

Evaluation intégrée ex-ante d'impact des politiques d'utilisation des terres sur le développement durable dans les régions arides : cas du gouvernorat de Médenine Sud-est Tunisien

Sghaier M., Abdeladhim M.A., Ounalli N., Jeder H., et Riadh B.

Laboratoire d'Economie et Sociétés Rurales, Institut des Régions Arides (IRA) Médenine, Tunisie

E-mail: sghaier.mon@gmail.com, s.mongi@ira.rnrt.tn

Communication au Séminaire « Politiques, programmes et projets de lutte contre la désertification, quelles évaluations ? », CSFD, 29-30 juin 2011, Montpellier

Résumé

Le présent papier synthétise les résultats d'une approche intégrée d'évaluation d'impact ex-ante de deux politiques environnementales sur la durabilité en zones arides tunisiennes, à savoir la politique de conservation des eaux et des sols et la politique d'économie d'eau. Le cadre analytique et conceptuel de cette approche d'évaluation holistique, multi scalaire, multidisciplinaire et intersectorielle a été développé dans le cadre du projet LUPIS¹ (Land Use Policies and Sustainable development in Developing Countries) financé par l'Union Européenne 2007-2011.

L'approche méthodologique mise en œuvre est déclinée en trois phases d'évaluation interconnectées, phase de pré-modélisation, phase de modélisation et phase de post-modélisation.

Le travail a montré que ces approches complexes d'évaluation ex-ante sont adaptables et applicables dans le contexte de la Tunisie. Il a par ailleurs mis en évidence que le calcul d'un indice unique d'impact des politiques environnementales sur la durabilité des régions arides a confirmé l'hypothèse de gain de durabilité en œuvrant vers des scénarios environnementaux de compromis permettant la conciliation entre le maintien de revenus acceptables des populations rurales et la préservation des ressources naturelles.

Mots-clés : Evaluation ex-ante d'impact, Méthodes intégrées, développement durable, politiques d'utilisation des terres, Zones arides tunisiennes.

Abstract

This paper summarizes the results of an ex-ante integrated impact assessment of two environmental policies on sustainability in arid region of Tunisia, namely the water and soil conservation policy and the saving water policy. The analytical and conceptual framework of this holistic, multi scale and multidisciplinary approach was developed in the frame of LUPIS project (Land Use Policies and Sustainable Development in Developing Countries) funded by the European Union 2007-2011. The approach is carried out through three interconnected assessment phases, pre-modeling, modeling and post-modeling phases. The work has shown that this complex approach is adaptable and applicable in the context of Tunisia. It also highlighted that the calculation of a single index of the impact of environmental policies on the sustainability in arid regions has confirmed the possibility of compromising between maintaining acceptable income for rural population and natural resources preservation.

Keywords: Ex-ante impact assessment - Integrated approach - Sustainable development - Land use policies - Arid regions of Tunisia.

1. Introduction

Le besoin de concevoir des outils d'évaluation des politiques environnementales, notamment les programmes de lutte contre la désertification à la lumière des changements globaux tels que le changement climatique et la mondialisation est devenu de nos jours au centre des préoccupations de la communauté scientifique. Cette prise

¹ Remerciements : Nos remerciements s'adressent d'une part à tous les partenaires du projet LUPIS pour leurs contributions à la réalisation de ce travail et d'autre part aux acteurs de développement et décideurs politiques de la région de Médenine pour leurs collaborations.

de conscience internationale traduit bien le besoin pressant pour améliorer l'efficacité des interventions et des politiques publiques moyennant les outils appropriés d'évaluation. L'Approche intégrée d'évaluation des impacts des politiques environnementales sur le développement durable est récemment acceptée comme outil efficace d'évaluation ex-ante, (Boulanger et *al*, 2005; De Ridder et *al*, 2007; George et *al*, 2006). A cet égard différents outils et méthodes qui prennent en compte la multi dimensionnalité des problèmes environnementaux à différentes échelles spatio-temporelles ont été mobilisées. Ces méthodes sont grandement complémentaires bien qu'il soit possible qu'elles répondent à des objectifs différents et qu'elles utilisent des instruments et approches différents.

Vu la complexité des problèmes de durabilité, les approches d'évaluation unidimensionnelles et fragmentaires mises actuellement à la disposition des praticiens ou qui semblaient efficaces dans le passé ont atteint leurs limites (Rotmans J, 2006). D'où l'intérêt de développer des nouvelles générations d'approches et outils intégrés d'évaluation ex-ante des impacts des politiques de développement durable (Harris G, 2002) et d'aide à la décision (Rotmans et Van Asselt, 1996).

Rotmans et Van Asselt (1996) ont défini l'approche d'évaluation intégrée des politiques de développement durable comme étant un processus multi-disciplinaire et participatif qui vise la combinaison, l'interprétation et l'inter-échange des connaissances provenant de diverses disciplines scientifiques afin de permettre une meilleure compréhension des phénomènes complexes. La modélisation intégrée d'évaluation d'impact est une méthode qui combine plusieurs modèles quantitatifs et/ou qualitatives analysant les différents systèmes et opérant sur différentes échelles dans un cadre analytique cohérent (Parker et *al.*, 2002). Les premières applications de l'approche d'évaluation ex-ante intégrée d'impact des politiques sur le développement durable, ont montré qu'elle pourrait offrir des réponses à des exigences scientifiques et sociétales.

Outre l'effort de la communauté scientifique pour comprendre et expliquer la complexité de systèmes environnementaux et socio économiques, la coordination entre la vision top-down (scientifique) et la vision bottom-up (acteurs de développement, décideurs politiques) est cruciale dans le processus d'évaluation. En effet, le résultat d'évaluation intégré d'impact doit être synthétique, opérationnelle et compréhensible.

Dans le contexte européen, la mise en oeuvre de la guideline de la commission européenne d'évaluation d'impact a créé des possibilités de financement des projets de recherche (programme cadre FP6, 2002-2006) se basant sur les approches d'évaluation intégrée des politiques de développement. SENSOR (Sustainability Impact Assessment: Tools for Environmental, Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in European Regions; Helming et *al.*, 2008) et SEAMLESS (System for Environmental and Agricultural Modelling: Linking European Science and Society; Van Ittersum et *al.*, 2008) en sont des exemples de projets de recherche représentant une initiative visant à développer des méthodes scientifiques et des outils d'évaluation d'impact de durabilité dans le contexte européen.

Selon Reidsma et *al* (2010), il existe un décalage scientifique entre les pays développés et les pays en voie de développement concernant la conception et l'application des méthodes et outils d'évaluation intégrée de durabilité. Ainsi, ce décalage doit être comblé via les projets de coopération pour renforcer les méthodologies appropriées d'évaluation, les adapter aux contextes spécifiques et fournir des réponses aux besoins sociétales présentés par les pays en voie développement. Rares sont les projets de coopération qui ont entrepris une évaluation ex-ante intégrée de politiques de développement durable dans les pays en développement.

Le projet LUPIS (Land Use Policies and Sustainable development in Developing Countries) tente de fournir une approche holistique, multi-échelle, multi-disciplinaire et inter-sectorielle, impliquant les décideurs politiques pour évaluer les politiques d'utilisation des terres. L'objectif du projet est d'adapter les outils et méthodes développés en Europe au contexte des pays en développement.

En se basant sur le cadre analytique et conceptuel du projet LUPIS (Reidsma et *al*, 2010), ce travail est une tentative d'évaluation intégrée des impacts des politiques d'utilisation des terres dans le Sud-est Tunisien.

Ce papier synthétise les résultats de l'évaluation de deux politiques environnementales à savoir la politique de la conservation des eaux et des sols et la politique d'économie d'eau.

2. Cadre analytique et approche méthodologique

2.1. Cadre générique

L'approche méthodologique mise en œuvre dans le cadre du projet LUPIS (Reidsma et al, 2011) est déclinée en trois phases d'évaluation interconnectées : phase de pré-modélisation, phase de modélisation et phase de post-modélisation (figure 1).

La phase de pré-modélisation vise, en se basant sur l'approche DPSIR (Drivers, Pressure, State, Impact and Responses), à définir la problématique dans la zone d'étude et à spécifier les politiques d'utilisation des terres mises en œuvre par l'Etat comme réponse à cette problématique. Elle vise également à délimiter les frontières spatio-temporelles du système d'activité dynamique et interconnecté, à identifier les indicateurs d'impact des politiques de développement et les classer selon les fonctions d'utilisation des terres (FUT) qui couvrent les trois dimensions de développement durable (sociale, économique et environnementale). Enfin cette phase aboutie à identifier et à concevoir les scénarios et les options politiques en concertation et feed-back avec les acteurs de développement et les décideurs politiques.

La phase de modélisation consiste à transformer le processus narratif entrepris dans la phase de pré-modélisation à des outils et approches quantitatifs et/ou qualitatifs capables de quantifier les indicateurs d'impacts. Le choix des outils et approches est dicté par leur efficacité et applicabilité dans la zone d'étude et par leur simplicité de compréhension par les décideurs politiques.

La phase de post-modélisation consiste à calculer, moyennant la méthode d'analyse multicritère, un indice de durabilité pour évaluer l'impact de scénarios de politiques concertés d'utilisation des terres avec les acteurs de développement.

Comme l'illustre la figure 1, une approche concertée avec les acteurs concernés et un processus de collecte et capitalisation de données sont mises en œuvre tout le long de l'élaboration des trois phases de l'approche.

