejai@mineat.gov.tn	
Toumi Marwa	Alcor	Ingénieur	24663504	marwa.toumi@alcor.com.tn	
Rafik Missaoui	ALCOR	Consultant	20270330	r.missaoui@alcor.com.tn	
Raoudha Gafrej	ISSBAT	Expert adaptation	20447922	r.lahache@gnet.tn	
MEZGHANI Sahla	MARHP - DGPA	Directeur	98557671	mezghanisahla@yahoo.fr	
Kaouther Ben Houidi	APAL	Ingénieur Principal	97348382	k.benhouidi@apal.nat.tn	
Bedda Lolona	Express FR	Journaliste	93584080	lolona.bedda@gmail.com	

Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »

« TNA Project » – phase II

-P3-

Nom & Prénom du représentant	Organisme	Position	N° Tel	E-mail	Signature
FAIZA LABIDI	ANPE/	Sm Division	23799903 71233600	faiza_labidi@yahoo.fr	
HAMMAMI Youssef	ANPE/unité SZOUR	Coordinateur unité Nationale Zone	71233600	youssefhammami@yahoo.fr	
Jedi Youssef	ANPE	Financier	71234226	kelibia@yahoo.fr	
Naziha Hassine	CITET	chef de service	97.571.082	ae.mfi@citet.nat.tn	
AKREMI Amel	DGEQV	Directeur	25805590	amel.akremi@mineat.gov.tn	
Ben Amen Aicha	DGRA	Ingénieur Principal	71782636	71.../ aicha.benamen.dgra@gmail.com	
Boughanmi	Radio culturelle		29265261		
Rania Mehrzi	Radio Nationale		25830262		
Chagnani Malek	TAP	photographe	21913423		
Khaled Zaabar	SONEDE	Ingénieur Principal chef Dr Division	50518674	k.zaabar@sonede.com.tn	

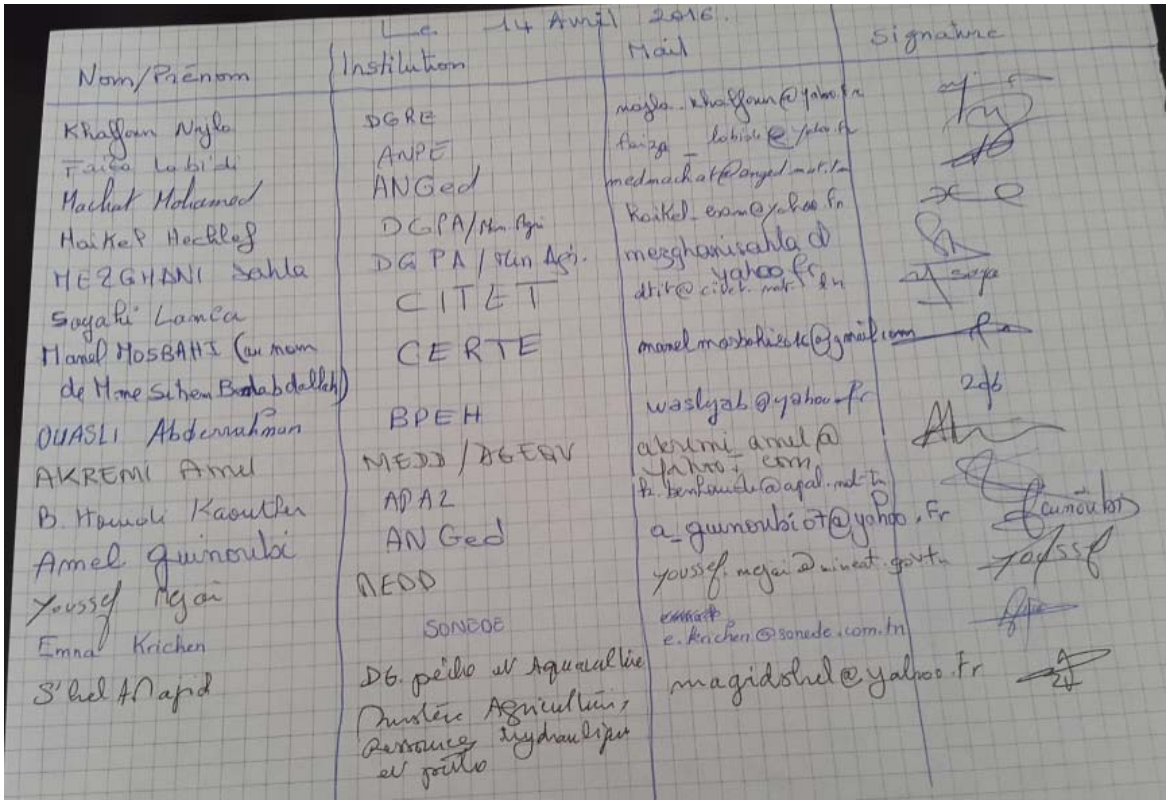
Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »

« TNA Project » – phase II

-P4-

Nom & Prénom du représentant	Organisme	Position	N° Tel	E-mail	Signature
Meriem Bouthouri	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	Administrateur Conseiller DGRS	22 914 852	meriem.bouthouri@yahoo.fr	
Mansi Khitem	CITET	technicien chef	97803483	kh.tem@yahoo.fr	
OUASLI Abderrahmen	BPEH . Cabinet MARHP	Directeur	98645508	waslyab@yahoo.f	
Ahmed HMAM	I.N.M	Sous direction	58240051	hmam@meteo.tn	
Bouzghaya Fethi	DGDD	Coordinateur National TNA	98567646	bf_fathy@yahoo.fr	

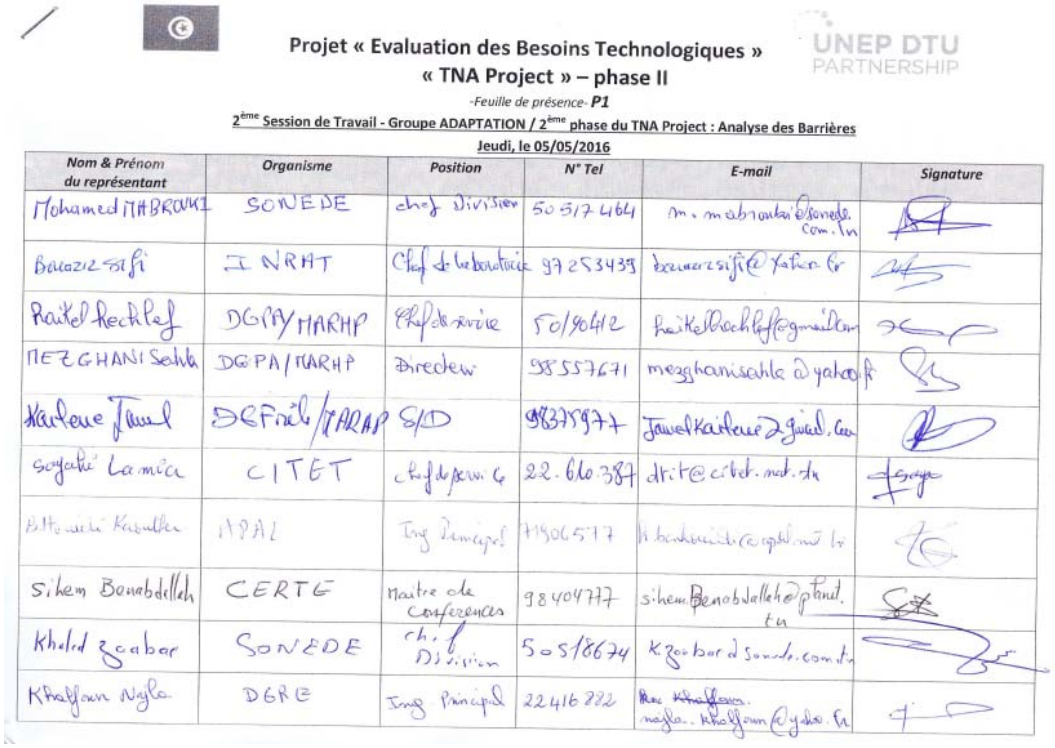
Fiche de présence à l'atelier d'analyse des barrières des technologies d'adaptation du 14 Avril 2016



Le 14 Avril 2016.

