

Adaptation to climate change and impact on the sustainability of rainfed agriculture in the Oued Oum Zessar watershed, Southeast Tunisia

Adaptation au changement climatique et impact sur la durabilité de l'agriculture pluviale dans le Bassin versant d'Oued Oum Zessar, Sud-est de la Tunisie

N. OUNALLI^{1*}, M. SGHAIER²

¹*Institut National de Recherche Agronomique de Tunis, Laboratoire d'Economie.*

²*Institut des Régions Arides Médenine, Laboratoire d'Economie et Sociétés Rurales.*

*Corresponding author: nediaounalli@gmail.com

Abstract - Tunisia has ratified the international conventions on climate change and has made significant efforts in developing national adaptation strategies to this phenomenon (MEP, 2001). The challenge of climate change concerns not only the integrity of ecosystems but also socio-economic activities, food security, the health and safety of populations, economic development, the migration of populations and the aggravation of political instability. , which essentially depend on the adaptive capacities of the communities concerned (Benjamin, 2007). In this context, this paper consists of a contribution to the impact assessment and the analysis of adaptation strategies of the local population of the Oued Oum Zessar watershed of the governorate of Medenine to climate change.

The methodological approach adopted was based on data from socio-economic field surveys and a participatory consultation workshop with a multidisciplinary team composed of different experts. This workshop focused on a discussion of different scenarios related to natural resource development and conservation programs. Identification and selection of indicators of sustainability of agricultural production systems in the watershed were conducted. Land use functions, development indicators for these functions, and water and soil conservation scenarios are identified. The weighting and prioritization of criteria and indicators were also carried out during this participatory workshop.

Key words: Assessment, indicators, land use functions.

Resumé – La Tunisie a ratifié les conventions internationales sur les changements climatiques et a déployé d'importants efforts dans l'élaboration des stratégies nationales d'adaptation à ce phénomène (MEP, 2001). L'enjeu du changement climatique concerne en premier lieu l'intégrité des écosystèmes mais également les activités socioéconomiques, la sécurité alimentaire, la santé et la sécurité des populations, le développement économique, la migration des populations et l'aggravation de l'instabilité politique, qui dépendent essentiellement des capacités d'adaptation des communautés concernées (Benjamin, 2007). Dans ce contexte, ce papier consiste en une contribution à l'évaluation d'impacts et à l'analyse des stratégies d'adaptation de la population locale du bassin versant d'Oued Oum Zessar du gouvernorat de Médenine au changement climatique.

L'approche méthodologique adoptée s'est appuyée sur des données d'enquêtes socioéconomiques de terrain et sur un atelier participatif de concertation avec une équipe pluridisciplinaire composée de différents experts. Cet atelier a porté sur une discussion des différents scénarios qui sont liés aux programmes de développement et de conservation des ressources naturelles. Une identification et un choix des indicateurs de durabilité des systèmes de production agricole dans le bassin versant ont été menés. Sont identifiés les fonctions d'utilisation des terres, les indicateurs de développement relatifs à ces fonctions, ainsi que des scénarios de conservation des eaux et du sol. La pondération et la priorisation des critères et des indicateurs ont été également effectués lors de cet atelier participatif.

Mots clés : Evaluation, indicateurs, fonctions d'utilisation des terres.

1. Introduction

La Tunisie est considérée parmi les pays méditerranéens les plus exposés aux changements climatiques. Les principaux risques auxquels elle serait confrontée sont l'augmentation de la température, la baisse des précipitations, l'élévation du niveau de la mer et la hausse des phénomènes climatiques extrêmes (inondations et sécheresses). Ces risques devraient se traduire par une forte vulnérabilité environnementale et socioéconomique (MEDD, 2015).

Le changement climatique constitue la plus grande menace du XXI^e siècle. En effet, toute la communauté scientifique internationale est désormais unanime sur la réalité du changement climatique en l'occurrence de l'augmentation de la température moyenne à la surface de la terre et des événements extrêmes qui présentent d'importantes conséquences (GIEC, 2007).

La Tunisie a mis parmi ses priorités la recherche des solutions aux questions environnementales qui préoccupent également les autres nations du monde. C'est ainsi qu'il fait partie de la plupart des Conventions internationales y afférentes et en particulier, la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements Climatiques qu'il a ratifiée en Juillet 1993 (GIEC, 2001). Cette convention vise à concilier les impératifs d'un développement socio-économique et la protection de l'environnement. L'une de ses premières initiatives a été l'élaboration de l'Agenda 21 en 1995. La Tunisie comme région à dominante aride et semi aride est soumise aux effets négatifs du réchauffement planétaire. Cela se fait sentir au niveau des ressources en eau, de la dégradation du sol, de l'agriculture, de la santé, du développement économique, et de la migration des populations. Ces changements climatiques sont responsables d'une exacerbation de la désertification, de la pollution et de la perte de la biodiversité (Massué, 2006 et Sghaier et Ounalli, 2009).

