



المدرسة الوطنية الغابوية للمهندسين بسلا
**ECOLE NATIONALE FORESTIERE
D'INGENIEURS DE SALE**

**Analyse méso-économique de l'offre et la demande de
l'eau au niveau du bassin versant de l'Ourika dans la
perspective de la gestion intégrée de l'eau face au
changement climatique au Maroc**

MEMOIRE DU 3^{ème} CYCLE

Présenté par : Mr. LEN'NAH Toyi

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
DES EAUX ET FORÊTS**

OPTION : Economie Forestière

Soutenu publiquement le 11 Juillet 2016 à 10h00 devant le jury :

MM :

Mr. HAJIB S.	(H.C.E.F.L.C.D)	Président
Pr. KHATTABI A.	(E.N.F.I.)	Rapporteur
Pr. HLAL E.	(E.N.F.I.)	Co-rapporteur
Pr. LAHSSINI S.	(E.N.F.I.)	Examineur
Pr. OUHAMMOU A.	(U.C.A-Marrakech)	Examineur

« Ce travail a été réalisé dans le cadre de la convention de collaboration établie entre l'Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, Salé, d'une part, et l'Association Marocaines des Sciences Régionales, d'autre part, relative à la mise en œuvre de certaines activités du projet GIREPSE (www.gire-pse.com) financé par le centre de Recherche et de Développement International, Canada. »

Dédicaces

A mes chers parents, qui n'ont ménagé aucun sacrifice pour réussir mon éducation dans la crainte de Dieu, qu'ils trouvent en ces faibles mots, l'expression d'un fils qui s'évertue à faire la fierté de ses parents. Que le Seigneur vous bénisse abondamment.

A mes sœurs et frères, si loin des yeux mais ancrés dans mon cœur, vous avez été la lueur d'espoir à laquelle je me suis attaché dans mes moments de solitude et de tristesse,

A mes cousins cousines, oncles nièces,

A toute ma famille, mention spéciale à mon oncle Kokou que le Seigneur vous rende au centuple tout ce que vous avez fait pour moi

A ma bien-aimée pour son soutien et son réconfort

A mon cher mentor Evariste, mais également ami et

A Mr Adanou, Mr Abassah

A mes Professeurs

A tous ceux qui me sont chers

A tous les lauréats des Promotions 45, 44, 43 de

l'ENFI particulièrement Alpha, Castro, Tudal,

Nassima, Amal, Samary, Dodji, Stephane, Etienne,

Gloria

A vous, lecteur de ce document

Je dédie ce mémoire

Remerciements

Il m'aura fallu de Juillet 2015 au Juillet 2016 (un an) pour mener à bien ce mémoire de fin d'étude, jonchée d'obstacles, poussant à la fatigue, voire dans les pires moments à la démotivation. Ces épreuves ont toujours été remplacées par un enthousiasme et un optimisme débordant. J'ai vécu ces événements comme un vrai parcours de combattant personnel et humain, riche en rencontres. Heureusement, sur ce chemin, beaucoup de personnes ont gravité autour de moi et m'ont donné l'énergie d'aller de l'avant. Je vais donc prendre le temps de les remercier chaleureusement.

A cet effet, l'insigne honneur m'échoit d'exprimer ma profonde gratitude au Professeur **KHATTABI Abdellatif**, Enseignant chercheur à l'ENFI, et de lui dire combien son encadrement, ses conseils, sa disponibilité, sa bienveillance ainsi que ses remarques constructives n'ont fait contribuer qu'à guider à bon port, le présent mémoire. Ses qualités humaines, son suivi minutieux du travail, son indéfectible soutien ne nous ont jamais fait défaut au cours de cette année écoulée. Il a été pour nous plus qu'un encadrant, un parrain, un grand frère. Qu'il en soit récompensé par le Très-Haut. C'est pourquoi, qu'il me soit donné, en ces mots, de lui témoigner toute ma reconnaissance et ma grande admiration.

Aussi, qu'il me soit donné de saluer la simplicité du Professeur **HLAL E.**, Enseignant chercheur à l'ENFI pour n'avoir ménagé d'effort pour accepter être co-rapporteur de ce travail. Nous lui remercions à cet effet pour son accompagnement et son assistance.