Nom/Prénom	Institution	Mail	Signature
Khaffoun Nyla	DGRE	nagla.khaffoun@yahoo.fr	
Faiza Labidi	ANPE	faiza_labidi@yahoo.fr	
Machat Mohamed	ANGed	medmachat@anged.mdci.tn	
Haikel Hechlef	DGPA/Min Agri	haikel_exam@yahoo.fr	
MEZGHANI Sahla	DGPA / Min Agri.	mezghanisahla@yahoo.fr	
Sayahi Lamia	CITET	dir@citet.mdci.tn	
Manel MOSBAHI (au nom de Mme Sihem Ben Abdallah)	CERTE	manel.mosbahi.ctc@gmail.com	
OUASLI Abderrahman	BPEH		
AKREMI Amel	MEDD / DGEQV	waslyab@yahoo.fr	
B. Hamdi Kaouther	ADAZ	akremi_amel@yahoo.com	
Amel Guinoubi	ANGed	h.benhamida@agal.mdci.tn	
Youssef Negai	MEDD	a_guinoubi@yahoo.Fr	
Emna Krichen	SONEDE	youssef.negai@ineat.govtn	
S'hel Magid	DG. pêche et aquaculture Tunisie Agriculture, Ressource hydraulique et pêche	e.krichen@sonede.com.tn	
		magidshel@yahoo.fr	

Fiche de présence à l'atelier d'analyse des barrières des technologies d'adaptation du 5 Mai 2016



Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »
« TNA Project » – phase II

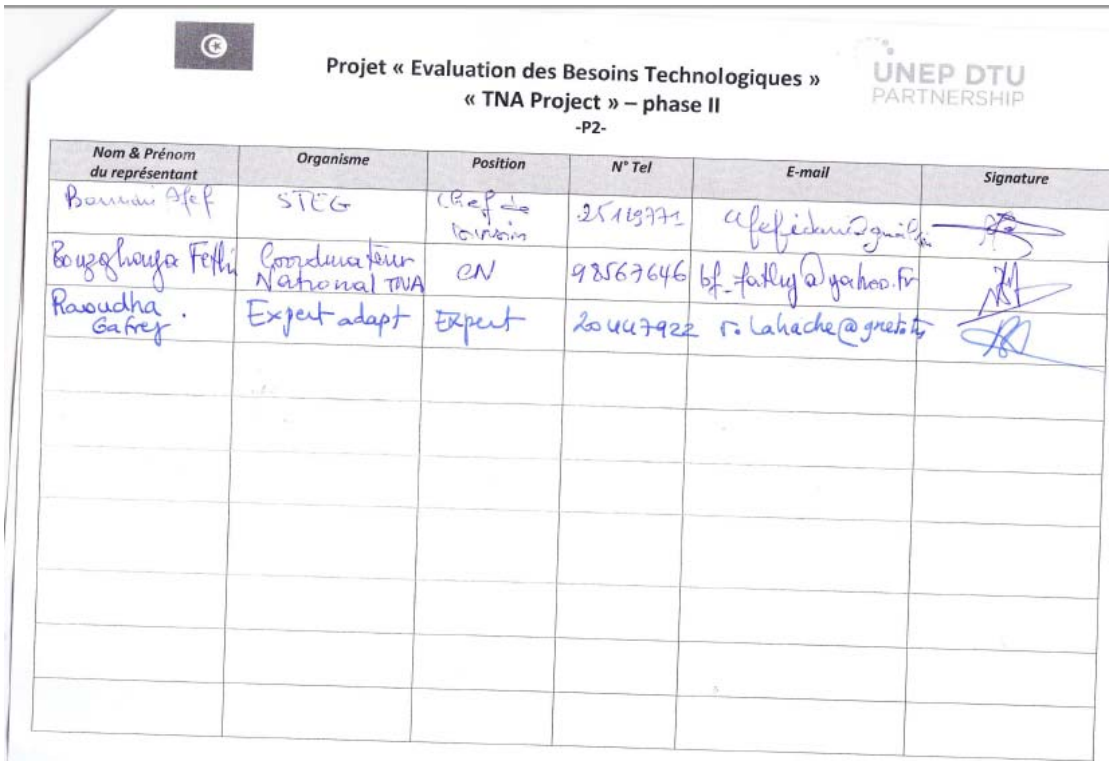
UNEP DTU PARTNERSHIP

-Feuille de présence- ***P1***

2ème Session de Travail - Groupe ADAPTATION / 2ème phase du TNA Project : Analyse des Barrières

Jeudi, le 05/05/2016

Nom & Prénom du représentant	Organisme	Position	N° Tel	E-mail	Signature
Mohamed MABROUKI	SONEDE	chef Division	50517464	m.mabrouki@sonede.com.tn	
Bouazizsifi	INRAT	Chef de laboratoire	97253439	bouazizsifi@yahoo.fr	
Raikel Rechlef	DGPA/MARHP	Chef de service	50190412	raikelrechlef@gmail.com	
MEZGHANI Sahla	DGPA/MARHP	Directeur	98557671	mezghanisahla@yahoo.fr	
Karlene Jawel	DGFiel/MARAP	S/D	98375977	JawelKarlene@gmail.com	
Soyahi Lamia	CITET	chef de service	22.610.387	drit@citet.mat.tn	
Bettouaidi Kaoutha	APAL	Ing Principal	71906577	k.bettouaidi@apal.mat.tn	
Sihem Benabdallah	CERTE	Maitre de Conferences	98404777	sihem.Benabdallah@planet.tn	
Khaled Zoabar	SONEDE	chef Division	50518674	K.zoabar@sonede.com.tn	
Khalfoun Nagla	DGRE	Ing Principal	22416882	nagla.khalfoun@yahoo.fr	



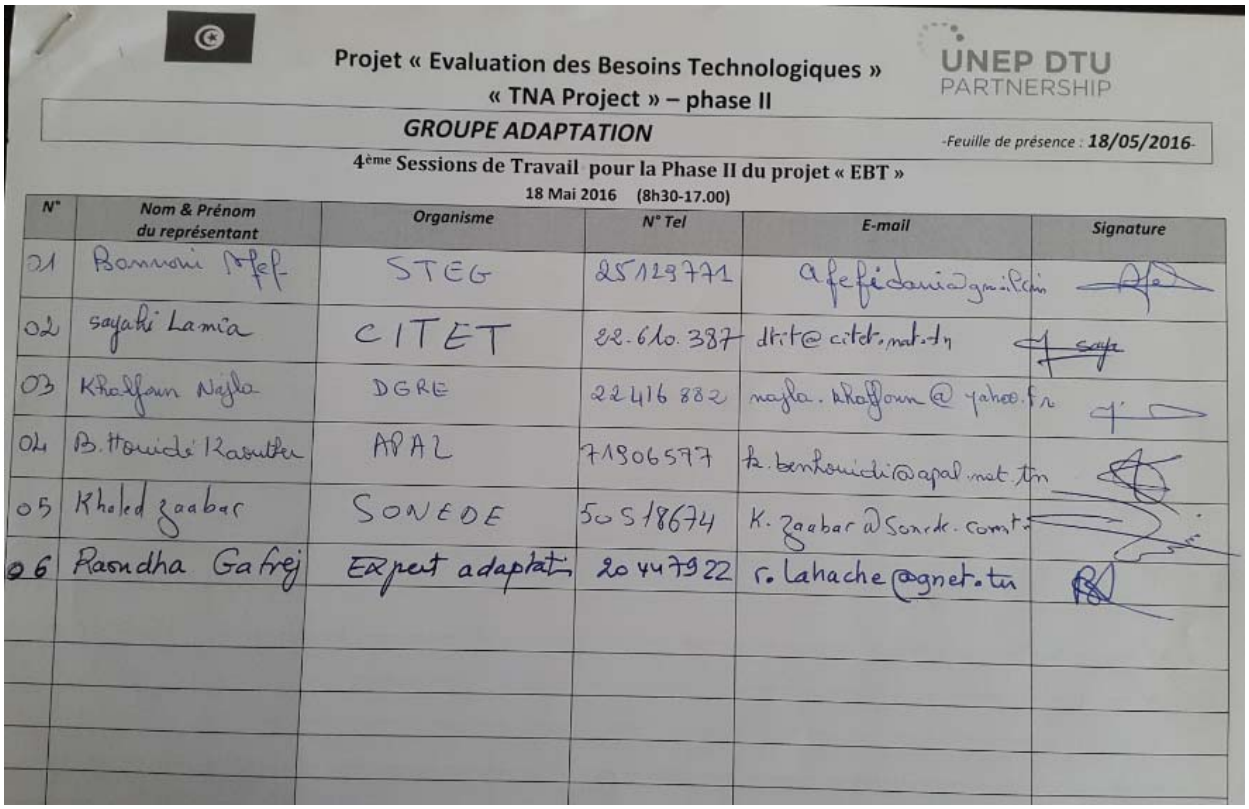
Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »
« TNA Project » – phase II