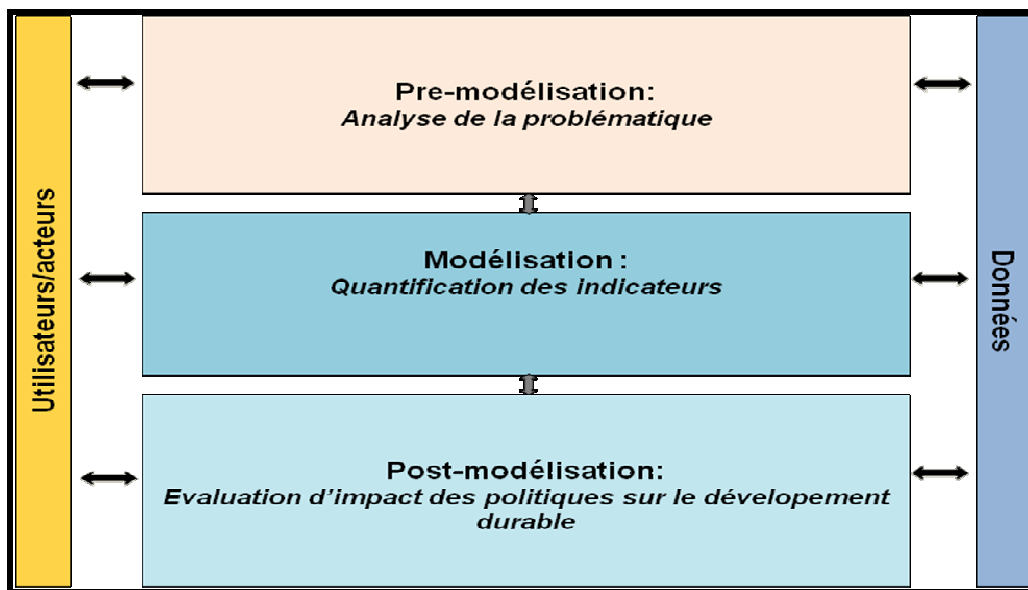


Figure 1. Cadre analytique intégré de l'évaluation d'impact des politiques d'utilisation des terres sur le développement durable (Reidsma et al, 2011)

2.2. Application et adaptation de l'approche au contexte tunisien

Partant du cadre analytique général (figure 2), un essai de son adaptation au contexte des régions arides en Tunisie, a été entrepris.

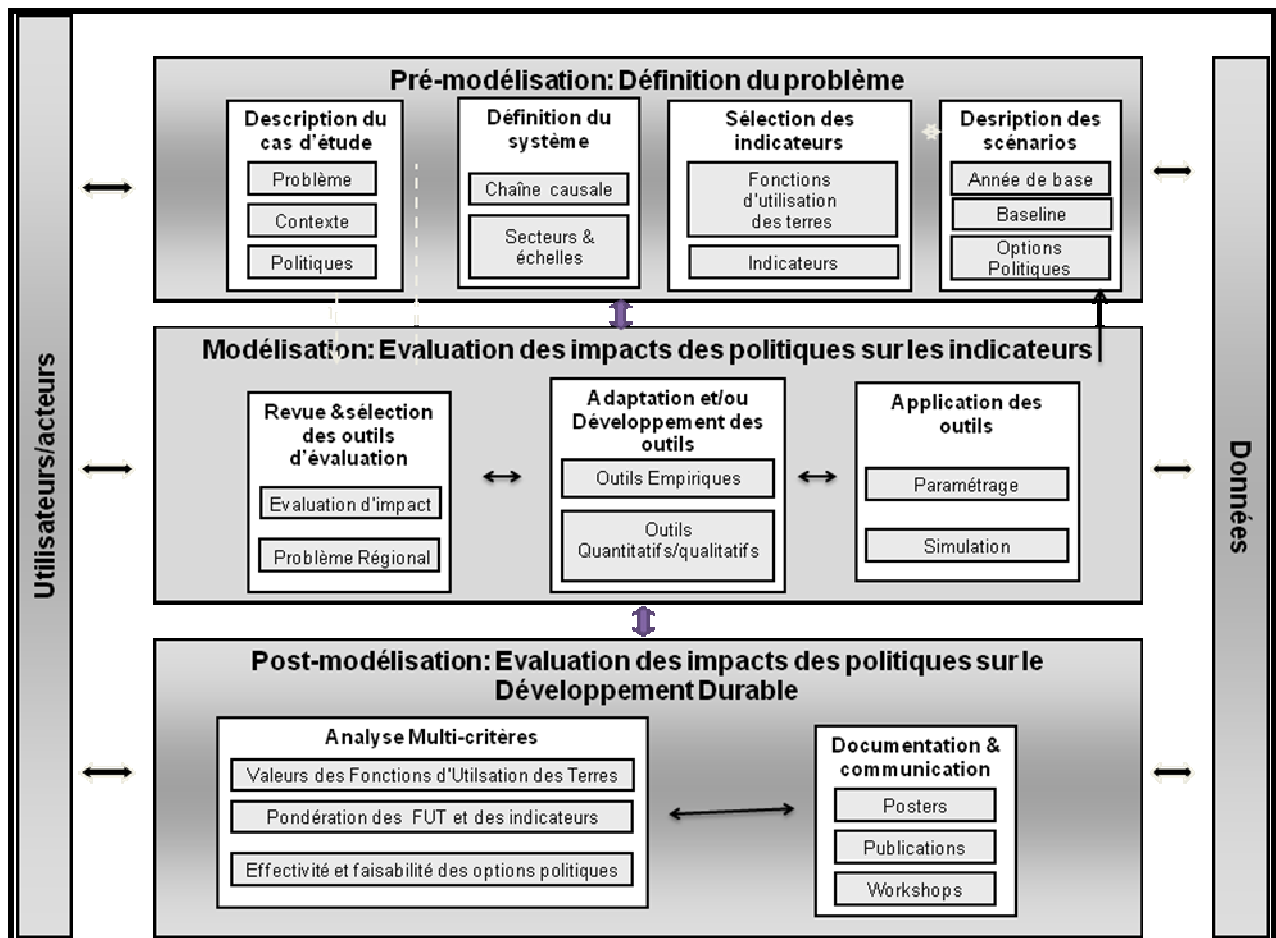


Figure 2. Cadre analytique de l'approche d'évaluation d'impact des politiques d'utilisation des terres sur la durabilité (Reidsma et al. 2010)

2.3. Pré-modélisation

Tout au long de la phase de pré-modélisation, l'identification de la problématique, la délimitation spatiale de la zone d'étude, la détermination des politiques d'utilisation des terres à évaluer et le choix des scénarios et d'indicateurs d'impact a été réalisé en concertation avec des scientifiques multidisciplinaires, les acteurs locaux et les décideurs politique à l'échelle régionale et nationale. A cet égard, l'application FoPIA (Framework for Participatory Impact Assessment) a été une opportunité pour discuter les fonctions d'utilisation des terres et les indicateurs avec les décideurs et pour finaliser les scénarios.

2.3.1. Contexte et problématique

Le gouvernorat de Médenine est situé au sud-est de la Tunisie, à la frontière tuniso-libyenne, il couvre une superficie de 8 588 km² soit 5,2 % de la superficie totale du pays. La population totalise 447300 habitants (INS, 2004). La population active se répartit entre l'agriculture et la pêche (19,4%), l'industrie manufacturière (13,5%), les travaux publics et bâtiments (15,4%), services (33,4%) et l'administration et la santé (14,3%). L'agriculture, l'industrie et le tourisme sont les principales activités économiques du gouvernorat.

Le bassin versant d'Oued Oum Zessar faisant partie du Gouvernorat de Médenine est situé au nord ouest de la ville de Médenine et couvre une superficie de 36530 ha. Son environnement naturel est marqué par une aridité accentuée ainsi que par la fragilité des composantes édaphiques et végétales. La température oscille entre 5C° en hiver et 45C° en été et la pluviométrie enregistre 160 mm/an en moyenne pendant les années normales. Le bassin versant Oum Zessar est caractérisé par un réseau hydrographique complexe qui fonctionne pendant les pluies torrentielles. Les eaux de surfaces sont captées par des ouvrages de conservations des eaux et des sols (CES). Les nappes phréatiques s'alimentent directement à partir des crues des oueds, leurs eaux sont généralement de meilleures qualités mais leurs ressources sont limitées. Le bassin versant s'étend sur plusieurs bassins

hydrologiques profonds (Zeuss, Zizgaou et Koutine-Oum Zessar). Les anciens habitants de la région ont pris conscience des conditions d'aridité et l'ont considéré comme donnée de base dans le mode d'occupation de l'espace et son exploitation. L'activité économique principale au bassin versant est l'agriculture, récemment une activité touristique naissante basée sur la valorisation du patrimoine locale peut être signalée.

La problématique centrale dans la région est marquée par l'aridité qui affecte ses composantes physiques et aussi ses potentialités productives, culturelles et sociopolitiques. Les ressources naturelles sont rares et marquées par la dégradation qui impacte négativement la productivité agricole et les conditions socio-économiques de la population locale dans la région.

2.3.2. Les politiques d'utilisation de la terre

La politique d'utilisation de la terre traite principalement les intentions, les programmes et les opérations des services publics de commander l'utilisation de la terre d'une manière souhaitable qui contribue au développement durable. Comme n'importe quel ordre public, la politique de terre est un rapport décrivant une ambition, une orientation et des objectifs. En Tunisie, il y a plusieurs politiques qui ont une influence sur l'utilisation des terres, pouvant être divisées en deux groupes, à savoir un groupe formé par des politiques nationales liées directement à l'utilisation des terres, et un autre formé par d'autres politiques nationales qui ont une incidence indirecte sur cette dernière. Au niveau d'un territoire donné, les politiques mises en œuvre se traduisent localement par des synergies et des externalités réciproques qui pourraient impacter la durabilité au niveau de ce territoire (Figure 3).