Permettez-moi également de rendre un hommage bien mérité au Professeur **LAHSSINI S.**, Enseignant chercheur à l'ENFI pour son aide son assistance et sa disponibilité pour la réalisation de ce travail. Les mots sont fades et pas assez expressifs pour vous exprimer notre profonde gratitude.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur **HAJIB S.** du H.C.E.F.L.C.D qui m'a honoré en présidant le jury. Je lui témoigne mes plus hautes considérations pour les enrichissements et les suggestions constructives qu'il voudrait bien apporter pour parfaire mon document.

Que le Professeur **OUHAMMOU A.** de l'U.C. A-Marrakech trouve par ces mot notre reconnaissance pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant juger ce travail d'évaluation. Nous adressons à son endroit, un vibrant remerciement.

Sans oublier par-dessus tout, toutes les personnes qui ont œuvré ou participer en quelques façons que ce soit à concrétisation de travail, nous leur disons merci.

Résumé

Le bassin versant de l'Ourika recèle de richesses et de potentialités importantes. Connue pour la diversité de ses paysages, par son climat exceptionnel conditionné par ses reliefs, riche de son patrimoine écologique et culturel, font de la région un site touristique remarquable. Ces potentialités, au fil du temps, se sont dégradées au profit de l'agriculture (pilier de l'économie du bassin versant de l'Ourika) de part l'occupation du sol et la mise en culture de ce paysage unique et recherché. Cette activité, grande consommatrice de l'eau, reste traditionnelle et soumise aux effets conjugués des conditions climatiques défavorables et irrégulières.

L'eau est un bien économique dont l'insuffisance pénalise la croissance économique. Sa demande augmente plus que proportionnellement par rapport au PIB national à cause de l'expansion de l'agriculture, la croissance démographique et l'urbanisation, du tourisme, de l'élévation du niveau de vie et de l'industrialisation. Comment gérer, de façon durable, cette ressource en eau sous contrainte des changements climatiques tout en satisfaisant une demande en constante augmentation ? Les effets de ces changements climatiques pourraient réaffirmer l'urgence de mettre en œuvre de nouvelles politiques et de réformes sans délai afin de faire de la gestion des ressources en eau plus écologiquement, socialement, économiquement et financièrement viable.

L'évaluation de ces changements climatiques a nécessité une analyse de la demande et de l'offre en eau sous différents scénarios socio-économiques et climatiques pour l'horizon 2100. La connaissance de la situation actuelle et future des ressources existantes est primordiale pour la gestion intégrée des ressources en eau. De ce fait, on a opté pour une approche basée sur un modèle hydrologique permettant l'évaluation et la planification (WEAP = Water Evaluation And Planning), le modèle Japonais du système terrestre (Miroc-ESM), les systèmes d'information géographique (Arc Gis) et une descente d'échelle SDSM (Statistical DownScaling Model). Les projections des scénarios climatiques RCP4.5 et RCP8.5 pour le bassin indiquent une augmentation de la température d'environ 1,5-3 °C et une diminution des précipitations de 30-50% par rapport aux valeurs initiales. Les résultats de cette analyse montrent que la pression sur les ressources en eau dans le bassin va augmenter, ce qui conduira à une plus grande concurrence pour les eaux de surface à Ourika pour les prochaines décennies, et que la demande en eau pour l'utilisation domestique, le tourisme, l'élevage et l'agriculture pourrait être insatisfaite à l'horizon 2100. Les résultats illustrent également que les stratégies proposées par les décideurs sont efficaces, mais non durables pour le bassin versant.

Mots clés : gestion intégrée, offre, demande, scénario, ressources en eau, WEAP, SDSM, projections RCP, stratégies, durable.

Abstract

Ourika's watershed contains wealth and great potential. Known for the diversity of its landscapes, by its exceptional climate conditioned by its reliefs, its rich ecological and cultural heritage makes the area a remarkable touristic site. This potential, over time, have worsened for agriculture (pillar of the economy of Ourika's watershed) on land use and cultivation of this unique and sought landscape. This activity, a major consumer of water, remains traditional and subject to the combined effects of unfavorable and irregular weather conditions.