Dans les années à venir, les changements climatiques auront des conséquences négatives importantes sur l'agriculture et les populations les plus pauvres.

Les activités agricoles doivent désormais s'inscrire dans une approche de planification stratégique. Pour ce fait, la Tunisie a déployé d'importants efforts dans l'élaboration des stratégies nationales d'adaptation au changement climatique.

Conscient des effets engendrés par les changements climatiques, et moyennant la méthode d'analyse multicritères, cette recherche consiste en une évaluation d'impact de la Stratégie de Conservation des Eaux et du Sol sur l'agriculture pluviale dans le bassin versant d'Oued Oum Zessar. Cette méthode est appliquée en se basant sur quatre scénarios de développement.

2. Matériel et Méthode

2.1. La zone d'étude

La zone d'étude correspond au bassin versant d'Oued Oum Zessar situé dans le sud-est tunisien (figure 1). Il s'étend sur une superficie de 36530 ha. Le choix de cette zone est commandé par le fait qu'elle a bénéficié d'un important volume d'investissements dans le cadre de la mise en œuvre de plusieurs programmes de développement et de lutte contre les changements climatiques notamment la stratégie de Conservation des Eaux et du sol (CES). En effet, cette zone est actuellement aménagée en techniques de CES à raison de 70% de sa superficie totale. Faisant partie des zones arides, elle est située au dessous de l'isohyète de 200 mm. Cette région est menacée par une érosion hydrique de plus en plus importante à cause des pluies torrentielles. Elle est caractérisée par une diversité des systèmes de production agricole pluviaux dominants (Ounalli et Sghaier, 2009).

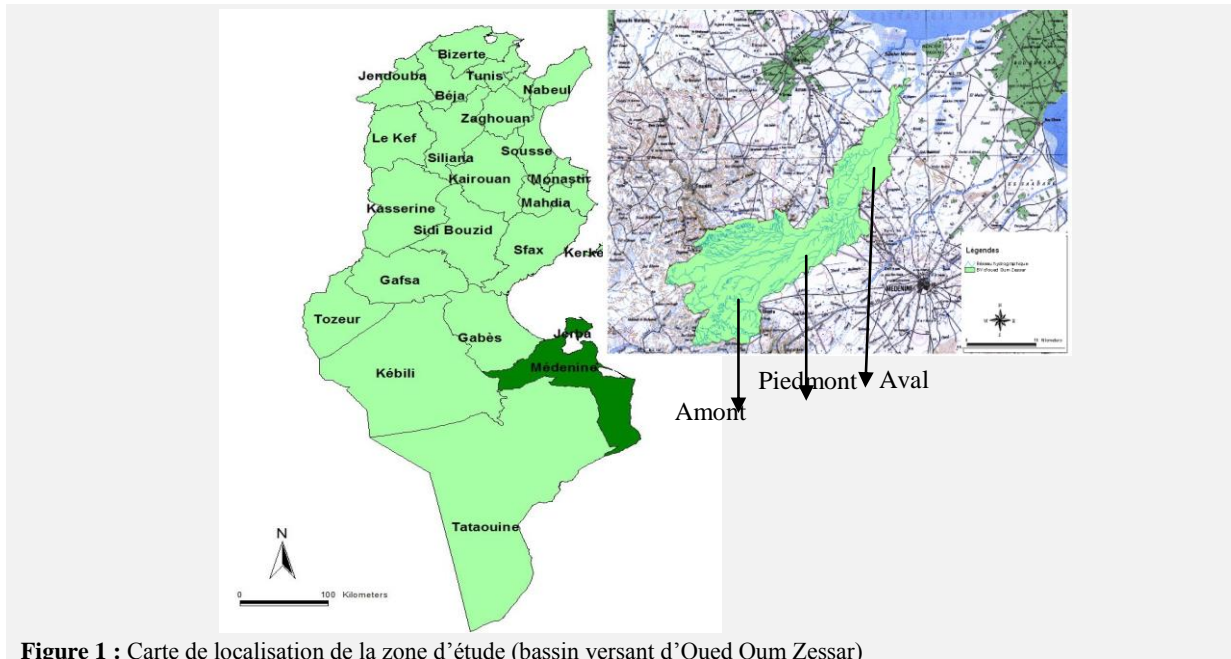


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude (bassin versant d'Oued Oum Zessar)

2.2. Méthode d'analyse

L'analyse multicritères permet d'effectuer un choix entre plusieurs solutions en décomposant une grille d'analyse en plusieurs critères chacun pondéré d'un coefficient (Bousson, 2000). La démarche de l'analyse multicritères se compose de trois étapes principales (Achouri, 1995):

- analyse des situations actuelles et futures souhaitées: les perceptions de ces situations par les acteurs concernés ne sont pas nécessairement identiques. Ces différences sont enregistrées et acceptées.
- évaluation des actions possibles susceptibles de faire évoluer les situations actuelles à celles souhaitées, cette évaluation se fait selon des critères qualitatifs et quantitatifs représentant les objectifs des divers acteurs. Il y'a lieu de préciser que chacune des actions inventoriées a été évalué selon chaque critère. Les critères sont hiérarchisés. Le poids à accorder à chacun d'entre eux fait l'objet de concertation entre les acteurs.
- choix de l'action jugée la meilleure eu égard aux objectifs des divers acteurs. Cette action est à mettre en œuvre.