UNEP DTU PARTNERSHIP

-P2-

Nom & Prénom du représentant	Organisme	Position	N° Tel	E-mail	Signature
Bouzaiani Afef	STEG	Chef de Division	25119771	afefidani@gmail.com	
Bouzghaya Fethi	Coordinateur National TNA	CN	98567646	bf_fathy@yahoo.fr	
Raoudha Gafrej	Expert adapt	Expert	20447922	r.lahache@gmail.tn	

Fiche de présence à l'atelier d'analyse des barrières des technologies d'adaptation du 18 Mai 2016



Projet « Evaluation des Besoins Technologiques »
« TNA Project » – phase II

UNEP DTU PARTNERSHIP

GROUPE ADAPTATION

-Feuille de présence : **18/05/2016**-

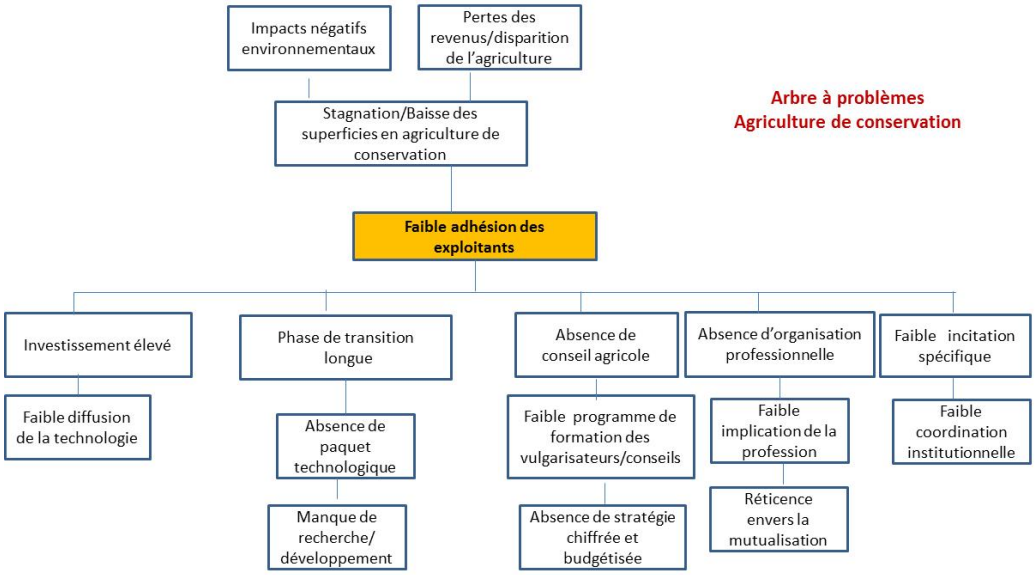
4ème Sessions de Travail pour la Phase II du projet « EBT »

18 Mai 2016 (8h30-17.00)

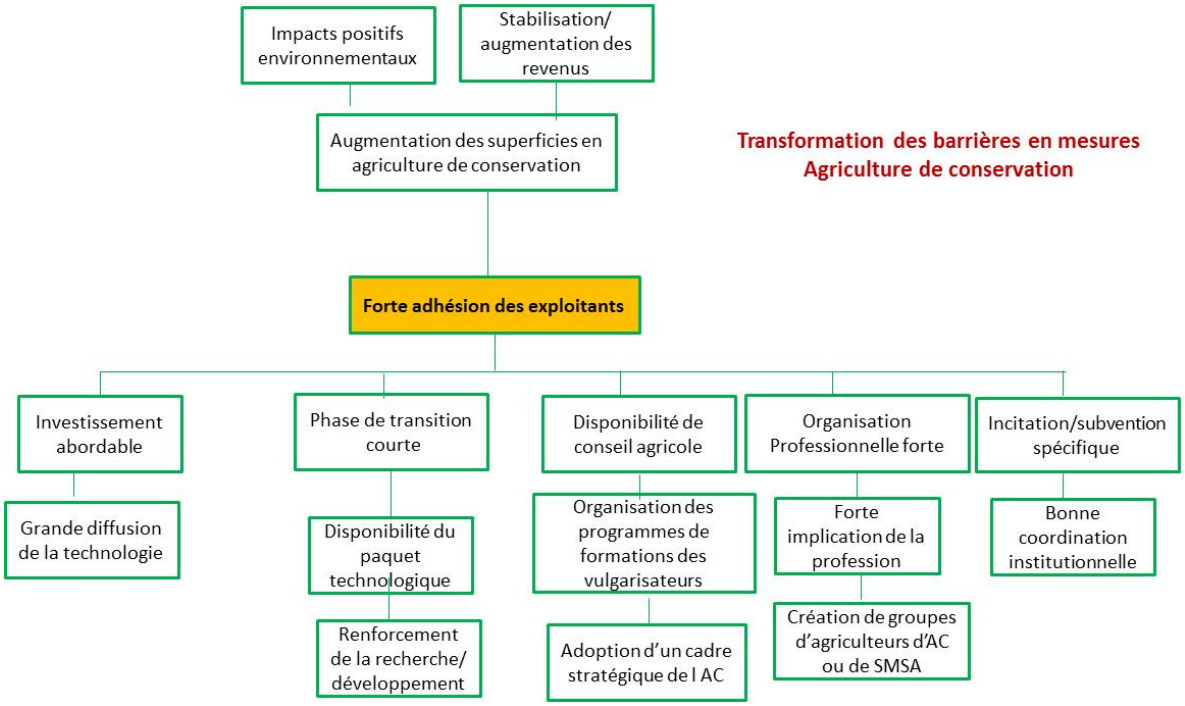
N°	Nom & Prénom du représentant	Organisme	N° Tel	E-mail	Signature
01	Bannoni Afef	STEG	25129771	afefidani@gmail.com	[signature]
02	sayahi Lamia	CITET	22.610.387	dtit@citet.nat.tn	[signature]
03	Khalfoun Najla	DGRE	22416882	najla.khalfoun@yahoo.fr	[signature]
04	B. Houidi Kaouther	APAL	71906577	k.benhouidi@apal.nat.tn	[signature]
05	Khaled zaabar	SONEDE	50518674	K.zaabar@sonede.com.tn	[signature]
06	Raoudha Gafrej	Expert adaptati	20447922	r.lahache@gnet.tn	[signature]