Water is an economic good whose failure penalizes economic growth. Its demand increases more than proportionally with respect to national GDP due to the expansion of agriculture, population growth and urbanization, tourism, the elevation of the standard of living and industrialization. How to manage in a sustainable manner, this water resource under constraint of climate change while meeting an ever increasing demand? The effect of climate change could reaffirm the urgency to implement new policies and reforms without delay in order to make water management more ecologically, socially, economically and financially viable.

The assessment of climate change required an analysis of demand and water supply under different socio-economic and climate scenarios by the year 2100. The knowledge of the current situation and the future situation of existing resources is necessary for integrated water resources management. For this reason, we chose an approach based on a hydrological model allowing the evaluation and planning (WEAP = Water Evaluation and Planning), Japanese Earth system model (Miroc-ESM), geographic information systems (Arc Gis) and a downscaling SDSM (Statistical Downscaling Model). Projections of climate scenarios and RCP4.5 and RCP8.5 for the basin indicate a temperature increase of about 1.5 - 3 ° C and a decrease in rainfall of 30-50% compared to initial values. The results of this analysis shows that the pressure on water resources in the basin will increase, which will lead to greater competition for surface water in Ourika for decades, and that the demand for water for use domestic, tourism, livestock and agriculture could be dissatisfied by the year 2100. The results also show that the strategies proposed by the makers are effective, but not sustainable for the watershed.

Keywords: integrated management, supply, demand, scenario, water resources, WEAP, SDSM, projections RCP, strategies, durable.

ملخص

يزخر الحوض المائي لواد أوريقية بثروة و مؤهلات طبيعية مهمة، مما يجعل من المنطقة موقعا سياحيا متميزا. لكن الزراعة؛ باعتبارها نشاطا مستهلكا للماء، لا زال تقليديا و متأثرا بالظروف الجوية غير المنتظمة.

المياه سلعة اقتصادية تؤثر على النمو الاقتصادي في حالة ندرتها. تزايد الطلب عليها ارتفع أكثر من نسبييا مقارنة مع الناتج المحلي الإجمالي، ويرجع ذلك إلى التوسع في الزراعة والنمو السكاني والتوسع العمراني، والسياحة، وارتفاع مستويات المعيشة والتصنيع. عدم كفاية البنية التحتية لتنقيتها ومعالجتها، وتوزيعها، تتطلب استثمارات كبيرة، وخاصة في المناطق الجبلية. بالإضافة إلى آثار تغير المناخ، التي تؤكد من جديد على الحاجة الملحة لتنفيذ السياسات والإصلاحات الجديدة دون تأخير من أجل إدارة الموارد المائية بيئيا اجتماعيا واقتصاديا.

يتطلب تقييم تغير المناخ تحليل مدى إكتفاء المياه، شريطة الأخذ بعين الإعتبار السيناريوهات الاجتماعية والاقتصادية والمناخ لعام 2100. ومعرفة الوضع الحالي والمستقبلي للموارد الحالية أمر بالغ الأهمية للتدبير المندمج للموارد المائية. لذلك، اخترنا مقارنة قائمة على النماذج الهيدرولوجية للتقييم و التخطيط WEAP (Water Evaluation And Planning) نموذج المناخ SDSM (Statistical DownScaling Model). توقعات سيناريوهات المناخ لهذا الحوض تشير إلى زيادة درجة حرارة حوالي 1.5 إلى 3 درجة مئوية وانخفاض في سقوط الامطار 30 إلى 50٪ بالمقارنة مع المعطيات الأولية. تظهر نتائج هذا التحليل أن الضغط على الموارد المائية في هذا الحوض سوف تزداد، الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة التنافس على المياه السطحية في أوريقا للعقود المقبلة، وأن الطلب على المياه للإستعمال المنزلي، السياحة، تربية المواشي و الزراعة يمكن أن تصبح غير ملبي في أفق 2100. وتظهر النتائج أيضا أن الاستراتيجيات المقترحة من قبل أصحاب القرار فعالة، ولكن لا تضمن الإستدامة في الحوض المائي لواد أوريقية.

الكلمات المفتاح: التدبير المندمج، العرض، الطلب، سيناريو، الاقتصادية، الموارد المائية، WEAP، SDSM RCP، التوقعات، الاستراتيجيات، الإستدامة.