Roy (1985) a annoncé qu'il est important de signaler que les deux premières étapes de la démarche autorisent la mise au point d'un langage partagé par les divers acteurs leur permettant de formaliser les situations à évaluer.

2.3. Choix de la politique d'adaptation au changement climatique évaluée : Stratégie de conservation des eaux et du sol (CES)

Suite à une discussion avec les acteurs de développement ainsi que les agriculteurs, la politique qui a été retenue pour l'analyse d'impact par la méthode d'analyse multicritère est la Stratégie de Conservation des Eaux et du Sol. En effet, dans cette zone, la stratégie de Conservation des eaux et du sol est comptée parmi les actions d'adaptation aux changements climatiques.

Les pratiques de CES en Tunisie sont très anciennes, mais depuis les années 80 ces pratiques ont été mises en œuvre à grande échelle grâce aux stratégies décennales de CES (1990-2000, 2001-2011).

2.4. Fonctions d'utilisation des terres (LUFs)

Dans le cadre de l'application de l'analyse multicritère, huit fonctions d'utilisation des terres (LUFs) régionales sont développées. Ces fonctions doivent refléter les questions clés de la durabilité au niveau régional. Comme un point de départ, une séance de réflexions a mené à l'identification des questions de durabilité appropriées qui sont liées à l'utilisation des terres dans la zone d'étude. Pour ce fait, ces huit fonctions d'utilisation des terres comporteraient les trois dimensions de développement durable (sociale, économique, environnementale).

Pour l'évaluation d'impact de cette action d'adaptation au changement climatique, chaque fonction d'utilisation des terres est représentée par des indicateurs correspondant afin d'avoir des critères plus précis pour bien évaluer les LUFs. Ces indicateurs sont évalués par la méthode d'expert.

2.5. Identification des critères

Pour faire l'analyse multicritères, il faut bien entendu définir les critères qui vont être utilisés pour orienter le choix. Ces critères peuvent être de natures diverses ; ils peuvent être décidés ultérieurement ou faire l'objet de discussion entre les différents acteurs. Ils doivent aussi être relativement simples à manipuler, surtout si l'on doit réaliser l'analyse multicritères de manière participative. Cette étape est importante dans la mesure où, selon les critères choisis, le classement des options est influencé.

2.6. Pondération des critères

La même pondération a été accordée aux critères choisis : chaque critère a reçu une pondération de 33%. Après une réflexion et un accord entre les différents experts/acteurs, il s'agit, dans une étape, de voir si une importance supérieure devrait, ou non, être accordée à un ou deux critères par rapport aux autres.

2.7. Notation des options en fonction des critères

Une fois les critères sont choisis, il faut pour chaque option de la conservation des eaux et du sol identifiée donner un score pour chaque critère. Cela suppose de s'étendre sur une échelle de notation compréhensible qui laisse de moins possible à l'ambiguïté et à la subjectivité.

2.8. Cadre descriptif de l'interaction entre l'écosystème et le phénomène de changement climatique dans le bassin versant

Dans la zone d'étude, le phénomène de changement climatique est lié essentiellement à la pluviométrie. Celle-ci a un effet direct sur les pratiques culturales telles que les cultures maraîchères d'hiver, les cultures maraîchères d'été et l'arboriculture notamment l'oléiculture. Ces cultures pluviales sont pratiquées derrière les aménagements de conservation des eaux et du sol (jessour et tabias). La pluviométrie a un impact direct sur les parcours naturels et sur la céréaliculture dominée par l'orge. Les parcours représentent la principale source de l'alimentation des bétails. Les produits secondaires de l'arboriculture (bois de taille), et de céréaliculture (chaumes), ainsi que le marché sont aussi des sources d'approvisionnement en aliment de bétail.