Annexe 4. Arbres à problèmes

Annexe 4.1 : Arbre à problème de l'agriculture de conservation



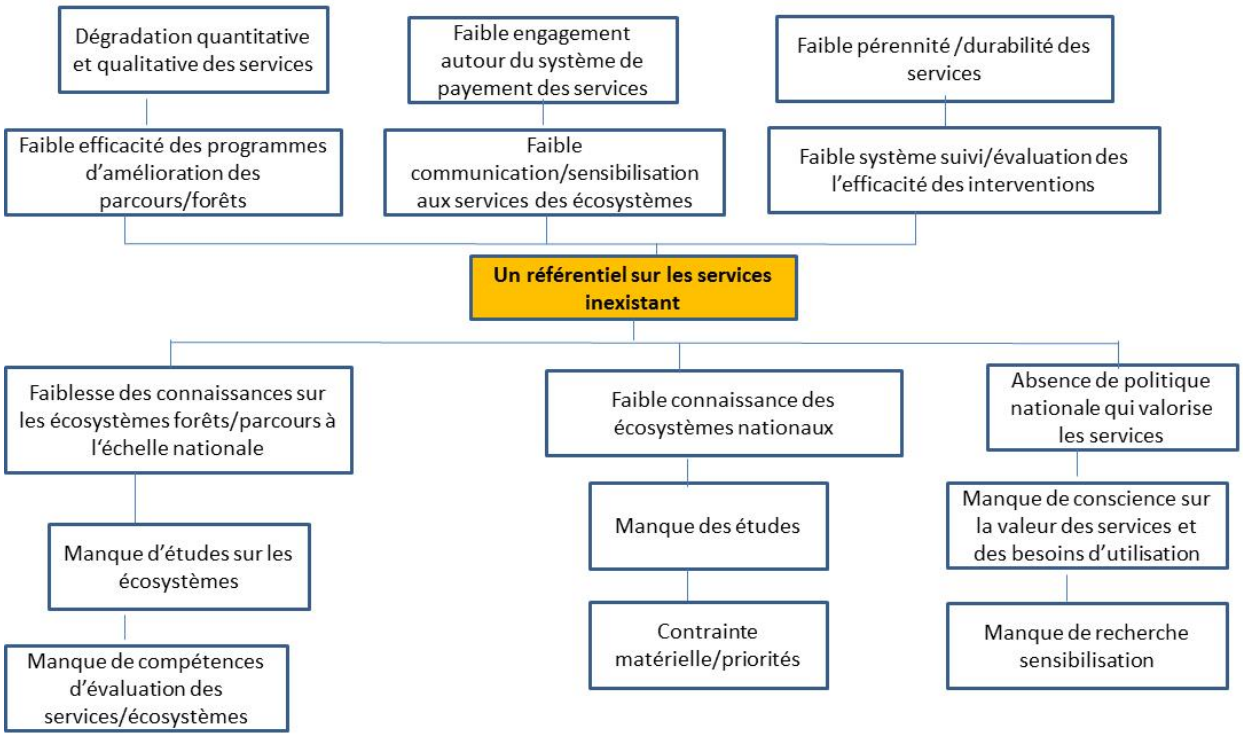
Arbre à problèmes
Agriculture de conservation

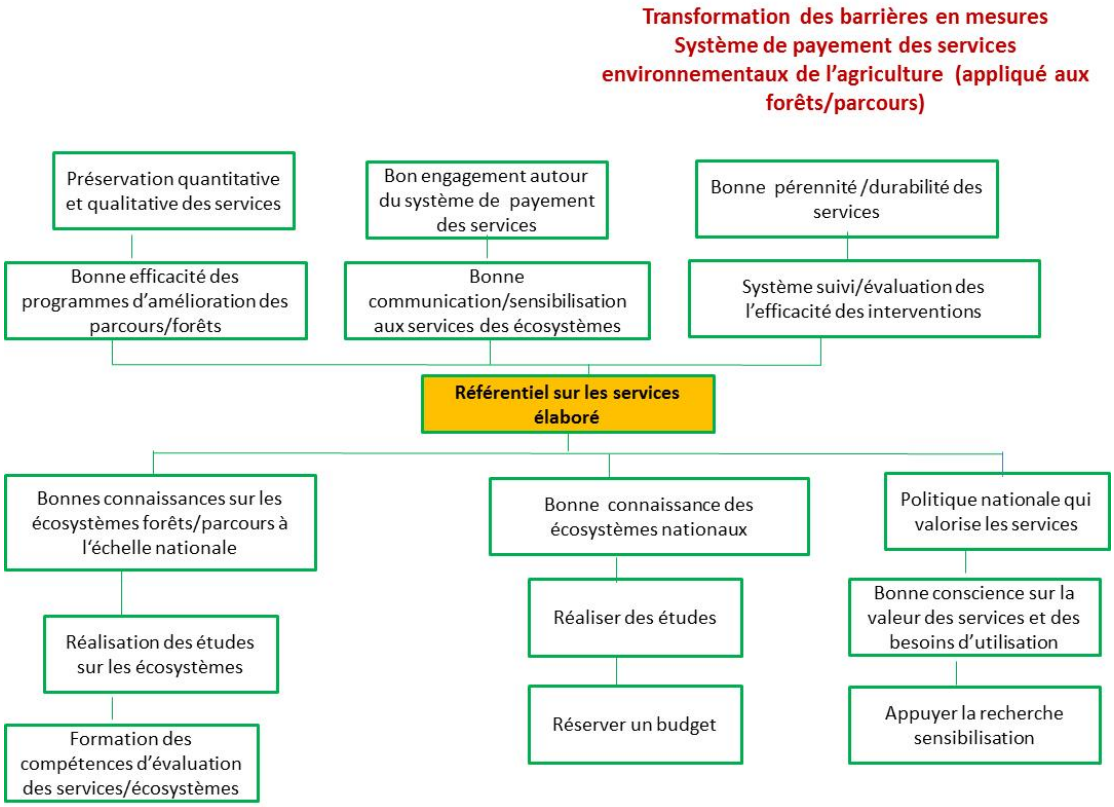


Transformation des barrières en mesures
Agriculture de conservation

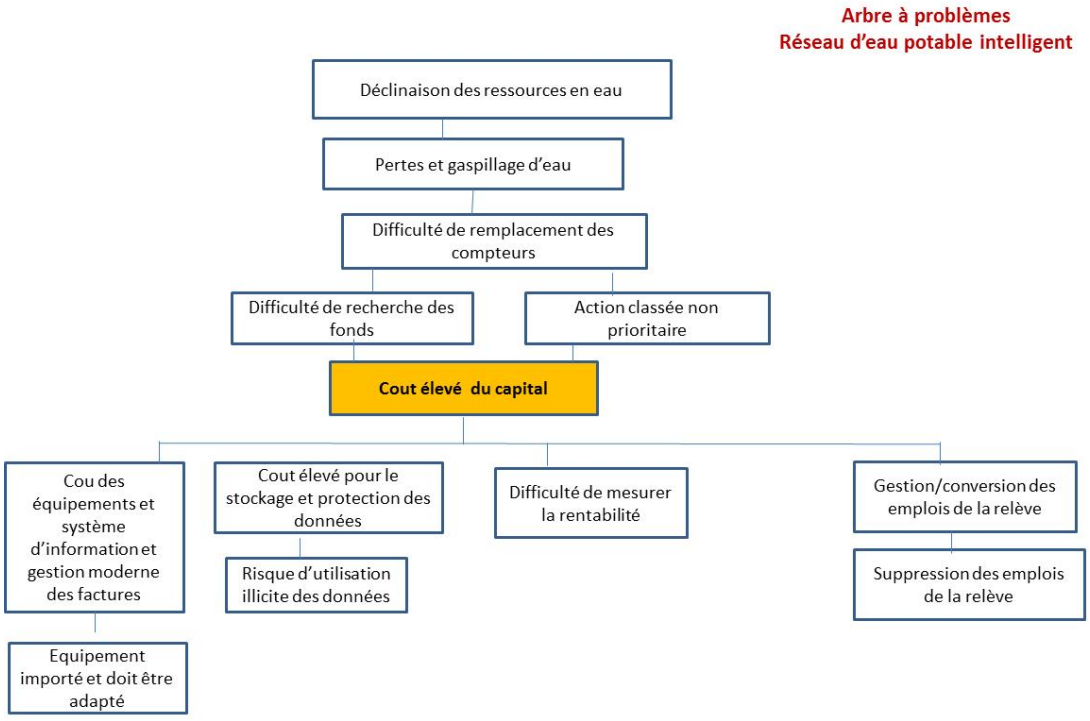
Annexe 4.2 : Arbre à problème du système de payement des SE

Arbre à problèmes
Système de payement des services environnementaux de l'agriculture (appliqué aux forêts/parcours)