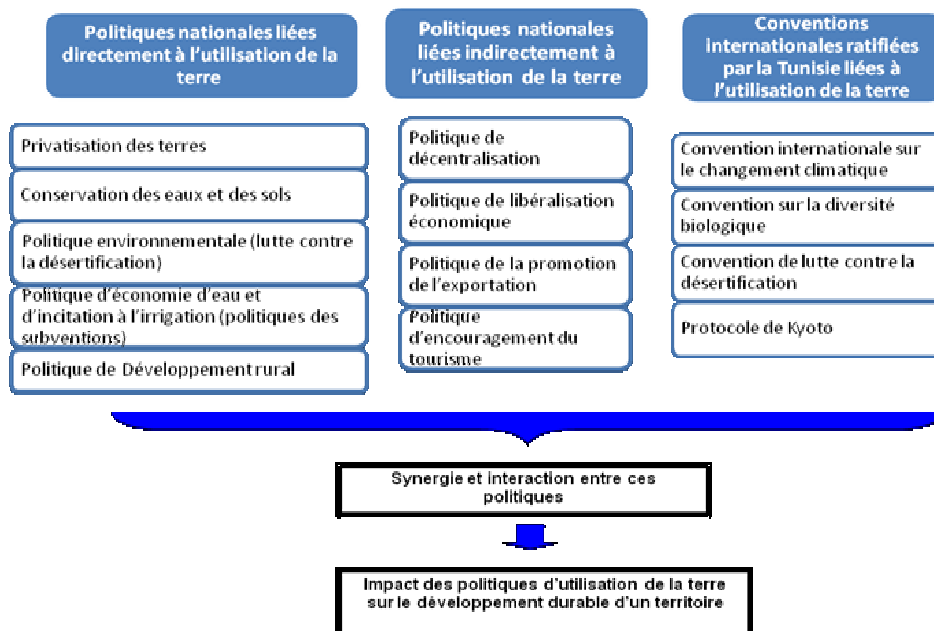


Figure 3. Typologie et impact des politiques d'utilisation de la terre sur le développement durable en Tunisie

En se basant sur la typologie des politiques d'utilisation de la terre (Figure 4), deux politiques liées directement à l'utilisation des terres ont été choisies pour être évaluées en concertation avec les décideurs politiques à savoir la politique de conservation des eaux et des sols et la politique d'économie d'eau (Sghaier et al, 2008).

La politique d'économie d'eau est subdivisée en deux sous composantes ; la tarification de l'eau d'irrigation et l'encouragement à l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles (désalinisation de l'eau saumâtres). En effet, l'Etat tunisien a adopté depuis 1995 un programme national d'économie d'eau pour améliorer l'efficacité de l'irrigation à et atteindre une valorisation économique d'eau. La politique de tarification vise d'une part la mise en place d'un système de tarification adéquate qui permet la rationalisation de la consommation en eau dans le secteur agricole et d'autre part le recouvrement graduel du coût d'exhaure et d'exploitation et l'autonomie financière progressive des organismes de gestion.

Outre la politique de tarification, la stratégie d'économie d'eau a encouragé l'utilisation des ressources d'eau non conventionnelles pour répondre à un accroissement exponentiel de la demande des différents secteurs économique. La demande en eau potable dans le gouvernorat de Médenine est liée principalement à la demande touristique à Djerba, et est marquée par une augmentation des volumes (la consommation a atteint des pics de 53000 m³/jour durant l'été 2009). Pour alléger la pression sur cette ressource, deux stations de dessalement des eaux salées ont été construites. Une station a été implantée à Zarzis, en 2000, avec une capacité de production d'environ 15000 m³/jour. La deuxième station a été construite depuis 2001 à Djerba, produisant près de 20000 m³/jour. La réalisation d'une nouvelle station de dessalement de l'eau de mer à Djerba a été programmée avec une capacité de 50 milles mètres cube par jour. Ainsi l'augmentation des ressources en eau non conventionnelles peut être considérée comme une importante option politique pour alléger la pression exercée sur les ressources en eau profonde.

La politique de conservation des eaux et du sol (CES) a été amorcée depuis les années 90 moyennant la mise en œuvre des deux stratégies décennales (1990-2000, 2001-2011). Cette politique vise des objectifs multiples: créer de l'emploi dans les zones les plus enclavées, fixer le sol et lutter contre le ravinement, retenir les eaux de ruissellement sur les zones montagneuses et sauvegarder le patrimoine hérité d'ouvrages et de vergers d'oliviers et de figuiers essentiellement en zones montagneuses (Sghaier et al, 2009).

2.3.3. Analyse de la chaîne causale du système par l'approche FPEIR (DEPSIR)

Après avoir identifié d'une manière concertée les politiques d'utilisation de la terre à évaluer il a été procédé suivant l'approche participative à analyser la chaîne causale du système moyennant l'approche FPEIR (Force motrice, Pression, Impact, Etat et Réponse). C'est une adaptation du cadre analytique Pression/Etat/Réponse (PER) adoptée par l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA). Ce cadre analytique admet que "Les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement (Pression) et affectent la qualité et la quantité des ressources naturelles (Etat) ; la société répond à ces changements en adoptant des politiques environnementales, économiques et sectorielles, en prenant conscience des changements intervenus et en adaptant ses comportements (Réponse)".

Dans le contexte étudié, la désertification, le changement climatique et la globalisation constituent les forces motrices du système représenté. Ces activités exercent des pressions notamment sur les ressources naturelles. Par conséquent, l'état des compartiments environnementaux (l'air, l'eau, le sol, les habitats, les espèces) et des conditions socio-économiques de la population locale est affecté. En aval, ces changements de l'état induisent des impacts sur les systèmes de ressources, ainsi que des impacts économiques. En considérant le profil de ces différentes catégories, et particulièrement celui des impacts, une réponse corrective de la société est élaborée et mise en œuvre. Ces réponses, qu'elles soient de natures réglementaires, économiques ou volontaires, influencent à leur tour les configurations du système. Comme réponse à la situation, la politique d'économie d'eau et la politique de conservation des eaux et des sols ont été mise en œuvre dans la région (Figure 4).

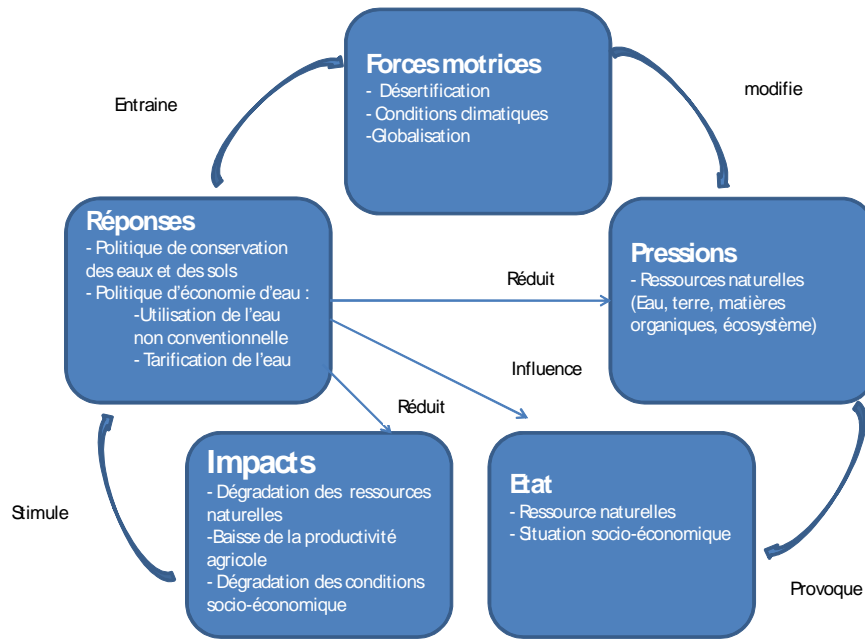


Figure 4. Analyse de la chaîne causale suivant le modèle FPEIR dans le cas du gouvernorat de Médenine

2.3.4. Relations politiques, secteurs économiques et échelles

La question fondamentale à traiter suite à l'analyse de la chaîne causale est de définir quelle politique, appliquée à quelle échelle et pour quel secteur d'activité économique ?

Ainsi, la politique de tarification de l'eau d'irrigation a été appliquée à l'échelle de l'exploitation agricole dans les périmètres irrigués du bassin versant d'Oum Zessar, elle a concerné le secteur de l'agriculture irriguée dans les périmètres publics et privée.

La politique d'utilisation des ressources en eau non conventionnelles a été appliquée à l'échelle du gouvernorat de Médenine et a touché les secteurs consommateurs de l'eau (agriculture irriguée, tourisme, eau potable et industrie).

Alors la politique de CES a été appliquée à l'échelle du bassin versant d'Oum Zessar et a concerné le secteur d'agriculture pluviale. La correspondance entre l'échelle et la politique évaluée est conditionnée par la pertinence de la politique à l'échelle considérée (figure 4).