Liste des Acronymes et des Abréviations

BVO	Bassin Versant d'Ourika
GIRE	Gestion Intégrée de Ressources en Eau
CC	Changements Climatiques
ABHT	Agence du Bassin Hydraulique du Tensift.
SDSM	Statistical DownScaling Model
WEAP	Water Evaluation and Planning System
MIROC-ESM	Model description and basic results of CMIP5
RCP	Representative Concentration Pathways'
GCM	General Circulation Model
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
DRHCEFLCD	Direction Régionale du Haut-Commissariat des Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification.
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale.
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau.
ORMVAH	Office Régionale de Mise en Valeur Agricole du Haouz Marrakech.
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SAU	Superficie Agricole Utile.
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
ONU	Organisation des Nations Unies
BVO	Bassin Versant d'Ourika
SIG	Les systèmes d'information géographique
DGH	Direction Générale de l'Hydraulique
SEI	Stockholm Environment Institute
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
PANGIRE	PLAN D'ACTION NATIONAL DE GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU
ONEP	Office National de l'Eau Potable
CNEARC	Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes

Sommaire

DEDICACES.....	II
REMERCIEMENTS	III
RESUME	IV
ABSTRACT	V
ملخص.....	VI
LISTE DES ACRONYMES ET DES ABREVIATIONS	VII
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE : LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU.....	5
1. ASPECTS GENERAUX :	5
2. PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DE L'EAU	5
2.1. <i>Eau : source de vie.....</i>	<i>5</i>
2.1.1. Cycle de l'eau	5
2.1.2. Eau de surface.....	6
2.1.3. Gestion intégrée de l'eau par bassin versant	6
2.2. <i>Etat problématique des ressources en eau dans la région méditerranéenne</i>	<i>7</i>
3. STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NATURELLES.....	8
3.1. <i>Mobilisation des ressources en eau</i>	<i>8</i>
3.2. <i>Bilan global de la mobilisation de l'eau.....</i>	<i>9</i>
3.3. <i>Evolution de la gestion de l'eau au Maroc vers une gestion intégrée.....</i>	<i>10</i>
3.4. <i>Agences de bassins hydrauliques.....</i>	<i>11</i>
4. PRINCIPAUX PROJETS DE GESTION DE L'EAU :	12
5. PRINCIPES DE GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU	13
5.1. <i>Démarche transversale</i>	<i>13</i>
5.2. <i>Démarche d'ensemble.....</i>	<i>14</i>
5.3. <i>Approche par bassin versant</i>	<i>14</i>
5.4. <i>Approche participative et par la demande</i>	<i>14</i>
5.5. <i>Approche environnementale</i>	<i>15</i>
5.6. <i>Approche dynamique</i>	<i>16</i>
5.7. <i>Approche réglementée</i>	<i>16</i>
5.8. <i>Approche économique.....</i>	<i>17</i>

5.9. Approche financière.....	17
5.10. Approche régionale au niveau des bassins partagés.....	18

CHAPITRE II : PLANIFICATION ET EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN D'OURIKA..... 19

1. INTRODUCTION.....	19
MATERIELS ET METHODES	21
2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	21
2.1. Choix du site d'étude	21
2.2. Zone d'étude et méthodologie	22
2.2.1. Caractéristiques du bassin versant de l'Ourika.....	22
2.2.2. Hypsométrie	26
2.3. METHODOLOGIE	34
2.3.1. Collecte de l'information	34
3. APPLICATION DU SYSTEME D'EVALUATION ET DE PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU (WEAP).....	35
3.1. Description du 'WEAP' (Water Evaluation and Planing System)	37
3.1.1. Sources de données.....	38
3.1.2. Principaux objectifs du logiciel	39
3.1.3. Fonctionnement du logiciel	40
3.2. Modèle de développement de climat.....	40
3.3. Développement du modèle hydrologique.....	42