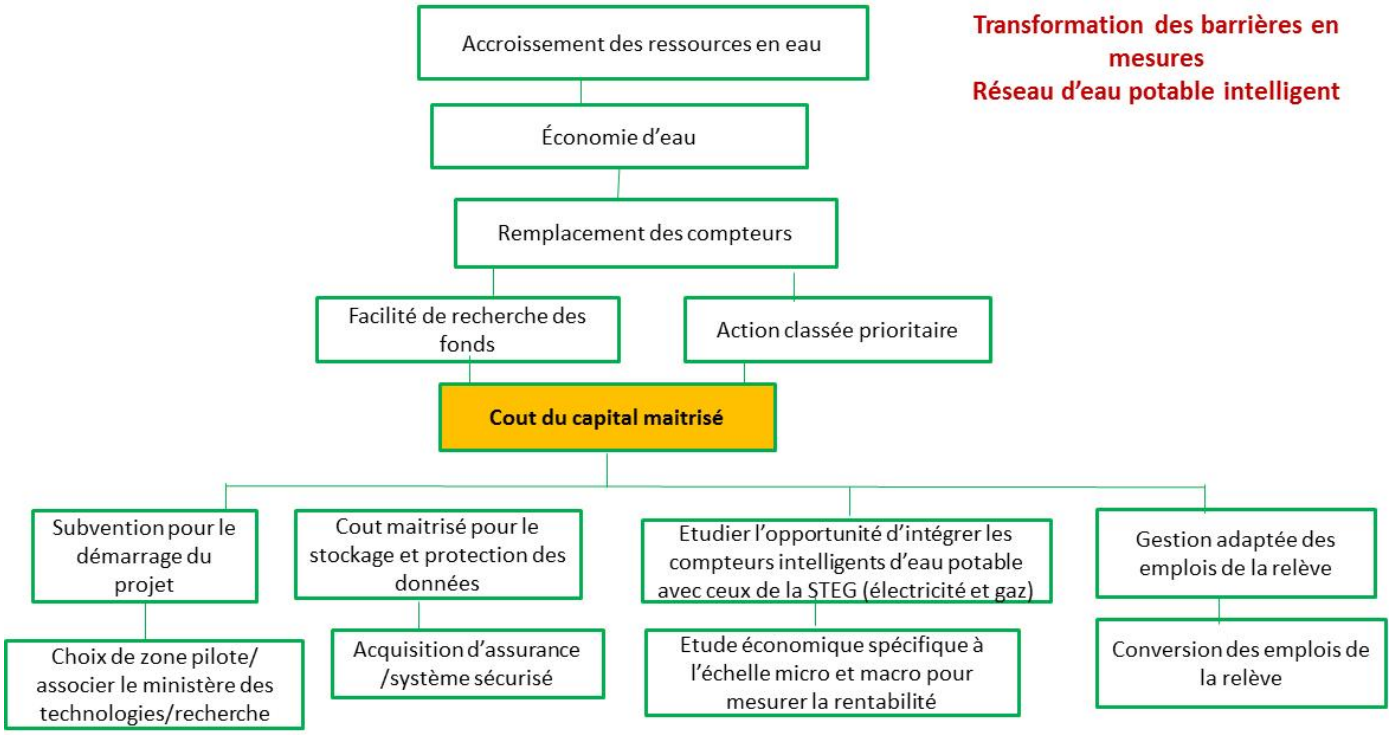




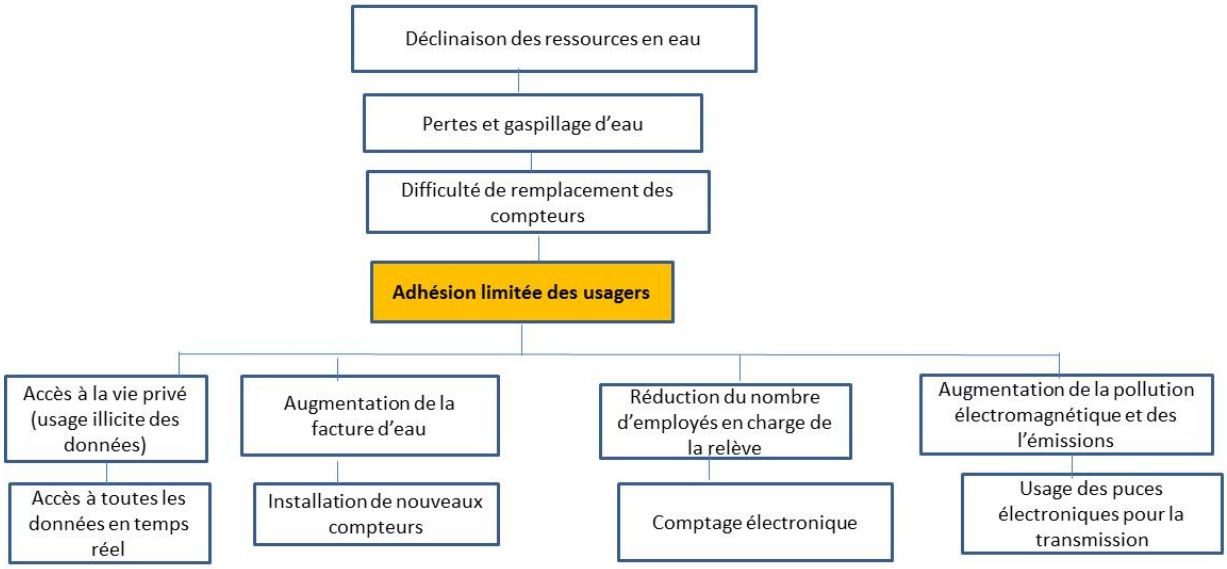
Annexe 4.3 : Arbre à problème du réseau d'eau potable intelligent



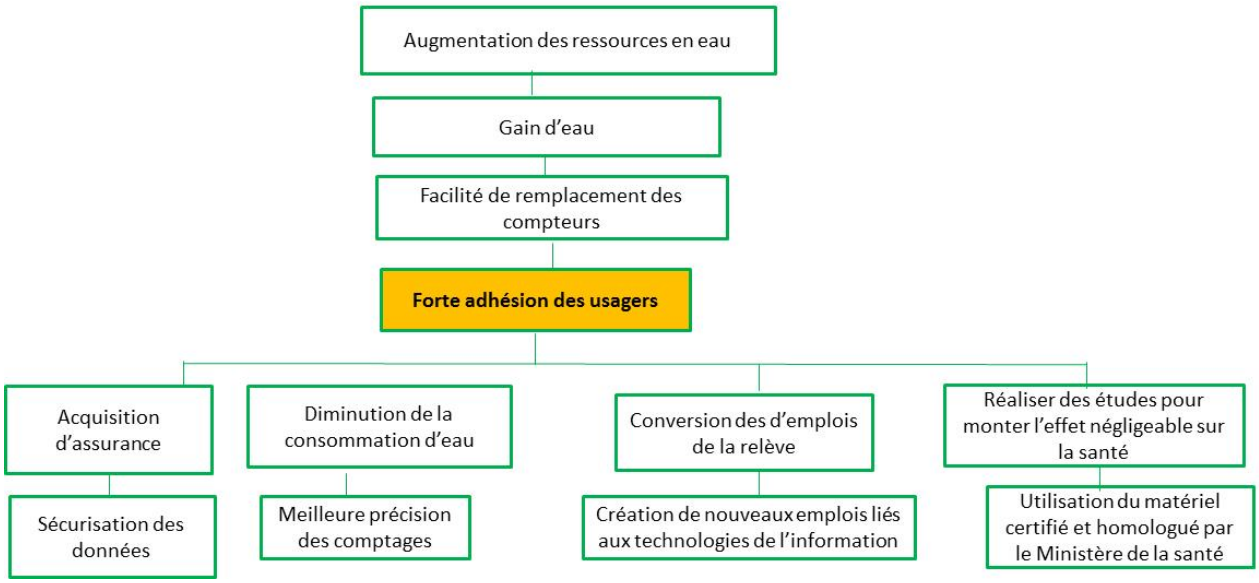
Transformation des barrières en mesures
Réseau d'eau potable intelligent