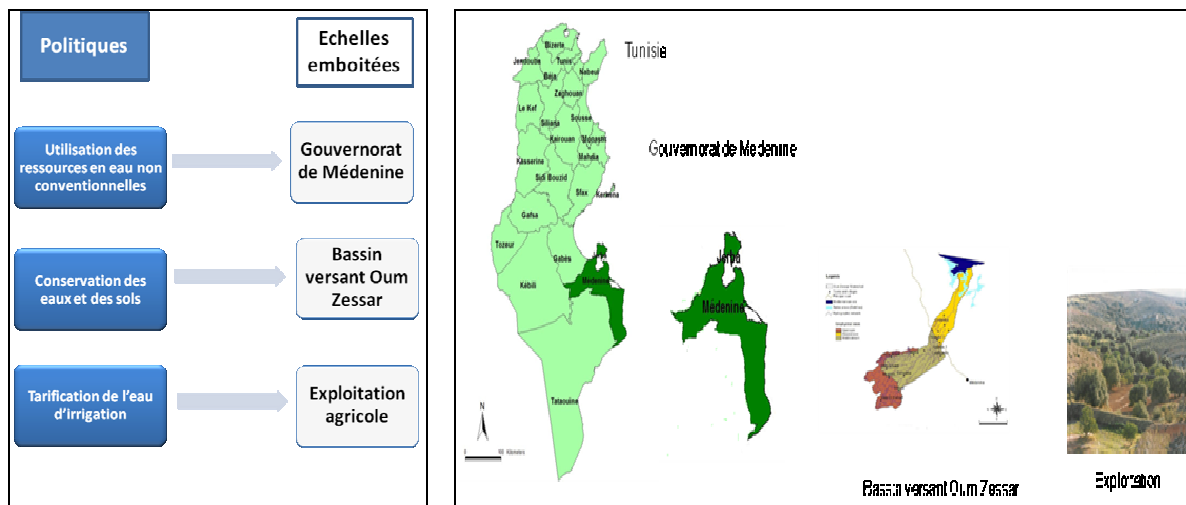


Figure 4. Les politiques d'utilisation des terres et les échelles emboîtées correspondantes

2.3.5. Les fonctions d'utilisation des terres et indicateurs

Les fonctions d'utilisation des terres sont définies comme étant « les biens et services » fournies par les différentes utilisations des terres qui décrivent leurs fonctionnalités économique, sociale et environnementale dans une région (Pérez-Soba et al, 2008). Ainsi les LUF reflètent les questions clés de la durabilité au niveau régional.

Dans le cadre de ce travail, neuf (9) fonctions d'utilisation des terres (FUT) réparties selon les trois dimensions du développement durable sont utilisées. Pour l'évaluation d'impact des politiques, chaque FUT est représentée par un ensemble d'indicateurs (Tableau 1). La représentativité, la signification et la pertinence des indicateurs proposés ont été largement discutés à plusieurs reprises avec les décideurs politiques et les acteurs de développement. Le tableau 1 synthétise quelques indicateurs discutés et validés en concertation avec les décideurs politiques. Pour simplifier la présentation, un seul et unique indicateur est choisi par FUT.

Tableau 1 : Fonction d'utilisation des terres et indicateurs de développement durable

| Dimensions | Fonctions d'utilisation des terres (FUT) | Indicateurs |
|-------------------|---|----------------------------|
| Social | Travail | Taux d'emploi |
| | Qualité de vie | Espérance de vie |
| | Héritage culturel | Techniques traditionnelles |
| Economique | Industries & services | Investissements régionaux |
| | Production du secteur primaire | Revenu des agriculteurs |
| | Infrastructure | Réseau routier |
| Environnemental | Ressources abiotiques | Disponibilité en eau |
| | Ressources biotiques | Biodiversité |

| | | |
|--|---------------------------|-----------------|
| | Conservation d'écosystème | Terre naturelle |
|--|---------------------------|-----------------|

2.3.6. Scénarios et options politiques

Cette étape est cruciale, dans la mesure où elle doit bien définir les scénarios et options politiques à évaluer l'impact sur la durabilité de l'utilisation des terres. L'élaboration des scénarios forme la base de toutes évaluations *ex-ante* des impacts des politiques de développement. Dans notre cas, les scénarios ont été conçus pour faciliter le processus d'évaluation d'impact de la politique CES et de la politique d'économie d'eau avec ces différentes options alternatives de gestion et d'utilisation des terres. L'horizon 2015 a été fixé comme année de projection par les acteurs politiques et de développement. Un état de référence ou scénario de base et deux scénarios sont associés à chaque politique d'utilisation des terres comme le montre le tableau 1.

Tableau 1. Les scénarios et options politiques à évaluer

| Politiques | | Année de base | Scenarion de base | Scenarion 1 | Scenarion 2 |
|-----------------------------------|---|---------------|---|--|--|
| Economie d'eau | Tarification de l'eau d'irrigation | 2007 | Maintenir la tarification actuelle avec la prise en compte du taux d'inflation | Augmentation annuelle de la tarification de l'eau d'irrigation par 13% dans les périmètres publics | Augmentation annuelle des coûts d'exploitation de l'eau par 13% dans les périmètres privés |
| | Utilisation des eaux non-conventionnelles | 2006 | Maintenir la disponibilité actuelle de l'eau | Augmentation de la disponibilité en eau par 50% | Augmentation de la disponibilité en eau par 100% |
| Conservation des eaux et des sols | | 2007 | la poursuite de la politique de CES au rythme actuel des aménagements (c'est-à-dire avec une certaine continuité et un développement autonome, business as usual) pour atteindre 85 % des surfaces potentiellement aménageables à l'horizon 2015, comme prévu | Abandon de l'intervention de l'État au niveau actuel de 70 % des surfaces aménagées, mais appropriation par la population locale de 100 % de ces surfaces déjà aménagées | Aménagement « intégral » du bassin versant, c'est-à-dire 100 % des surfaces potentiellement aménageables |

2.4. Phase de modélisation : Approche intégrée d'évaluation des politiques d'utilisation des terres

Pour assurer l'efficacité des politiques d'utilisation des terres, les acteurs de développement ont besoin de schéma clair et d'analyses fiables sur l'impact possible des changements de ces politiques sur les trois dimensions de développement durable : économique, environnemental et social. Une combinaison appropriée des outils et méthodes paraît la solution adéquate pour une telle situation. Cependant le choix de la méthode d'évaluation appropriée est assujéti à plusieurs conditions dont notamment, le contexte spécifique à la prise de décision, l'engagement des acteurs de développement, la disponibilité des données et le budget et le temps consacrés pour le processus d'évaluation (Koning et al, 2010). Dans notre cas d'étude le choix a été fait sur une combinaison d'outils quantitatifs et qualitatifs pour évaluer l'impact des politiques susmentionnées. Le modèle bioéconomique FSSIM, combiné au modèle biophysique CropSyst, est appliqué à l'échelle de l'exploitation agricole pour évaluer l'impact de la politique de tarification de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole. L'approche participative FoPIA a été utilisée pour évaluer l'impact de la politique CES à l'échelle de bassin versant Oum Zessar et à élaborer les options politiques à évaluer. Le modèle d'équilibre général calculable a été conçu pour évaluer l'impact d'une offre supplémentaire des ressources en eau non conventionnelles sur l'économie régionale (Figure 5).

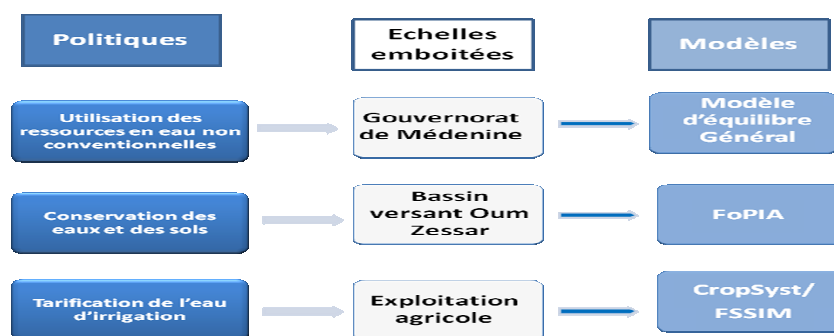


Figure 5. Relations entre les politiques d'utilisation des terres, les modèles et les échelles emboîtées correspondantes

2.4.1. L'application d'un modèle bioéconomique pour évaluer l'impact de la politique de tarification de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole

Le modèle bioéconomique FSSIM a été couplé au modèle physique CropSyst (figure 6) pour évaluer l'impact d'une augmentation du tarif de l'eau d'irrigation à l'échelle de l'exploitation agricole. FSSIM est un modèle d'exploitation développé dans le cadre du projet européen SEAMLESS (Van Ittersum et al, 2008). Il s'agit d'un modèle générique et modulaire conçu pour évaluer l'impact des politiques agricoles et environnementales sur la durabilité des systèmes de production en Europe mais également en dehors de l'Europe en cas de disponibilité de données (Louhichi et al, 2010). Les raisons du choix du modèle FSSIM dans cette application reviennent à son caractère générique, ce qui facilite son application et son adaptation au contexte tunisien. FSSIM est couplé dans notre cas au modèle biophysique « CropSyst » dont le but est de générer les coefficients d'externalité (notamment l'érosion des sols) liés au processus de production (Jeder, 2010).