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS..... 46

1. L'OFFRE DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT D'OURIKA	47
2. ETUDE DES PRECIPITATIONS.....	47
3. ANALYSE CLIMATIQUE	50
3.1. Précipitations Projetées sur les Horizons 2050 et 2070 à Ourika sous Miroc-ESM.....	51
3.2. Tendances des moyennes annuelles des températures minima, maxima.....	56
3.2.1. Température maxima.....	56
3.2.2. Tendances des moyennes annuelles des températures minima à Ourika projetée sur les années 2050 et 2070	61
3.3. Evolution de températures et les précipitations avec downscaling.....	65
3. ANALYSE DE CONSOMMATION DE L'EAU DANS LES SECTEURS PREDOMINANTS A OURIKA.....	67
3.1. Agriculture : l'économie locomotrice du bassin versant de l'Ourika	68
3.2. Analyse des Secteurs Touristique, Domestique et Industriel à Ourika :	76
3.2.1. L'eau et le tourisme : quelle relation ?	76

3.2.2. Infrastructure touristique de la vallée de l'Ourika.....	78
3.2.3. Secteur domestique et industriel.....	80
3.2.4. Scénario Taux de croissance élevé de la population (1994 - 2070)	81
3.3. <i>La consommation totale sectorielle de l'eau dans le bassin versant d'Ourika</i>	83
Conclusion :.....	84
PARTIE IV : ORIENTATIONS STRATEGIQUES DE GESTION INTEGREE DE L'EAU AU	
MAROC	85
1. INTRODUCTION.....	85
3. FORMULATION DES ORIENTATIONS STRATEGIQUES DE GESTION INTEGREE DES RESSOURCES DE	
L'EAU AU MAROC.....	87
CONCLUSION GENERALE.....	95
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	97
REFERENCES WEBOGRAPHIQUES.....	101

Liste des figures

Figure 1. Présentation du Bassin Versant de Tensift.....	24
Figure 2. Présentation du bassin versant d'Ourika.....	25
Figure 3. Répartition des pentes dans le BV de l'Ourika (HOUNDODE, 2015).....	30
Figure 4. Carte du réseau hydrographique et de l'occupation du sol du bassin versant de l'Ourika.....	32
Figure 7. Diagramme représentant le fonctionnement du logiciel WEAP.....	40
Figure 8. Variations des quantités annuelles des pluies et neiges mesurées dans la station d'Oukaimden CAF (1988-2008) (Boudhar, 2009).....	47
Figure 9. Les pluviométries moyennes annuelles des différentes stations utilisées des stations susmentionnées (1970/71 – 2012/13).....	48
Figure 10. Débits Moyens à Ourika, Station Aghbalou, Année de référence (1970).....	49
Figure 11. Débits Moyens Annuels à Ourika, Station Aghbalou (1969-2004).....	49
Figure 12. Changement dans les précipitations à Ourika sous les scénarios 4.5, 8.5 ; Année 2050 et 2070.	52
Figure 13. Tendance des précipitations des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5.....	53
Figure 14. Tendance des précipitations des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 8.5.....	53
Figure 15. Tendance des cumules des précipitations annuelles à Ourika, scénarios 4.5 et 8.5..	54
Figure 16. Variation spatiale des Précipitations du mois le plus pluvieux (Avril), 2070.....	55
Figure 17. Changement dans les Températures à Ourika sous les scénarios 4.5, 8.5 ; Année 2050 et 2070	
Figure 18. Tendance des Températures max des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5.....	58
Figure 19. Tendance des Températures min des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5.....	58
Figure 20. Tendance des Cumuls des Température maxima à Ourika.....	59
Figure 21. Variations Spatiales de Temp maxima du mois le plus chaud (Juillet), 2070.....	60
Figure 22. Changement dans les Températures minima à Ourika sous les scénarios 4.5, 8.5 ; Année 2050 et 2070.....	62
Figure 23. Tendance des Températures min des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5.....	63
Figure 24. Variation Spéciale des Températures minima en Janvier, Année 2070.....	64
Figure 25. Anomalies saisonnières et annuelles (° C) de la température moyenne pour les trois futurs horizons 2020, 2050 et 2080 et pour les deux scénarios A2 et B2 dans le bassin versant d'Ourika.	65
Figure 26. Variation en pourcentage du niveau de cumul saisonnier (hiver, printemps et automne) et les précipitations annuelles pour les trois horizons futurs pour 2020, 2050 et 2070 à Ourika.	65
Figure 27. Séquence des années humides et sèches pour le scénario A2 : 1 = Très sec, 2 = Sec, 3 = Normal, 4 = humide, 5 = très humide.....	67
Figure 28. Séquence des années humides et sèches pour le scénario B2 : 1 = Très sec, 2 = Sec, 3 = Normal, 4 = humide, 5 = très humide.	67
Figure 30. Apport d'eau par les seguias à Ourika (source, ORMVAH).....	72
Figure 29. Demande non satisfaite (source, ORMVAH).....	72
Figure 31. Mobilisation, prélèvement et le reste d'eau à Ourika.....	74
Figure 32. Evolution des superficies irriguées et bours au niveau des trois communes rurales.....	75
Figure 33. Changement dans la demande de l'eau de 2003 à 2100.....	76
Figure 34. carte touristique de la vallée de l'Ourika (EL Malki, 2015).....	79
Figure 35. Evolution de la population au niveau du BV de l'Ourika (1994, 2004, 2014).	81
Figure 36. Projection de la population sur l'Horizon 2070.....	82
Figure 37. Pourcentage de la consommation totale d'eau par secteur dans le bassin versant d'Ourika. .84	