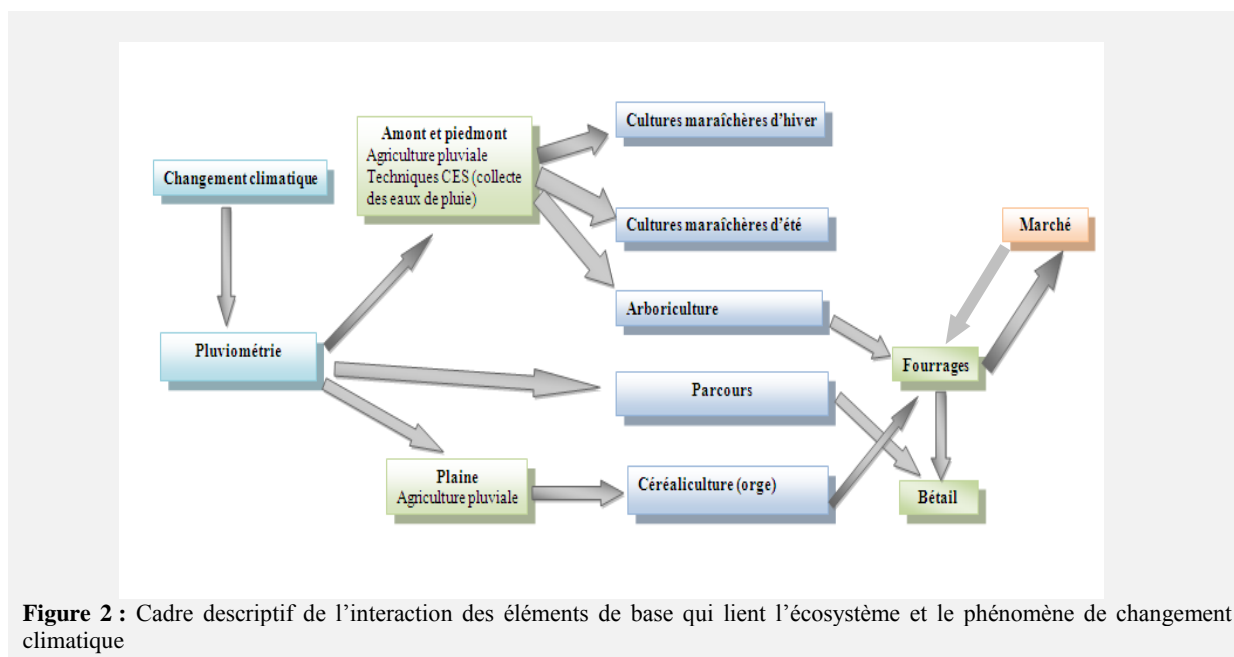


Figure 2 : Cadre descriptif de l'interaction des éléments de base qui lient l'écosystème et le phénomène de changement climatique

3. Résultats et discussion

3.1. Choix des scénarios étudiés

Contexte de travail : dans le bassin versant, les pratiques agricoles dépendaient de la saison d'automne et de celle du printemps. Pendant une campagne agricole, les cultures des deux saisons dépendaient de la pluviométrie. En effet, la pluie d'automne a un effet direct sur les pratiques de la céréaliculture notamment l'orge, les légumineuses telles que le petit pois et la fève. Les pluies du printemps et de l'automne peuvent être collectées derrière les aménagements de conservation des eaux et du sol.

La saison d'automne est marquée par les cultures céréalières et les légumineuses ainsi que l'arboriculture. La saison de printemps est caractérisée par les cultures maraichères notamment les cucurbitacées.

Scénarios à évaluer

Actuellement, 70 % des surfaces sont aménagées par des ouvrages de CES dans le bassin versant d'Oued Oum Zessar. Le scénario de référence est la poursuite de la stratégie de CES au rythme actuel des aménagements (continuité, développement autonome). Les scénarios qui sont liés au changement climatique sont décrits comme suit :

- *Etat actuel* : s'il n'aurait plus d'interventions de l'Etat en termes de construction des aménagements de conservation des eaux et du sol. Les exploitants agricoles s'approprient intégralement de leurs actions d'aménagements.

- *Développement Autonome* : si le système continue à se développer d'une façon autonome. Les superficies aménagées en CES continuent à se développer.

- Saison d'automne : pratique de la céréaliculture et d'autres cultures (légumineuses : fève, petit pois...) avec de l'arboriculture.
- Saison de printemps : pratique des cultures maraichères (cucurbitacées)

- *Scénario 1* : en cas de valoriser plus la ressource eau derrière les aménagements CES. Les superficies aménagées en CES continuent à se développer à raison de 25% par an.

- Saison d'automne : pratique de la céréaliculture et d'autres cultures (légumineuses : fève, petit pois...) avec de l'arboriculture.
- Saison de printemps : plus de cultures maraichères, on double la superficie maraichère.

- *Scénario 2* : En cas de valoriser encore plus la ressource eau derrière les aménagements CES. Les superficies en CES continuent à se développer à raison de 35% par an.

- Saison d'automne : on double la surface céréalière et accroissement de la surface arboricole.
- Saison de printemps : la surface de maraichage reste inchangée

- *Scénario 3* : Si la superficie agricole sera totalement aménagée par les techniques de CES. L'aménagement de 100% de la superficie aménageable. On espère à doubler la céréaliculture et le maraichage grâce à la mobilisation maximale des eaux de pluie.

- Saison d'automne : on double la surface céréalière et augmentation de surface arboricole.
- Saison de printemps : on double la surface de maraichage.