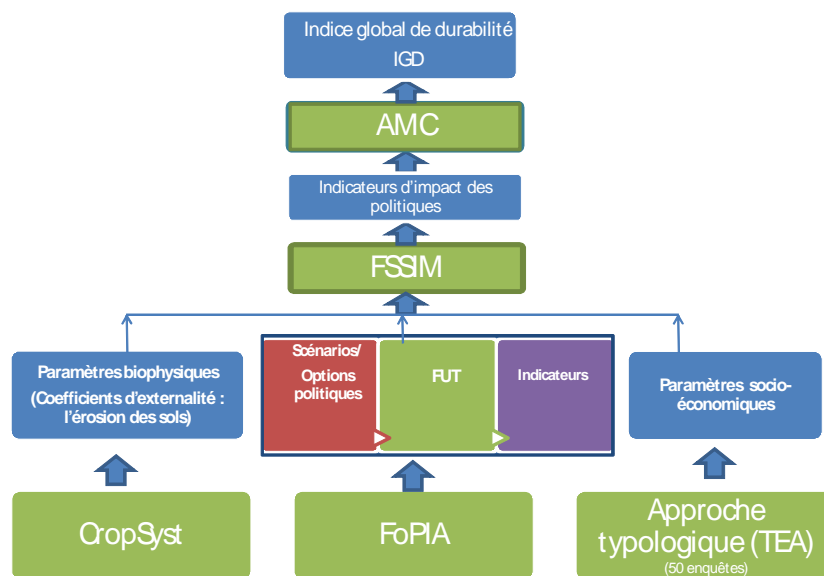


Figure 6. Approche de modélisation pour l'évaluation d'impact de la politique de tarification de l'eau d'irrigation

Dans le processus de l'application du modèle FSSIM, l'approche participative FoPIA, outre sa vocation principale d'évaluation d'impact de la politique CES à l'échelle du bassin versant, a servi pour la finalisation des scénarios et des options politiques en concertation avec les décideurs politiques et les acteurs de développement. En outre, la pertinence des fonctions d'utilisation des terres et des indicateurs a été discutée et validée. L'approche typologique d'exploitation agricole (TEA) a été utilisée pour identifier les différents systèmes d'exploitation agricoles. L'enquête socio-économique (50 enquêtes) a permis de décrire les caractéristiques structurelles et fonctionnelles de l'exploitation agricole d'une part, et d'identifier la diversité des systèmes et des techniques de production d'autre part. La figure 7 illustre les quatre types de système de production identifiés à l'échelle du bassin versant. Les paramètres socio-économiques de chaque type d'exploitation agricole ont été utilisés pour le calibrage du modèle. Les indicateurs d'impact calculés par le modèle FSSIM, selon les différents scénarios, ont alimenté le modèle d'analyse multicritère (AMC) pour aboutir à un indice global de durabilité à l'échelle du bassin versant.

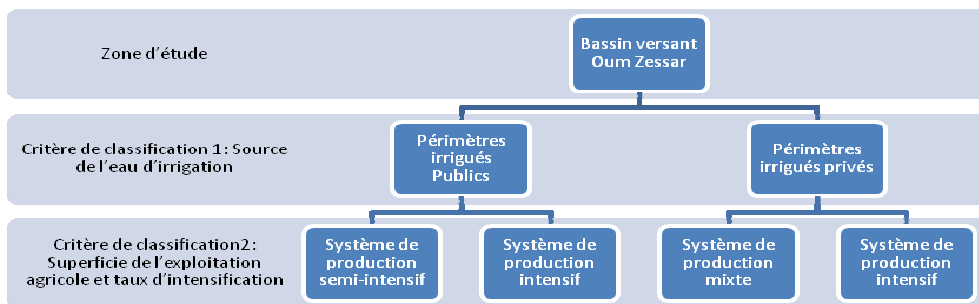


Figure 7. Typologie d'exploitation agricole à l'échelle de bassin versant Oum Zessar

2.4.2. L'application de l'approche Participative FoPIA pour évaluer l'impact de la politique de conservation des eaux et des sols à l'échelle du bassin versant

L'approche participative FoPIA a été appliquée à l'échelle du bassin versant Oum Zessar pour étudier l'impact de la politique de conservation des eaux et des sols sur le développement durable. Le cadre analytique de l'approche FoPIA (figure 8) a été développé pour faciliter le processus d'évaluation inclusive des impacts de durabilité (Morris et al., 2008). L'approche FoPIA permet de structurer et de simuler la discussion et l'échange des perceptions individuelles des acteurs de développement concernant les problèmes de durabilité au niveau régional. Elle présente un outil d'aide à la décision qui s'inscrit dans le cadre des approches participatives et qui mobilise les acteurs de développement nationaux, régionaux et locaux pour évaluer l'impact des politiques publiques de développement, notamment les politiques d'utilisation des terres. La méthode permet d'attribuer également des scores et des pondérations aux dimensions de développement durable, aux FUT et aux indicateurs. Le déroulement de l'approche FoPIA est structuré en un ensemble d'étape (trois étapes) qui sont présentées dans la figure 8.

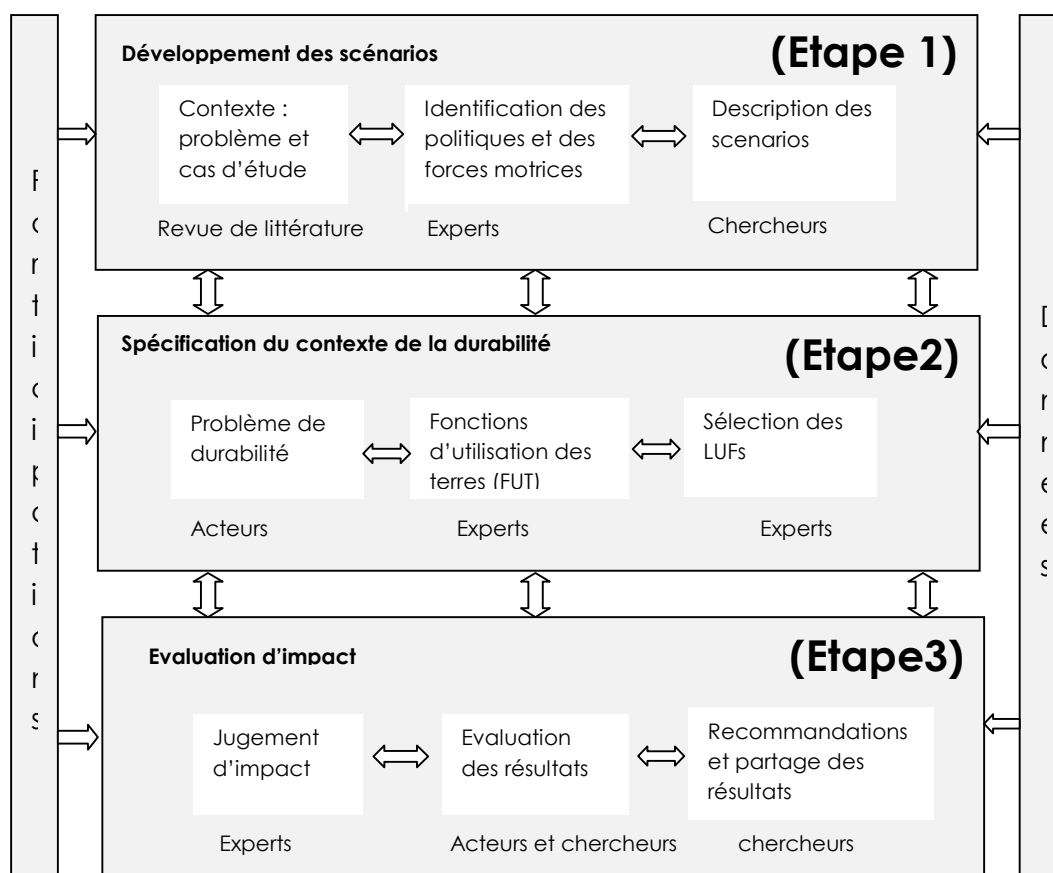


Figure 8. Cadre analytique de l'approche FoPIA (Koning et al, 2010)

2.4.3. Applications d'un modèle d'équilibre général calculable à l'échelle régionale

Le modèle d'équilibre général calculable (MEGC) est utilisé pour évaluer l'impact de la politique de mobilisation des ressources en eau non-conventionnelles à travers le recours au dessalement de l'eau saumâtre. L'intérêt du MEG est de traiter l'allocation intersectorielle des facteurs de production notamment l'eau. Conscients du coût élevé engendré par le recours au dessalement, les décideurs politiques ont sollicité le développement de cette application MEGC pour l'évaluation ex-ante de l'impact de cette politique sur l'économie régionale.

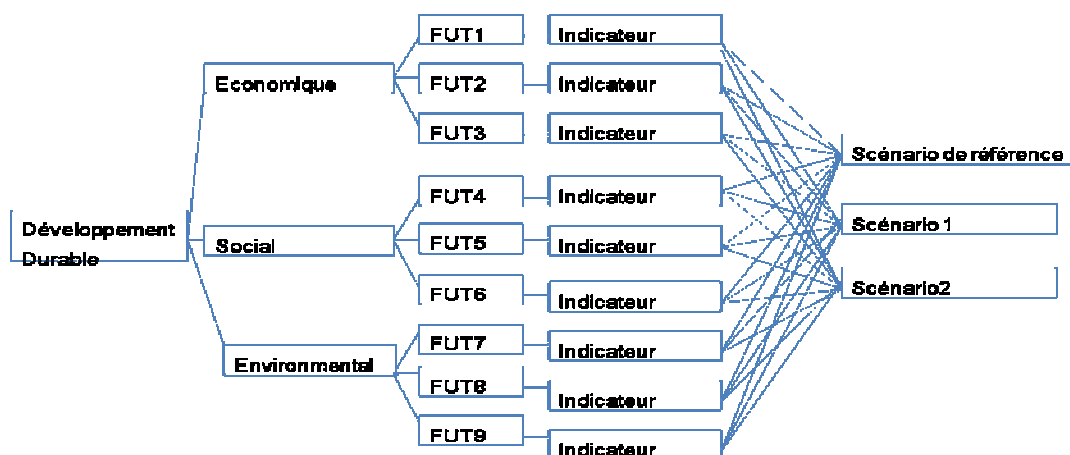
Ainsi, un modèle d'équilibre général calculable a été utilisé pour étudier l'impact d'une offre supplémentaire d'eau provenant des ressources non conventionnelles sur les paramètres économiques, sociaux et environnementaux à l'échelle régionale.