Liste des Tableaux

Tableau 1. Caractéristiques morphologiques du bassin versant de l’Ourika à Aghbalou (Saidi & al, 2010).....	29
Tableau 2. Définitions des scénarios de Changement climatique	41
Tableau 3. Récapitulatif sur les données utilisées.....	43
Tableau 4. Les pluviométries moyennes annuelles des différentes stations utilisées de 1970/71 – 2012/13, source : ORMVAH)	48
Tableau 5. Tendance des précipitations des années 2050 et 2070.....	51
Tableau 6. Evolution des cumules des précipitations annuelles à Ourika avec les scénarios 4.5 et 8.5	54
Tableau 7. Tendance des moyennes annuelles des températures maxima à Ourika pour les années 2050 et 2070.....	56
Tableau 8. Tendance des Cumuls des Températures maxima à Ourika	59
Tableau 9. Températures minima à Ourika pour les années 2050 et 2070 sous les 2 Types de Scénarios	61
Tableau 10. Classification des années de pluie ou de sécheresse.....	66
Tableau 11. Mobilisation et prélèvement d’eau dans le bassin versant d’Ourika (source, ORMVAH)	70
Tableau 12. Catégories des systèmes de séguia (Source : l’ORMVAH)	73
Tableau 13. Prélèvements au fil de l’eau dans le bassin du Tensift (JICA, 2007)	73
Tableau 14. Superficies des terres au niveau des trois communes rurales (ha)	74
Tableau 15. Structure d’hébergements.....	78
Tableau 16. Répartition des douars retenus pour la conduite des entretiens semi structurés (Source : Bouarais, 2015)	80
Tableau 17. Ciblage des interventions dans les secteurs de l’eau en fonction des différents types d’exploitation agricoles à Ourika.....	92

INTRODUCTION GENERALE

La lutte contre le dérèglement climatique sera sans doute le défi majeur du XXI siècle. Il y a urgence à agir. La communauté internationale est engagée dans un processus de négociation déterminant, qui a permis d'arriver à un accord international contraignant lors de la conférence de Paris sur le climat qui a eu lieu en décembre 2015. Travailler sur le « comment » est tout aussi important (Anonyme, 2015).

Une chose est sûre : les trajectoires économiques empruntées par les pays industrialisés ne sont pas visibles, et la logique selon laquelle les pays en développement et émergents devraient les « rattraper » en les reproduisant à l'identique est illusoire. Nous ne pouvons sortir de l'impasse que si nous engageons une transformation systémique des économies et des sociétés. De nouveaux modèles de développement sont à inventer. Moins émissifs, plus résilients, mieux à même de répondre durablement aux aspirations économiques et sociales d'une population mondiale en croissance (Lepage et al, 2015).

Durant des siècles et jusqu'à ces dernières années, l'eau, cette substance indispensable à la vie, se trouvait rangée parmi les cadeaux de la nature au même titre que l'air et le soleil. Bien sûr, les régions du Nord en avaient plus que celles du Sud, mais on faisait mauvais usage et il ne serait venir à l'esprit de personne de se préoccuper outre mesure de cette richesse considérée comme inépuisable, sinon pour l'exploiter au mieux. Cette attitude fataliste de l'homme pourrait être expliquée par le cycle itératif de l'eau. (Abourmane, 2005).