Arbre à problème
Réseau d'eau potable intelligent

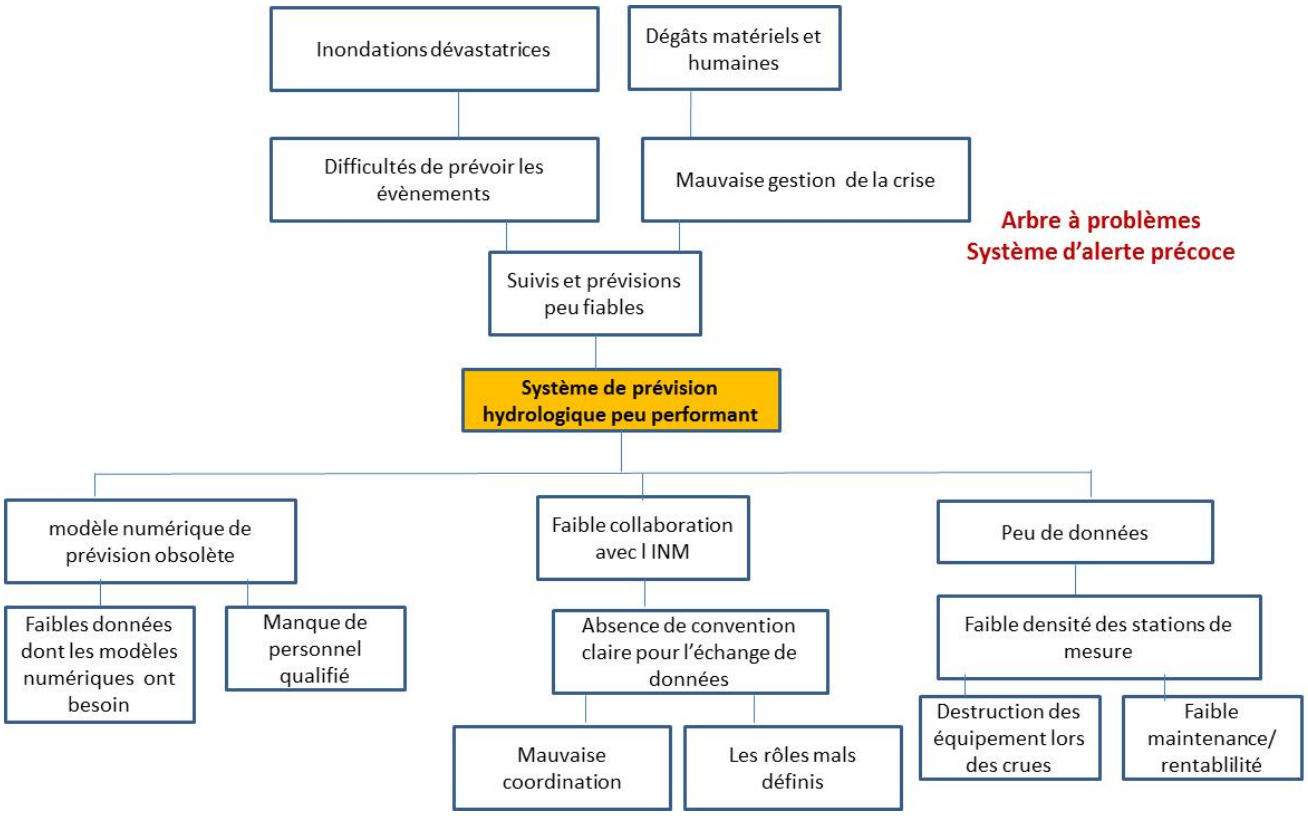


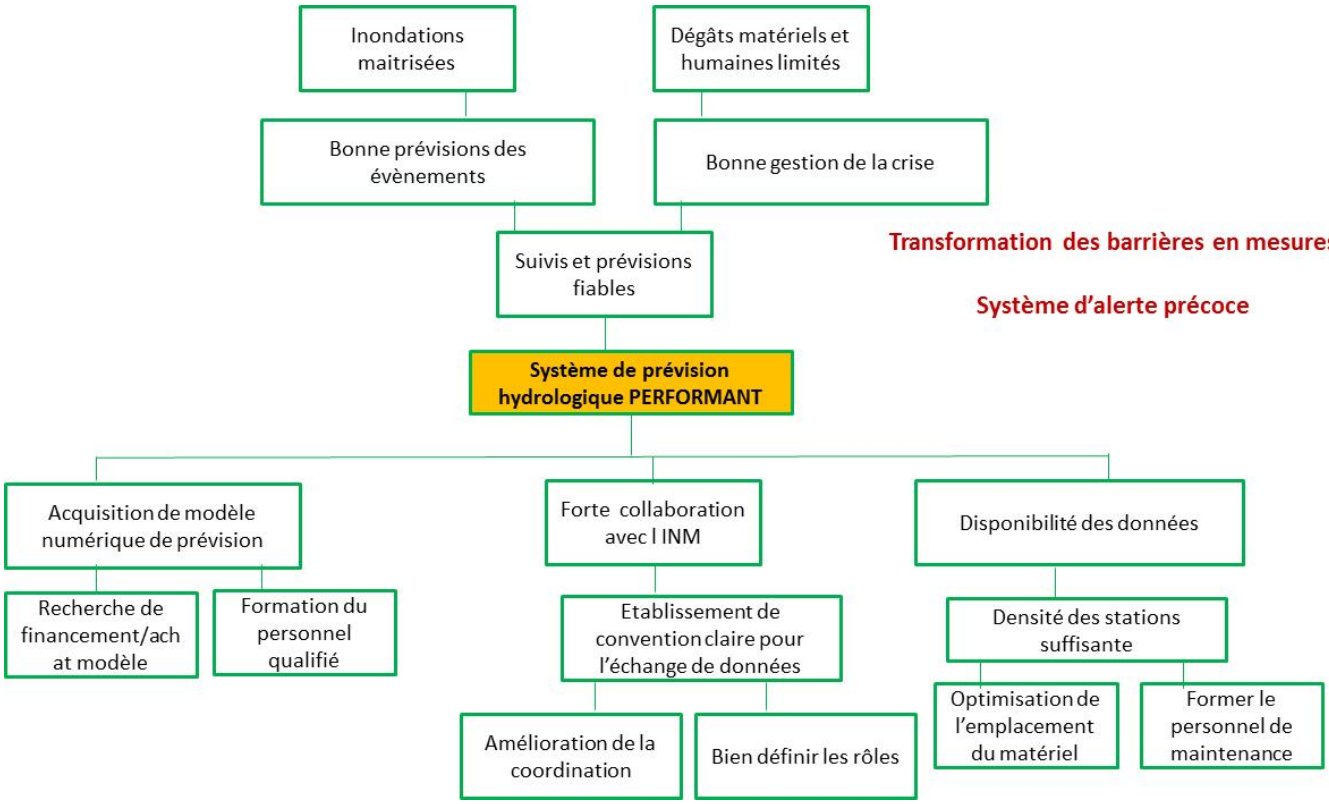
Transformation des barrières en mesures
Réseau d'eau potable intelligent



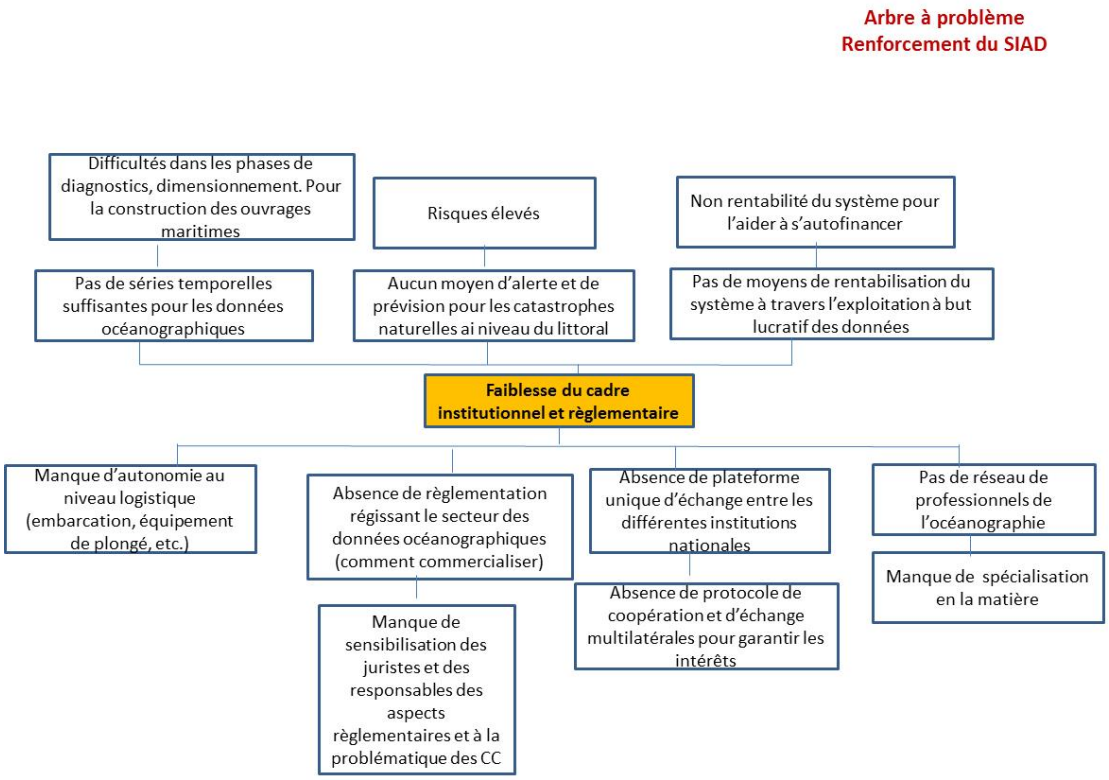
Annexe 4.4 : Arbre à problème du Système d'alerte précoce