Le modèle d'équilibre général calculable (MEGC) a présenté fidèlement les différents usages des ressources naturelles (terre, ressources en eau) au sein de l'économie régionale comme étant facteur de production (agriculture, industrie et tourisme) et comme étant bien de consommation (eau potable et terre de construction). Les technologies de production incorporant les facteurs de production ont été modélisées par une combinaison plus au moins complexe de fonctions de production CES (Elasticité de Substitution Constante) et de fonctions linéaires dites de Leontief. La fonction d'utilité est de type Stone-Geary. Ces fonctions ont l'avantage de présenter avec réalisme les comportements des producteurs des différentes activités économiques. La structure méthodologique du MEGC nécessite un grand nombre de paramètres et de grandeurs qu'il faut estimer et/ou collecter. La mise en œuvre du MEGC a nécessité le passage par une phase de calibrage qui a permis de déterminer les paramètres à partir des statistiques d'une année de référence en équilibre.

Une matrice de comptabilité sociale (MCS)² à l'échelle régionale a été construite. La MCS a servi pour présenter les flux en valeur (quantités multipliées par des prix) entre les différents comptes de l'économie, les emplois étant représentés en ligne, les ressources en colonnes. L'équilibre général est réalisé lorsque chacun des totaux en ligne est égal à son homologue en colonne.

2.5. Phase de post-modélisation

La phase de post-modélisation consiste à calculer, moyennant la méthode d'analyse multicritère (AMC), un indice de durabilité pour évaluer l'impact de scénarios de politiques concertés d'utilisation des terres avec les acteurs de développement. L'approche de l'analyse multicritère est basée sur l'intégration d'un ensemble d'options politiques liées aux politiques d'utilisation des terres (Figure 9). Cette méthode permet le calcul d'un indice de durabilité pour chaque option politique. Les indicateurs sont liés aux FUT et aux trois dimensions du développement durable. La pondération des dimensions du développement durable, des FUT et des indicateurs est effectuée en concertation avec les acteurs de développement.



² La matrice de comptabilité sociale est un outil permettant de présenter les comptes du système de comptabilité nationale sous une forme matricielle qui développe les interrelations entre le tableau des ressources et des emplois et les comptes des secteurs institutionnels ; une orientation caractéristique d'une MCS est de mettre en évidence le rôle des individus dans l'économie, et peut s'y traduire, notamment, par des ventilations supplémentaires du secteur des ménages et une représentation détaillée du marché du travail, distinguant, par exemple, les diverses catégories de personnes occupées" FOFANA (2005).

Figure 9. Hiérarchie de l'application de l'analyse multicritère (AMC)

3. Résultats saillants et discussions

Dans ce qui suit, il sera procédé à une présentation synthétique des résultats saillants des modèles appliqués et non plus une présentation exhaustive de tous les résultats, tâche qui semble être difficile vu l'objet de ce papier qui est focalisé davantage sur l'approche de modélisation.

3.1. Evaluation des impacts de la politique de tarification de l'eau d'irrigation sur le développement durable à l'échelle de l'exploitation agricole.

3.1.1. Résultats du modèle FSSIM

L'application du modèle FSSIM nous a permis d'avoir un premier éclairage sur les effets de la tarification de l'eau d'irrigation sur la rentabilité socio-économique et l'efficacité environnementale des systèmes de production agricoles à partir des exploitations types représentatives de ces systèmes (Jeder, 2010).

En termes d'économie d'eau, les résultats du modèle FSSIM ont montré que l'augmentation du tarif de l'eau d'irrigation entraîne une baisse significative de la consommation d'eau. Ces résultats paraissent tout à fait attendus et montrent que l'augmentation des tarifs pourrait être un outil efficace pour l'incitation à l'économie d'eau en zones arides. Ceci paraît plus explicite pour le cas du système intensif dans les périmètres publics irrigués (PPI) où la baisse de la consommation d'eau pourrait atteindre 17,6% à l'horizon 2015 (15 % pour le système intensif dans les périmètres irrigués privés (PIP)) par rapport à la situation de référence 2007.

Sur le plan socio-économique, l'accroissement des tarifs de l'eau induira une baisse plus au moins significative du revenu agricole pour les différents systèmes de production (20 à 25 % pour les systèmes des PIP, 6 à 7% pour les systèmes). Ceci est expliqué notamment par l'augmentation des coûts de l'eau (5,80 % dans les PIP) et le changement dans le plan de production agricole. Cette baisse reste cependant à un niveau satisfaisant grâce à une meilleure allocation des superficies, une orientation vers des cultures qui sont moins coûteuses et moins exigeantes en main d'œuvre occasionnelle (Figure 10).

Sur le plan environnemental, les résultats de l'application d'une tarification plus élevée montrent des effets positifs sur le niveau d'érosion du sol. En effet, pour le cas du système de production semi intensif, une diminution importante de l'érosion de 6,8 % est enregistrée (-3 % pour le système de production intensif dans les PIP). Pour le cas du système intensif, cette baisse est moins importante, elle est de l'ordre de 6,3 % par rapport à l'année de référence. Ceci s'explique par la baisse des activités irriguées qui nécessitent plus de travail de sol aggravant ainsi le problème d'érosion (Figure 10).

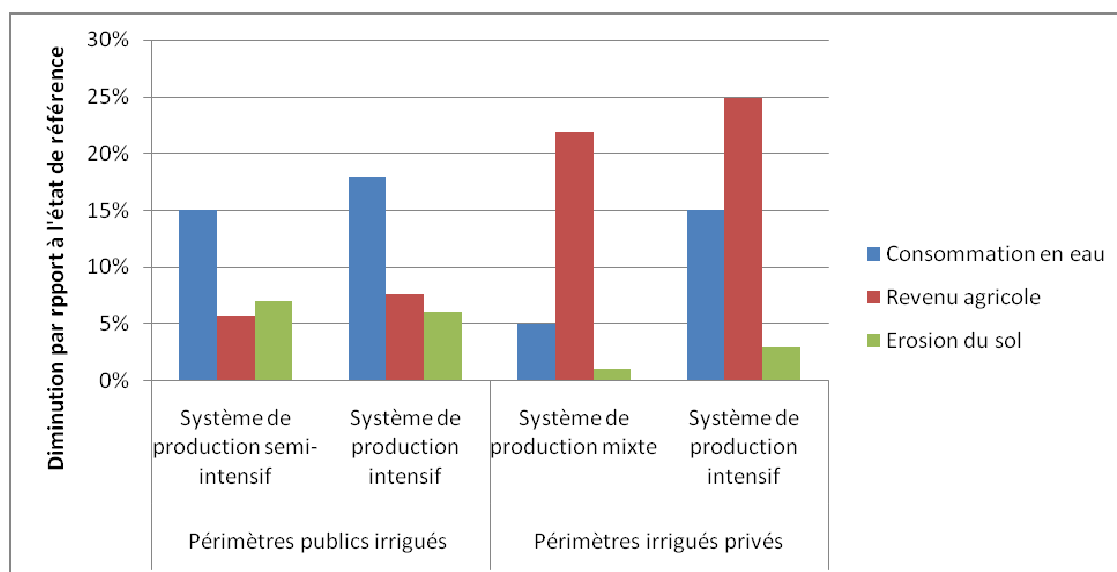


Figure 10. Evaluation des impacts de l'augmentation des tarifs de l'eau d'irrigation sur la durabilité de

l'exploitation agricole (situation à l'horizon 2015 par rapport à la situation de l'année de base 2007)

3.1.2. Estimation de l'indice de durabilité globale à l'échelle de l'exploitation agricole

Dans ce qui suit, nous présentons à titre illustratif les résultats de l'application de l'analyse multicritère au cas de l'exploitation type intensif dans les PPI à l'échelle de bassin versant. Le même exercice est effectué pour les autres exploitations types mais les résultats ne seront pas présentés dans ce papier.

Les résultats de cette application ont montré que les indices de durabilité sont relativement faibles mais une légère amélioration est enregistrée en adoptant la politique d'une hausse des tarifs de l'eau d'irrigation de 13% à l'horizon 2015 (Figure 11).

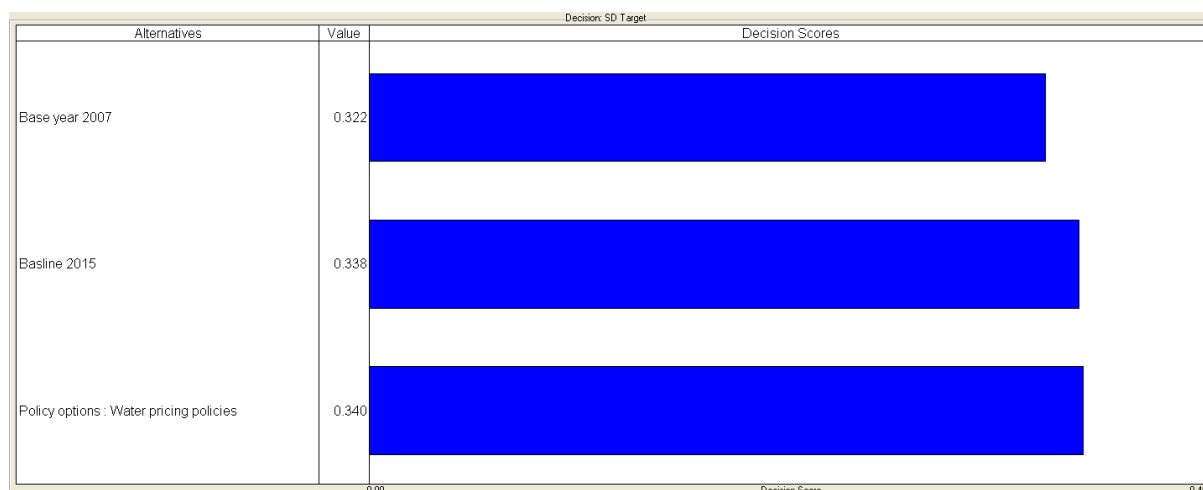


Figure 11. Estimation de l'indice de durabilité globale moyennant la méthode AMC

D'autre part, en analysant la contribution des dimensions de développement durable à l'indice global de durabilité, il en ressort que cette politique est de loin plus profitable du point de vue environnemental. Alors que le scénario de base (politique actuelle avec prise en compte de l'inflation) semble beaucoup plus profitable aux deux dimensions économique et sociale (Figure 12).