L'eau est appelée à devenir la ressource cruciale de notre siècle et peut-être même de notre millénaire. Au Maroc comme au Togo, tout comme dans une grande partie du monde, la demande d'eau potable va continuer à augmenter alors que les réserves diminuent. Les premiers effets sont déjà visibles dans des régions telles que Ourika, où les ressources en eau sont déjà menacées par la surexploitation, des irrégularités spatiotemporelles, la pollution et la sécheresse. Mais paradoxalement, alors que notre terre se réchauffe et s'assèche, certaines parties de la planète connaissent des inondations plus fréquentes et plus dévastatrices que jamais. Les coûts économiques et sociaux de la mauvaise gestion de l'eau et des catastrophes liées à l'eau explosent à Ourika (Abourmane, 2005).

Aujourd'hui, plus que le passé, la question de l'eau se pose avec acuité au Maroc. Il se trouve dans une situation singulière : c'est à la fois le pays du Maghreb qui bénéficie des ressources en eau les plus importantes et celui qui risque dans le futur de connaître les problèmes de pénurie les plus graves. L'appartenance du pays aux domaines arides et la croissance soutenue de la demande en eau concourent à expliquer l'insuffisance des ressources disponibles

Parmi les régions qui connaissent ce problème, Ourika, la première destination touristique, qui avec sa taille critique d'un million de touristes et le développement touristique qu'elle connaîtra dans les années à venir, interpelle tous les acteurs, opérateurs et partenaires locaux à réfléchir sur la préservation de son environnement et notamment ses ressources en eau (McMahon, al., 2012).

Cette ressource eau est indispensable à la vie des humains, des animaux et des plantes. Aucune substance ne peut la remplacer. Elle est également un ingrédient essentiel dans nombre d'applications industrielles. Malheureusement, l'eau est une denrée rare, particulièrement dans les pays les plus dynamiques et peuplés de la planète. L'insuffisance d'eau met en péril la croissance économique. Selon une étude réalisée par l'ONU en 2013, 2,6 milliard d'habitants sont privés d'accès à l'eau potable. Une personne sur 3 manque d'eau pour son hygiène quotidienne et une sur 5 manque d'eau potable. Les prévisions sont alarmantes, car sur les 20 prochaines années, l'offre de l'eau par habitant diminuera d'environ un tiers. S'agissant d'un besoin élémentaire et vital, les gouvernements sont mis sous pression afin d'améliorer l'infrastructure nécessaire à l'approvisionnement en eau, ainsi que le réseau de distribution (Bouignane, Ziyad, Poncet, 2014). Des investissements colossaux sont à prévoir dans ce domaine, avec des estimations allant d'au moins 500 milliards (mrds) de dollars d'ici 2020 à plus de 3'000 mrds sur la même période. L'industrie de l'eau représente un chiffre d'affaires d'environ 400mrds de dollars par an. Elle est très fragmentée et comprend un grand nombre de sous-segments. Selon les spécialistes, le marché progresse à un rythme de 6 à 8% par an, soit largement au-dessus du PIB mondial. Sur un plan boursier, le secteur a surperformé les indices standards, mais a subi d'importants dégagements depuis septembre 2008 (Duss, 2009). Le secteur de l'eau bénéficie des programmes de relance émis par les gouvernements pour requinquer la conjoncture économique. La croissance supérieure du secteur offre un attrait certain pour les investisseurs. L'eau est un thème porteur de long

terme quand bien même elle est en quantité insuffisante. Son secteur offre une intéressante opportunité de placement au vu des importants investissements à consentir (Radius, 2014).

Cependant, cette valeur économique de l'eau a été longtemps méconnue, ce qui a conduit à gaspiller la ressource et à l'exploiter au mépris de l'environnement. De ce fait, considérer cette ressource comme un bien économique et la gérer en conséquence, c'est ouvrir la voie à une utilisation efficace et à une répartition équitable de cette ressource, à sa préservation et à sa protection « déclaration de Dublin sur l'eau dans la perspective d'un développement durable ».

Force est de constater que Ourika, comme bien grand nombre de régions, fait face à la problématique du développement et de la gestion durable des ressources en eau. Ces ressources en eau limitées sont caractérisées par une grande disparité géographique et une forte sensibilité aux aléas climatiques. La poussée démographique, l'extension de l'agriculture irriguée, ainsi que le développement urbain, industriel et touristique font forte pression sur cette ressource rare. Par conséquent une diminution des ressources hydriques disponibles et une augmentation de la demande (Abourmane, 2005).