3.2. Conception du modèle d'analyse multicritères

L'analyse multicritères est un outil d'aide à la décision. Il est utilisé pour porter un jugement comparatif entre les actions d'adaptation aux changements climatiques exprimés par des scénarios.

Cette application a pour objectif principal qui vise le développement durable. Ce dernier se base sur le maintien durable et en interaction des trois dimensions économique, sociale et environnementale. Chaque dimension est liée à des fonctions d'utilisation des terres (figure 3). Chaque fonction d'utilisation des terres est traduite par des indicateurs dits de développement durable. Tous ces éléments sont liés par des fonctions dont dépendaient les alternatives ou scénarios. La finalité de ce modèle est de mesurer l'indice de durabilité de l'agriculture pluviale tout en tenant compte de l'interrelation entre les différents éléments de la durabilité et des scénarios de développement proposés par des acteurs de développement et des décideurs.

Les Fonctions d'utilisation des terres (FUT) : ces fonctions sont identifiées selon les trois dimensions économique, sociale et environnementale. La dimension économique se base sur les fonctions de la production agricole et celle de l'infrastructure. La dimension sociale, se fixe sur la provision en emploi, la santé humaine et la sécurité alimentaire. La dimension environnementale est basée sur la biodiversité, les ressources biotiques et les ressources abiotiques.

Les indicateurs de développement : Pour chaque fonction d'utilisation des terres, ils correspondaient des indicateurs dits de développement. Ces indicateurs sont estimés à l'échelle du bassin versant. La fonction de la production agricole est identifiée par le revenu végétal et le revenu animal. Celle de l'infrastructure, elle est exprimée par la superficie aménagée en CES. Pour la fonction provision en emploi, elle est présentée par le taux d'émigration. La santé humaine est identifiée par l'espérance de vie. La sécurité alimentaire est représentée par la quantité de céréale stockée, quantité de céréale

consommée et la production arboricole. La biodiversité est définie par le nombre d'espèces végétales naturelles. La fonction des ressources biotiques est exprimée par la surface agricole, la surface pastorale, la production des parcours et la différence de rendement potentiel et actuel de la masse pastorale. La fonction des ressources abiotiques est caractérisée par le nombre d'heures de traction, les quantités de fumier, le nombre total des jessour et tabias, les précipitations, et la quantité d'eau récoltée.

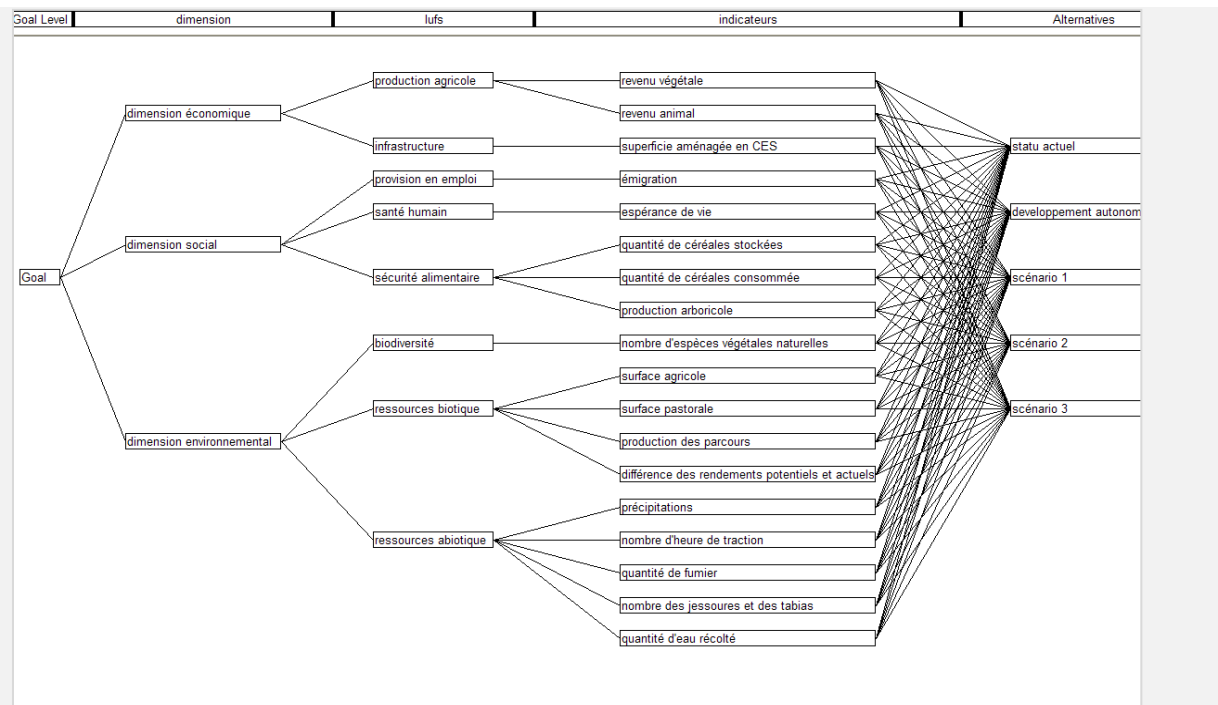


Figure 3 : Schéma du modèle d'analyse multicritères appliqué à l'échelle du bassin versant d'Oued Oum Zessar (propres résultats)

3.3. Analyse des dimensions de développement durable

Les différents critères sont en interaction. Par conséquent, la détermination des éléments clefs de choix ne peut s'établir que moyennant une analyse multicritères qui appréhende la problématique avec une vision globale des trois principales dimensions de développement.