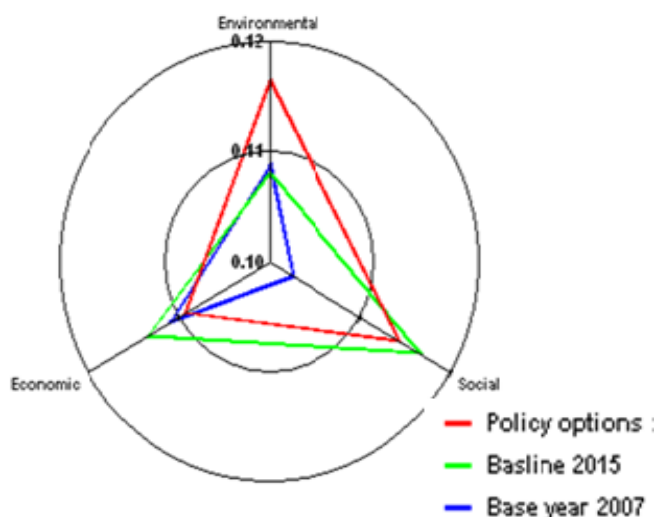


Figure 12. Contribution des dimensions de développement durable à l'indice de durabilité

3.2. Impacts de la politique de conservation des eaux et des sols sur le développement durable à l'échelle du bassin versant Oum Zessar

L'application FoPIA a montré que les scénarios de maintien de la politique actuelle de CES et d'aménagement intégral du bassin versant semblent être les plus favorables en termes d'impact sur le développement durable. Le scénario d'abandon des interventions de l'État a pour sa part des effets positifs sur certains indicateurs : héritage culturel, ressources biotiques et écosystèmes. La mesure de l'impact des trois scénarios dépend donc de l'importance donnée à chacune des composantes du développement durable prises en compte, et donc des priorités des politiques publiques. A titre d'exemple, le scénario d'aménagement intégral a un impact positif sur l'emploi contrairement au scénario d'abandon de l'intervention de l'État ; inversement, l'impact est négatif sur les écosystèmes et le scénario d'abandon est préférable dans ce cas.

La figure 13 décrit l'importance des FUT qui est représentée par la taille des sphères (représentation en symboles proportionnels) : plus la sphère est grande, plus cette composante du développement durable est importante pour les acteurs. L'emploi et la production agricole, et dans une moindre mesure la qualité de vie et les ressources biotiques, sont les composantes du développement durable les plus importantes selon la perception des participants. La qualité de vie et les ressources biotiques sont bien classées par les participants, mais l'impact des politiques de CES sur ces composantes reste faible. Enfin, les infrastructures, les services et industries, et les écosystèmes sont perçus comme des composantes moins importantes. Le scénario « aménagement intégral » semble avoir l'impact le plus positif sur les FUT. Néanmoins, ce scénario a un impact très négatif sur le processus écologique ; mais la taille de la sphère à ce niveau montre que son impact sur le développement durable est de moindre importance par rapport aux autres LUFs.

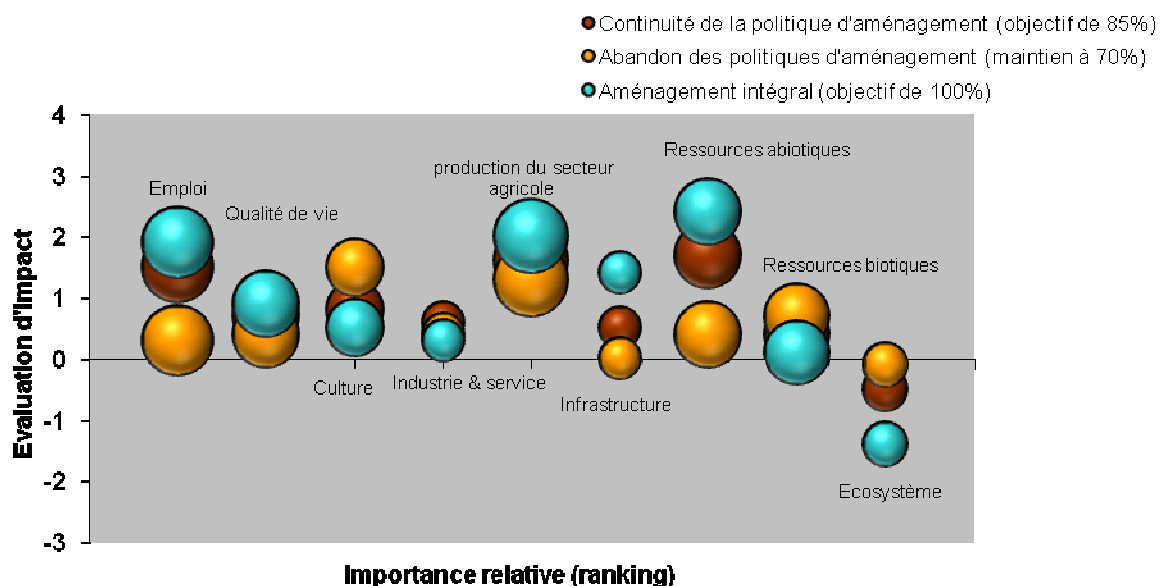


Figure 13. Estimation de l'impact des 3 scénarios sur les composantes du développement durable

3.3. Impacts de l'augmentation de l'offre de l'eau non conventionnelle sur l'économie régionale.

Les résultats du MEGC ont montré, comme prévu, que l'offre supplémentaire des ressources en eau affecte positivement la production du secteur agricole et touristique vu leur demande élevée en l'eau comme facteur de production. L'augmentation de la production agricole et touristique affecte directement et indirectement le PIB régional vue qu'elles constituent une consommation intermédiaire des différentes activités économiques et une consommation finale des institutions.

Le PIB régional a enregistré une hausse de 0.09% et 0.16% respectivement pour les deux scénarios. L'investissement régional a augmenté de 0.16% pour le scénario 1 et de 0.29% pour le scénario 2 (tableau 2). La production du secteur irrigué bénéficie le plus d'une augmentation de l'offre supplémentaire en eau, ainsi elle augmente respectivement par 0.37% et 0.65% pour le scénario 1 et 2. Avec plus de spécification, la production

maraichère augmente de 0.35% et 0.63% respectivement pour le scénario 1 et 2 et la production arboricole augmente de 0.7 et 0.13% respectivement pour les scénarios 1 et 2.

Tableau 2. Impacts de l'augmentation de l'offre en eau sur les indicateurs macroéconomiques régionaux

| Scenarios | Scenario 1 (%) | Scenario 2 (%) |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Indicateurs | | |
| Produit Intérieur Brut (PIB) | 0.09 | 0.16 |
| Investissement total | 0.16 | 0.29 |
| Indice des Prix à la consommation | -0.08 | -0.14 |

Les prix des facteurs de production ont enregistré une hausse plus au moins significative pour les deux scénarios 1 et 2. La hausse la plus importante concerne la main d'œuvre agricole (0.5% et 0.85%), la main d'œuvre non qualifiée (0.35% et 0.65%) et le prix du capital (0.96% et 1.68%). Ceci peut être expliqué par le fait qu'une augmentation de l'offre en eau entraîne une amélioration de l'activité agricole « toute chose étant égale par ailleurs » la demande des autres facteurs de production va augmenter, ce qui affecte leurs prix.

L'impact de l'augmentation de l'offre en eau sur la valeur ajoutée des différents secteurs de production est décrit dans le tableau 3. La valeur ajoutée de l'agriculture irriguée augmente de 2% et 3.26% respectivement pour les scénarios 1 et 2. Le secteur touristique, en tant que secteur exigeant en eau, a montré une hausse de la valeur ajoutée de 0.61% et 1.08% pour les scénarios 1 et 2. L'impact d'une augmentation de l'offre en eau paraît non significatif pour les secteurs industriels et de service vu leur faible demande en eau comme facteur de production.

Tableau 3. Impacts de l'augmentation de l'offre en eau sur la valeur ajoutée

| Scenarios | Scenario 1 (%) | Scenario 2 (%) |
|----------------------|----------------|----------------|
| Valeur ajoutée | | |
| Agriculture irriguée | 1.86 | 3.26 |
| Agriculture pluviale | 0.035 | 0.058 |
| Élevage | 0.07 | 0.12 |
| Pêche | -0.067 | -0.12 |
| Agroalimentaire | 0.075 | 0.13 |
| Tourisme | 0.61 | 1.08 |

Comparé à la situation de référence, la demande en facteur de production des activités économiques a montré des variations significatives pour les deux scénarios. La demande en eau d'irrigation a augmenté de 47 et 94% respectivement pour les deux scénarios. La demande en eau pour le secteur touristique a augmenté de 50 et 100%. La demande en main d'œuvre qualifiée par le secteur touristique a augmenté de 0.1% pour le scénario 2.