Arbre à problèmes
Système d'alerte précoce



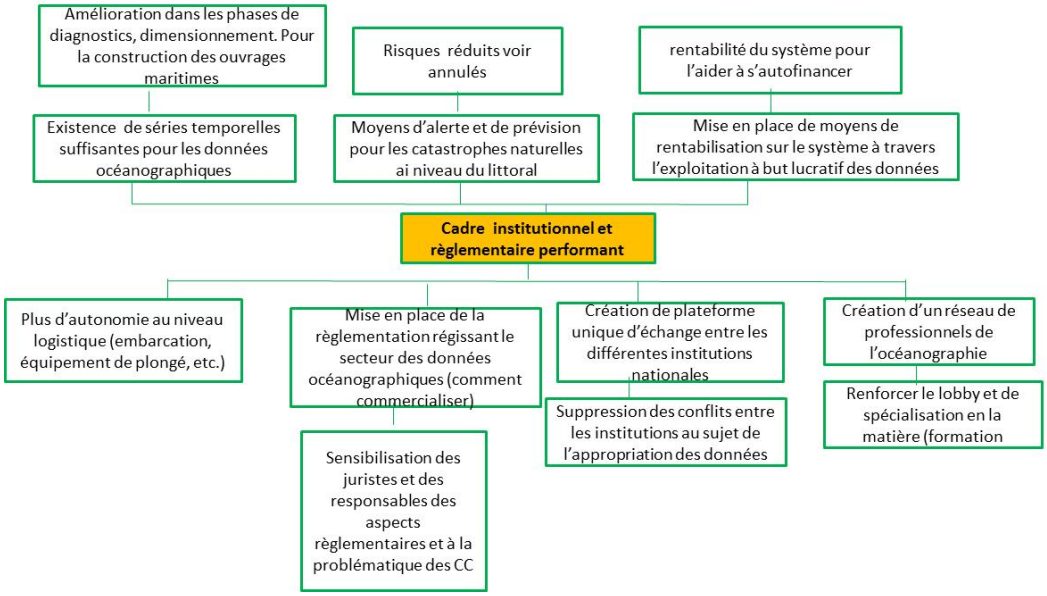


Annexe 4.5 : Arbre à problème du système d'aide à la décision

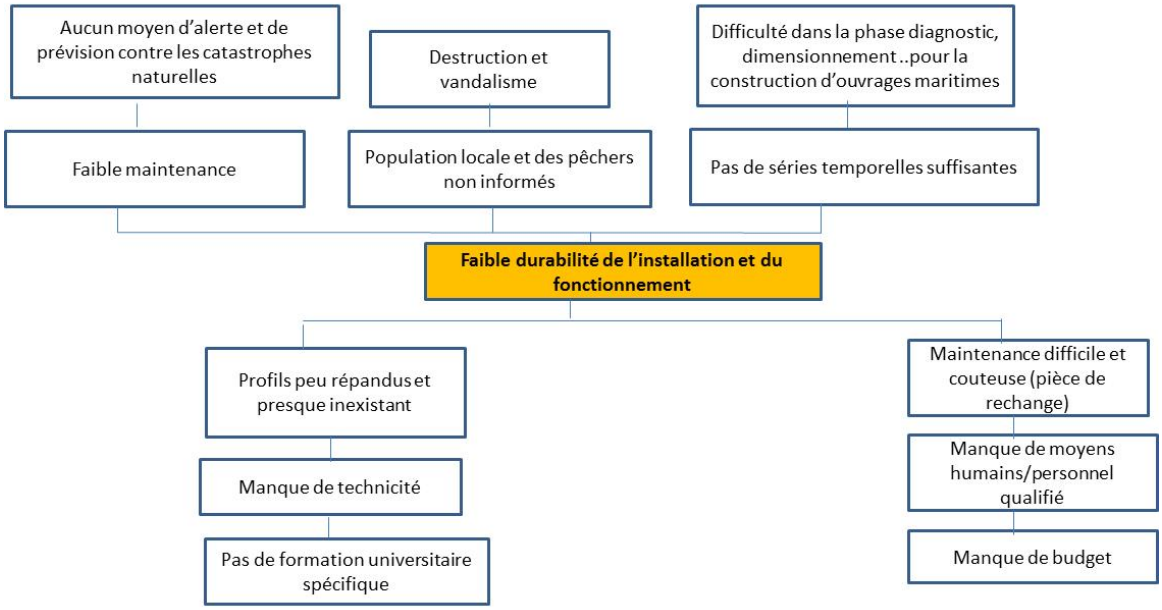


Transformation des barrières en mesures
Approche du cadre logique

Renforcement du SIAD

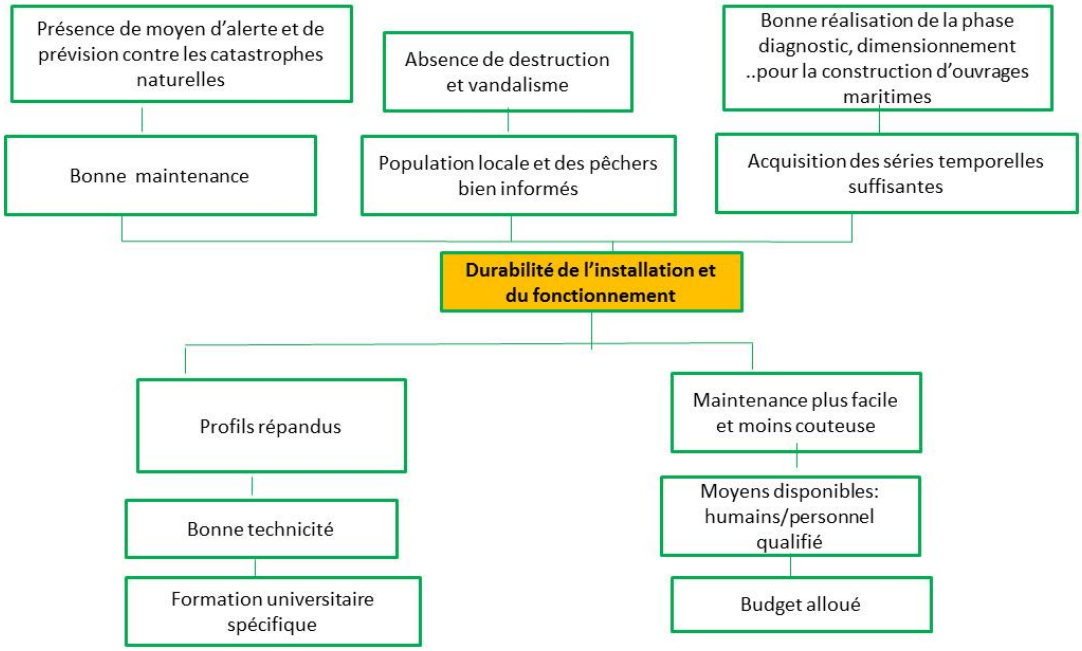


Arbre à problème
Renforcement du SIAD

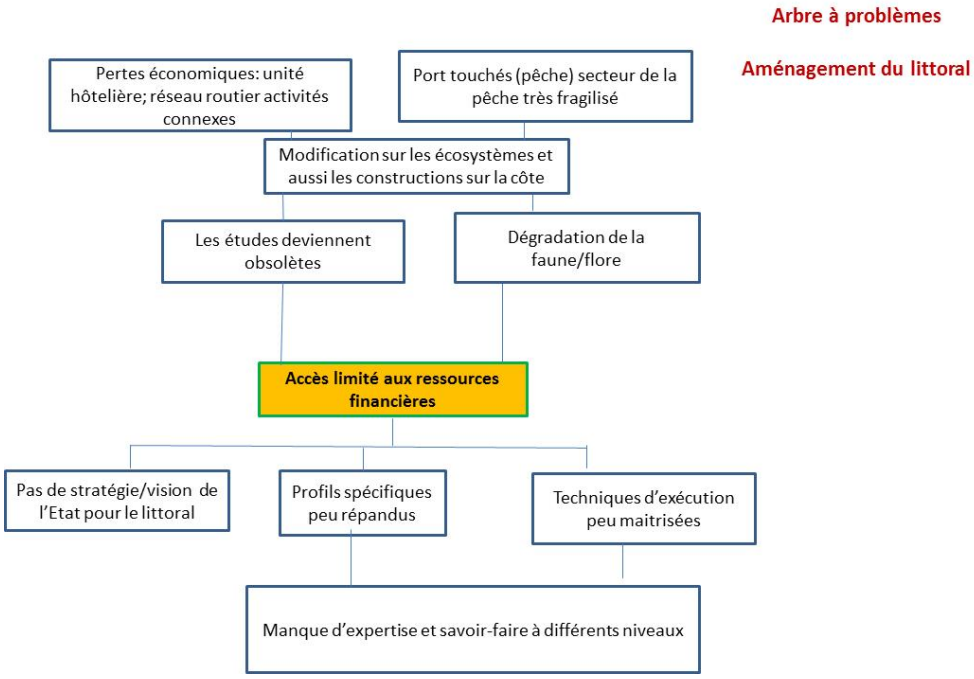


Transformation des barrières en mesures
Approche du cadre logique

Renforcement du SIAD

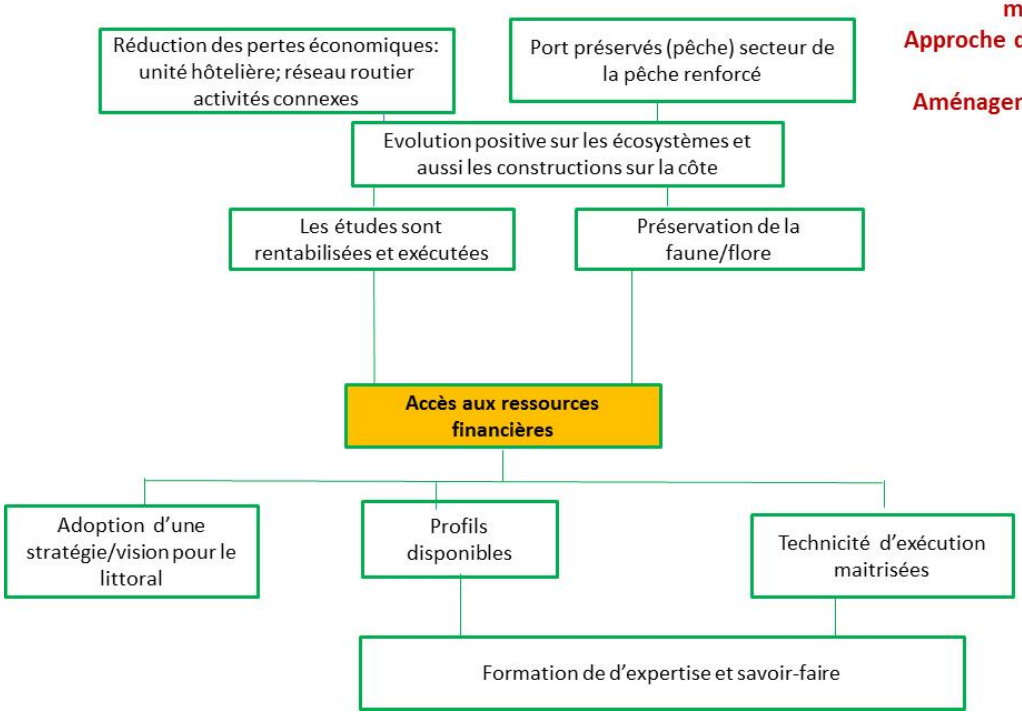


Annexe4.6 : Arbre à problème du management du littoral



Transformation des barrières en mesures
Approche du cadre logique

Aménagement du littoral



Annexe 5. Liste des parties prenantes pour les différentes technologies

Agriculture	
Agriculture de conservation	**Payement des services environnementaux de l'agriculture**
Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (DGFIOP, DGEDA, DGPA, DGACTA, ONAGRI, INGC, APIA, AVFA, Task Force changement climatique..)	Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (DGF, DGFIOP, DGPA, DGEDA, ONAGRI, AVFA, APIA, Task Force changement climatique..)
Groupement de Développement agricole (GDA)	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (CERTE, ENIT, INAT,..)
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (CERTE, ENIT, INAT,..)	IRESA
IRESA, INRAT	Groupement de Développement agricole (GDA)
Ministère chargé de l'Industrie, de l'Energie et des Mines (INNORPI)	Caisse tunisienne d'assurances mutuelles agricoles (CTAMA)
Ministère de l'Environnement et du développement durable (ANPE, CITET…)	Ministère chargé de l'Industrie, de l'Energie et des Mines (INNORPI)
Société civile (ONG)	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Ministère des finances	Société civile (ONG)
le Ministère de développement régional et de la coopération internationale	Ministère des finances
L'UTAP,	Ministère de l'Environnement et du développement durable (ANPE, CITET…)
L'UTICA	le Ministère de développement régional et de la coopération internationale