Les résultats de ce travail mentionné dans la figure 4 ont révélé une tendance plus importante vers la dimension économique pour tous les scénarios définis dans cette application. Suite à une extension des superficies aménagée relativement pour les trois scénarios (1, 2, 3), le pilier économique a pris plus d'importance. Ces scénarios ont favorisé de plus en plus le développement des surfaces exploitées en céréaliculture, en arboriculture et en maraîchage. L'aspect social tel que la santé humaine, la sécurité alimentaire et la provision en emploi a été retenu en deuxième lieu. Enfin, les éléments du pilier environnemental tels que la biodiversité végétale (couvert végétal naturel), les ressources abiotiques ainsi que celles abiotiques sont relativement moins importantes par rapport aux deux premiers scénarios (état actuel et développement autonome des superficies aménagées).

L'analyse des résultats de l'analyse multicritères indique que tous les scénarios progressent dans les trois dimensions en général par rapport à l'état actuel. Le scénario 3 (aménagement de 100% de la surface du bassin versant) est le plus favorable en termes économique et social. Mais de point de vue environnemental le scénario 2 (aménagement de 35% chaque année) comme le scénario 3 ont le même impact. En effet, la dégradation du couvert végétal ainsi que le défrichement des parcours sont les principales conséquences de ces pratiques d'adaptation aux changements climatiques.

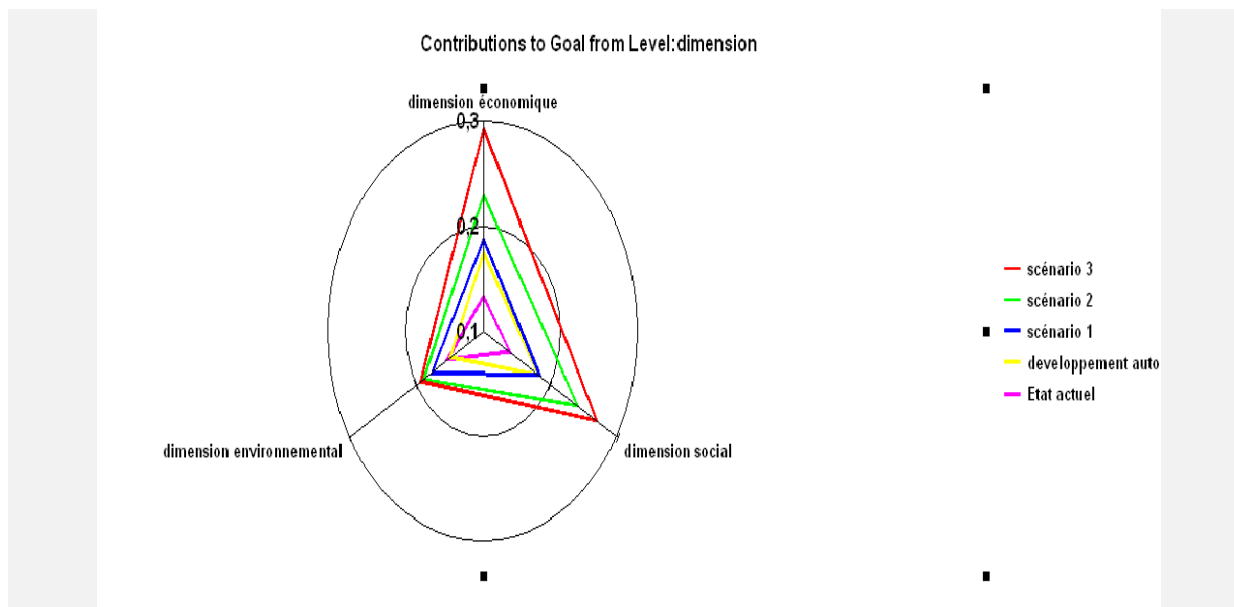


Figure 4 : Les dimensions de développement durable face à des actions d’adaptation au changement climatique (propres résultats)

3.4. Analyse des fonctions d’utilisation des terres

L’objectif de développement durable est toujours lié à l’ensemble des fonctions d’utilisation des terres et à la durabilité de ces éléments. Par rapport à l’état actuel, le scénario 3 présente la situation de durabilité la plus favorable. Ce scénario priorise l’infrastructure en termes d’aménagement en techniques de conservation des eaux et sols. La production agricole est la fonction préférée en deuxième lieu vu que cette zone est à vocation principale l’agriculture. Ensuite, s’ajoute le bien être social exprimé par la santé humaine qui dépendait du niveau de vie, des services de soin et de la sécurité alimentaire. Dans cette même situation, les autres fonctions d’utilisation des terres telles que les ressources abiotiques, la sécurité alimentaire, la provision en emploi, les ressources biotiques et la biodiversité sont relativement moins importantes.