4. Conclusion

Le présent travail a montré l'intérêt d'entreprendre des approches intégrées d'évaluation ex-ante d'impact des politiques d'utilisation des terres sur le développement durable dans une région aride en Tunisie. Cette approche a tenté non seulement d'intégrer l'évaluation ex-ante à différentes échelles (exploitation agricole, bassin versant, région) mais aussi de l'élargir aux interactions intersectorielles à l'échelle de la région. L'avantage de l'approche est la mise en œuvre d'un processus de concertation multi acteurs tout au long de l'élaboration du travail. Ainsi, la valorisation des résultats et l'appropriation des outils par les décideurs politiques et les acteurs de développement sont rendues plus faciles. L'évaluation ex-ante des impacts des options politiques et des scénarios a permis également de mieux sensibiliser les acteurs de développement sur les enjeux derrière la mise en œuvre de politiques d'utilisation des terres dans un territoire donné. Ainsi les analyses prospectives offrent des outils d'orientations et d'accompagnement de la décision avant même d'entamer la phase de mise en œuvre des programmes envisagés par les politiques.

Le travail a montré que ces approches complexes d'évaluation ex-ante sont adaptables et applicables dans le contexte de la Tunisie. Il a par ailleurs mis en évidence que le calcul d'un indice unique d'impact des politiques environnementales sur la durabilité des régions arides a confirmé l'hypothèse de gain de durabilité en œuvrant vers des scénarios environnementaux de compromis permettant la conciliation entre le maintien de revenus acceptables des populations rurales et la préservation des ressources naturelles.

Cependant, le travail réalisé a pu mettre en exergue les difficultés inhérentes à l'intégration des outils, des échelles, des secteurs et des stratégies d'acteurs dans un territoire donné. L'adaptation des approches et des outils développés dans les pays du Nord au contexte tunisien n'a pas été toujours aisée notamment pour les outils génériques intégrés telles que les approches SEAMLESS ou SENSOR, nécessitant des bases de données précises et des capacités suffisantes dans le domaine de modélisation bioéconomique.

Références

- [1] Bezlepikina Irina, Reidsma Pytrik, Sieber Stefan and Helming Katharina. 2011. Integrated assessment of sustainability of agriculture systems and land use: Methods, tools and application. *Agriculture Systems*. Elsevier, Volume 104, issue 2, February 2011, p105-109
- [2] Boulanger, PM., Brechet, T., 2005. Models for policy-making in sustainable development: The state of the art and perspectives for research. *Ecological Economics* 55: 337-350
- [3] De Ridder, W., Turnpenny, J., Nilsson, M., Von Raggamby, A., 2007. A framework for tool selection and use in integrated assessment for sustainable development. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 9: 423-441
- [4] Ewert F., van Ittersum M., Bezlepikina I., Oude Lansink A., Andersen E. et al. (2006), Methodological concepts for integrated assessment of agricultural and environmental policies in SEAMLESS-IF, SEAMLESS Report No.18, SEAMLESS integrated project, EU 6th Framework Programme, contract no. 010036-2, www.seamless-ip.org, 50 pp, ISBN no. 90-8585-045-2. (http://www.seamless-ip.org/Reports/Report_18_PD1.3.8.pdf)
- [5] George, C., Kirkpatrick, C., 2006. Assessing national sustainable development strategies: Strengthening the links to operational policy. *Natural Resources Forum* 30: 146-156. doi: 10.1111/j.1477-8947.2006.00167.x
- [6] Harris G. (2002). Integrated assessment and modeling - science for sustainability. in *Understanding and Solving Environmental Problems in the 21st Century*, R. Costanza and S. , p. 5-17.
- [7] Helming, H., Tscherning, K., B. König, S. Sieber, H. Wiggering, T. Kuhlman, D. Wascher, M. Perez-Soba, P. Smeets, P. Tabbush, O. Dilly, R. Hüttl, and H. Bach (2008), Ex ante impact assessment of land use changes in European regions – the SENSOR approach. In *Sustainability impact assessment of land use changes*, K. Helming and P. Tabbush and M. Perez-Soba (Eds.): Springer, p. 107- 128.

- [8] Jeder, H., 2010. Évaluation de l'impact de la tarification d'eau d'irrigation sur la durabilité des systèmes de production, Cas du bassin versant Oum Zessar, Sud-est de la Tunisie. Mastère INAT.
- [9] Koenig HJ., Sghaier M., Schuler J., Tonneau JP., Abdeladhim M., Nadia Ounalli, Jacques Imbernon, Katharina Helming, Jake Morris, Hubert Wiggering. 2010. Impact Assessment of Soil and Water Conservation in Oum Zessar Watershed: Participatory FoPIA Application. Environmental management journal.in press
- [10] König, HJ., Schuler, J., Suarma, U., McNeill, D., Imbernon, J., Damayanti, F., Dalimunthe, SA., Uthes, S., Sartohadi, J., Helming, K., Morris, J., 2010. Assessing the Impact of Land Use Policy on Urban-Rural Sustainability Using the FoPIA Approach in Yogyakarta, Indonesia. Sustainability 2: 1991-2009
- [11] Louhichi, k., Kanellopoulos, A., Janssen, S., Flichman, G., Blanco, M., Hengsdijk, H., Heckeley, T., Berentsen, P., Lansink, A., Van Ittersum, M., 2010. FSSIM, a bio-economic farm model for simulating the response of EU farming systems to agricultural and environmental policies. Agricultural Systems, 2010.
- [12] Morris, J., Camilleri, M., Moncada, S., 2008. Key sustainability issues in European sensitive areas - a participatory approach. In: Helming K, Pérez-Soba M, Tabbush P [eds.] Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes. Springer, Berlin-Heidelberg pp. 451-470.
- [13] Parker, P., Letcher, R., Jakeman, A.J. et al., 2002. Progress in integrated assessment and modelling. Environmental Modelling and Software 17, pp. 209–217.
- [14] Pérez-Soba, M., Petit, S., Jones, L., Bertrand, N., Briquel, V., Omodei-Zorini, L., Contini, C., Helming, K., Farrington, J., Tinacci Mossello, M., Wascher, 727 D., Kienast, F., de Groot, D., 2008. Land use functions – a multifunctionality approach to assess the impact of land use change on land use sustainability. In: Reidsma, P., König, H., Feng, S., Bezlepina, I., Nesheim, I., Bonin, M., Sghaier, M., Purushothaman, S., Sieber, S., Van Ittersum, M.K., Brouwer, F. (2010). "Methods and tools for integrated assessment of land use policies on sustainable development in developing countries".
- [15] Reidsma, P., König, H., Feng, S., Bezlepina, I., Nesheim, I., Bonin, M., Sghaier, M., Purushothaman, S., Sieber, S., Van Ittersum, M.K., Brouwer, F. 2010. "Methods and tools for integrated assessment of land use policies on sustainable development in developing countries".
- [16] Rotmans J. 2006. Tools for Integrated Sustainability Assessment: A two-track approach. *The Integrated Assessment Journal* 6 (4), 35-57.
- [17] Rotmans, J. & van Asselt, M. 1996. 'Integrated assessment: A growing child on its way to maturity— an editorial essay', Climatic Change 34(3-4), 327–336. In Schneider, S. Integrated Assessment Modeling of Global Climate Change: Much Has Been Learned—Still a Long and Bumpy Road Ahead. The Integrated Assessment Journal, Vol. 5, Iss. 1 (2005), Pp. 41–75.
- [18] Sghaier, M., Abdeladhim M., Tonneau J.-P., Imbernon J., and Bonnal V., 2011. D7.2 Assessment of the impact of selected land use related policies on sustainable development and critical factors of its implementation, in the case study of Tunisia. LUPIS project, EU 6th Framework Programme, contract no. 36955, (www.lupis.eu).
- [19] Sghaier, M., Ounalli, N., Djeder, H., Bouzaida, MA., 2008. Overview and analysis of land use policies in Tunisia. Defining sustainable development in the context of LUPIS. LUPIS project, EU 6th Framework Programme, contract no. 36955, www.lupis.eu, pp. 70.
- [20] Van Ittersum, M. K., Ewert, F., Heckeley, T., Alkan-Olsson, J., Andersen, E., Bezlepina, I., Brouwer, F., Donatelli, M., Flichman, G., Olsson, L., Rizzoli, A., v. d. Wal, T., Wery, J., Wien, J. E., and Wolf, J., 2008. Integrated assessment of agricultural and environmental policies – A modular framework for the European Union (SEAMLESS). Agricultural Systems, Volume 96, Issues 1-3, March 2008, Pages 150-165.
- [21] Verburg, René, Irina Bezlepina, Desmond McNeill, Muriel Bonin, Stefan Sieber, Pytrik Reidsma, Louis Gcahimbi, Patric Gicheru, Mongi Sghaier, Shuyi Feng, Seema Purushothaman, Wirastuti Widyatmanti, Junun

Sartohadi, and Saulo Rodrigues, 2008. D2.3: Defining sustainable development in the context of LUPIS. LUPIS project, EU 6th Framework Programme, contract no. 36955, www.lupis.eu, pp. 70.

[22] Wamuongo, Patric Gicheru, Youssouf Cissé, Mongi Sghaier, Nihaya Ounalli, Shuyi Feng, Xiaoping Shi, Sham N. Kashyap, Seema Purushothaman, Wirastuti Widyatmanti, Junun Sartohadi, and Saulo Rodrigues (2008b). Definition of components of the analytical framework that will be accomplished by the consortium. D2.2, LUPIS project, EU 6th Framework Programme, contract no. 36955, p.113.