Ressources en eau	
Réseau d'eau potable intelligent	**Système d'alerte précoce**
Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (DGFIOP, SONEDE, DGGREE, ONAGRI, Task Force changement climatique..)	Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (DGFIOP, DGRE, BPEH, DGACTA, DGBGTH, ONAGRI, Task Force changement climatique..)
Ministère du Tourisme	Ministère de l'intérieur (municipalités)
Fournisseurs de compteurs intelligents	Ministère de l'Environnement et du développement durable (ANPE, APAL, OTEDD, CITET)
Société civile (ONG)	Ministère de la technologie de l'information
Ministère de la technologie de l'information	Ministère de la défense (CNCT)
Fédération tunisienne de l'hôtellerie	Fournisseurs d'équipements et de logiciels
Office National du Tourisme Tunisien (ONTT)	Société civile (ONG)
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (CERTE, ENIT, INAT,..)	Ministère du transport (INM)
Ministère de l'Environnement et du développement durable (ANPE, OTEDD,)	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique (CERTE, ENIT, INAT,..)
Ministère de la santé publique (DHMPE,..)	

Gestion des zones côtières et marines	
Renforcement du Système d'aide à la décision du littoral	**Management du littoral**
Ministère de l'Environnement et du développement durable (APAL, ANPE, CITET, ONAS..)	Ministère de l'Environnement et du développement durable (APAL, ANPE, CITET, ONAS..)
Ministère de la défense (CNCT, SHOM)	Ministère de l'intérieur (municipalités)
Fournisseurs d'équipements et de logiciels	Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (INSTM, Task Force changement climatique..)
Société civile (ONG)	Ministère de la technologie de l'information
Ministère de la technologie de l'information	Ministère de la défense (CNCT)
Ministère de l'agriculture des ressources hydrauliques et de la pêche (INSTM, Task Force changement climatique..)	Fournisseurs d'équipements et de logiciels
Ministère du transport (INM)	Société civile (ONG)