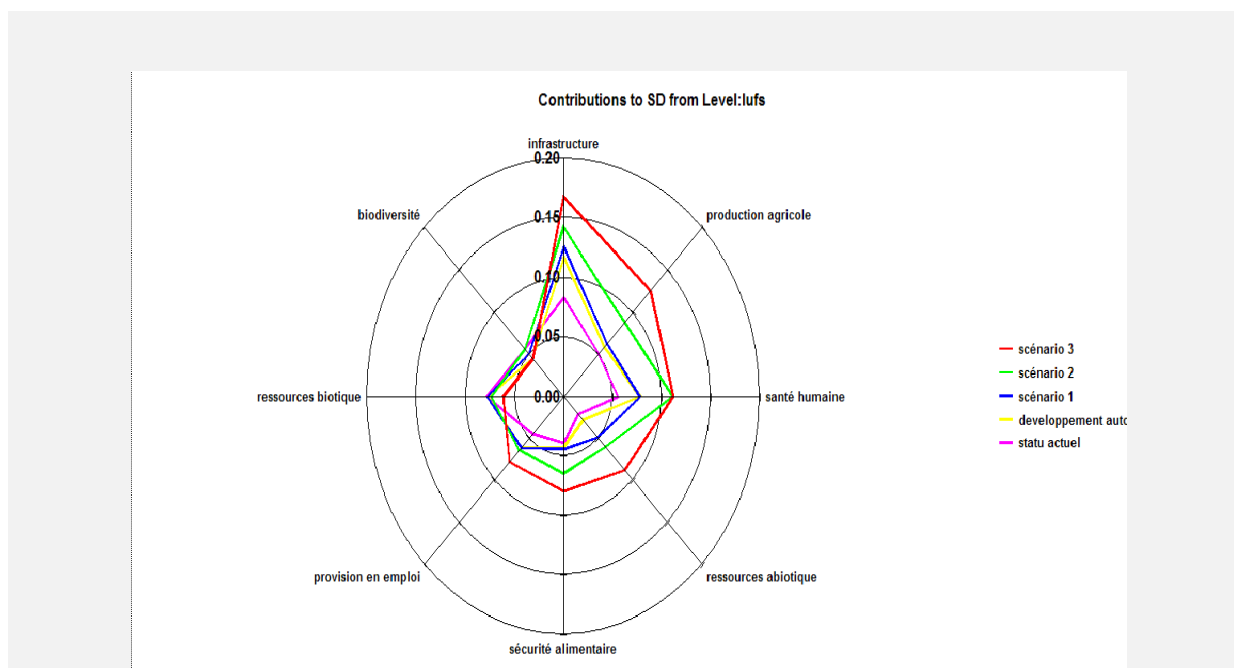


figure 5 : Les dimensions de développement durable face à des actions d’adaptation au changement climatique (propres résultats)

3.5. Indice de développement durable

L'application de l'analyse multicritères a permis de conclure que les indices de durabilité sont proportionnelles principalement aux trois scénarios tout en tenant compte de l'état actuel et des ressources disponibles (capital humain, travail, financier, biodiversité).

Les indices de durabilité sont exprimés en scores (figure 6). Les résultats ont montré une augmentation relativement importante de ces mêmes indices allant de l'état actuel au scénario 3 (aménagement de la superficie totale du bassin versant). Ceci est expliqué par l'amélioration des conditions d'exploitation agricole (plus de travaux de CES, plus de stockage d'eau, viabilité et amélioration de l'activité agricole). En effet, entre l'état actuel et l'état du scénario 3, l'indice de durabilité a augmenté de 23,1%. Cette augmentation est fonction des composantes des scénarios tels que fonctions d'utilisation des terres et indicateurs de développement, et des poids affectés à chaque composante selon les scénarios.

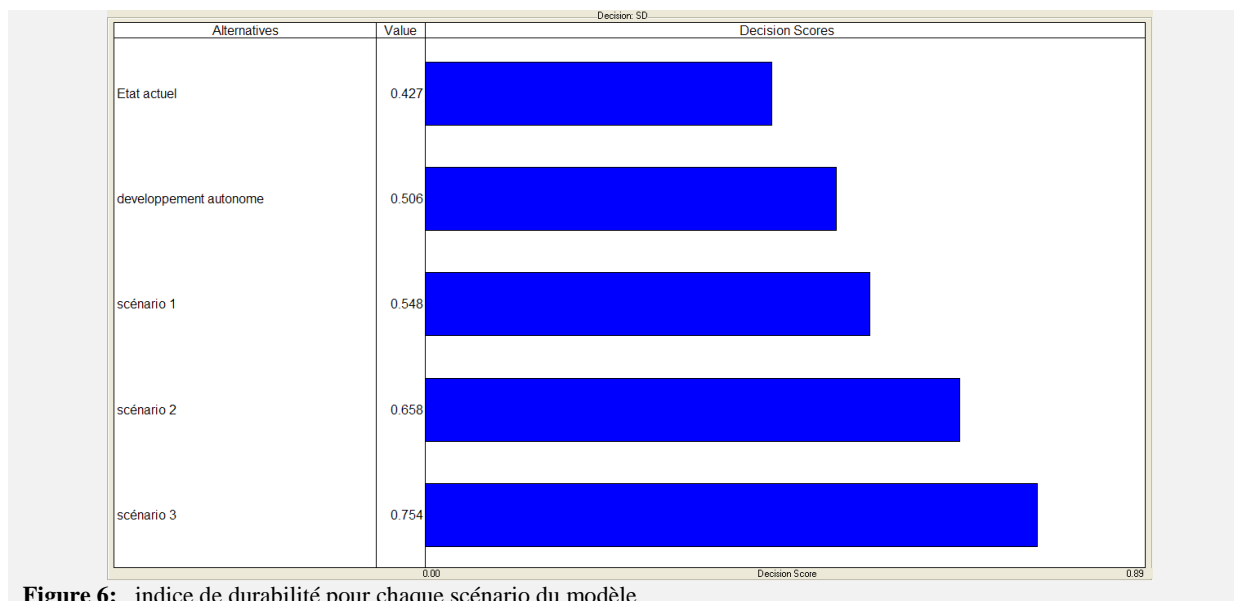


Figure 6: indice de durabilité pour chaque scénario du modèle

4. Conclusion

L'application de la méthode d'analyse multicritères a permis de traiter des choix de stratégies d'adaptation au changement climatique tout en tenant compte des éléments du développement durable. La durabilité est exprimée par des fonctions d'utilisation des terres et des indicateurs de développement.

La conceptualisation de cette application est préliminaire. Elle est basée sur des mesures et des estimations qui sont définis selon une approche dite à l'expert. Des scénarios de politiques de changement climatique ont été identifiés. Des pondérations et des « scoring » ont été affectés pour chaque scénario. Cette application a abouti à un indice de durabilité qui mesure l'importance de chaque scénario et de son degré de contribution au développement durable.

L'extension des superficies aménagées est toujours favorable pour une meilleure collecte des eaux de pluies et pour une amélioration de la productivité agricole des systèmes pluviaux. Pour ce faire, l'indice de durabilité le plus important est enregistré dans le cas d'un aménagement de la superficie totale du bassin versant. En effet, le scénario 3 est le meilleur en termes de fonctions d'infrastructure, de la production agricole, de la santé humaine, de sécurité alimentaire et des ressources abiotiques. Mais, qu'il est moins favorable au niveau des ressources biotiques et biodiversité à cause de l'intensification de l'agriculture. Les ressources en sol se dégradent, s'appauvrissent en matières organiques, et la biodiversité végétale se dégrade aussi.

5. Références

Achouri M (1995) La conservation des eaux et du sol en Tunisie : bilan et perspectives. *CIHEAM-Options Méditerranéennes*.

Bousson E (2000) Gestion forestière intégrée : Approche basée sur l'analyse multicritère, p 36.

- GIEC (2001)** Bilan 2001 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité.
- Massué JP (2006)** La sécheresse et la désertification : risques majeurs. *Acte des journées internationales sur la désertification et le développement durable*. p 25.
- MEDD 2015** Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques. Contribution prévue déterminée au niveau national. Tunisie. Par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
- MEP (Ministère de l'Environnement et de la planification) (2001)** Initial Communication of Tunisia under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Summary Version.
- Ounalli N, Sghaier M (2009)** Contribution à l'optimisation de l'allocation des ressources en eau et en sol dans les systèmes de production du bassin versant d'Oued Oum Zessar (Sud-est de la Tunisie). *NEW MEDIT. Vol VIII, n°1, Mars 2009*.
- Roy B (1985)** Méthodologie multicritère d'aide à la décision. *Economica, Paris*.
- Sghaier M, Ounalli N (2009)** Perception et stratégies d'adaptation de la population locale au changement climatique : le cas de deux régions arides du sud est de la Tunisie. *Colloque International. Sociétés en transition et développement local en zones difficiles (DELZOD). Djerba, Avril, 2009*.
- GIEC (2001) Bilan 2001** des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité.
- GIEC (2007)** Résumé du rapport d'évaluation 4.