A cet effet, il n'est plus question de menaces potentielles mais d'une réalité inévitable, d'après le 4^{ème} rapport du GIEC. Agir aujourd'hui, c'est dépenser un petit peu pour ne pas avoir à dépenser beaucoup pour panser les plaies de la mauvaise gestion de l'eau. En effet, le coût de l'inaction serait bien supérieur au coût qu'aurait une politique volontariste de réduction des émissions de gaz à effet de serre aujourd'hui (5^{ème} rapport GIEC).

La réalisation de la sécurité en eau dans le monde exigera des investissements dans les trois 'I' : une Information de meilleure qualité et plus accessible, des Institutions plus fortes et disposant d'une meilleure capacité d'adaptation, et l'existence d'Infrastructures naturelles et artificielles de stockage, de transport et de traitement de l'eau. La plupart des pays en développement à travers le monde comme le Maroc auront besoin d'investir massivement dans les infrastructures afin de répondre aux besoins de leur population et de leur économie (PDNUD, 2014). Les estimations de l'écart de financement mondial pour répondre aux exigences du secteur pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement varient, mais sont sur la grandeur de 100 milliards \$ par année. Le défi

auquel fait face les pays en développement est donc de savoir comment tirer le meilleur profit de leur investissement budgétaire limité, qui nécessite une planification minutieuse, et une infrastructure conçue pour le long terme (Sadoff et Muller, 2010).

La gestion des ressources en eau comprendra une infrastructure, mais aura également besoin de nombreux composants institutionnels et la nature dynamique. Infrastructure va durer longtemps, et il n'y a qu'un nombre limité de flexibilité une fois qu'elle a été construite. La tâche du planificateur des ressources en eau est d'optimiser le risque par rapport aux coûts compromis en vertu hydrologique de base, socio-économique, et les hypothèses sur l'environnement. Les décisions sur les activités et des projets liés à l'eau ont toujours fait face à de nombreuses incertitudes, auxquelles s'ajoutent le changement climatique (Muller, 2010).

Conscient de ce problème, l'exhortation à l'objectif global de l'analyse méso-économique de l'offre et la demande de l'eau dans le but de formuler des orientations stratégiques pour une gestion intégrée des ressources en eau au Maroc s'avère indispensable.

A cet effet, les objectifs spécifiques pour arriver à cette fin peuvent être déclinés comme suit :

- Présenter l'état actuel du Bassin versant de l'Oukira
- Elaborer une analyse de l'offre et de la demande de l'eau dans les secteurs prédominants (touristique, agricole, industriel et domestique) dans la zone d'étude
- Procéder à une modélisation par le Système d'évaluation et de planification des ressources en eau (WEAP) du Bassin versant de l'Ourika
- Formuler des orientations stratégiques de gestion intégrée de ressources en eau face aux changements climatiques.

Pour atteindre nos objectifs, le présent rapport sera subdivisé en trois grandes parties, la première s'intéresse à une revue bibliographique, la seconde partie va s'intéresser à la Modélisation par le Système d'évaluation et de planification des ressources en eau (WEAP), cas du sous Bassin Versant d'Ourika s'en suivra enfin des formulations des orientations stratégiques en guise de Gestion Intégrée des ressources en Eau face aux changements climatiques.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE : LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU

1. Aspects généraux :

Pour réaliser les objectifs de la politique de l'eau que sont l'équité, la solidarité envers les couches les plus pauvres de la population, l'efficacité économique et la durabilité environnementale, il est proposé de rompre avec l'approche sectorielle, fragmentaire et verticale menée par le passé dans le secteur de l'eau, et de développer une approche intégrée, transversale et participative de la gestion de la ressource (Anonyme, 2010). Cette démarche prend en compte le fait que l'eau apparaît à la fois comme une ressource limitée, un facteur de production et un patrimoine commun. Tous les facteurs pertinents du cycle de l'eau et tous les acteurs concernés sont intégrés dans ce processus en vue d'une utilisation optimale et écologiquement durable des ressources en eau (Gangbazo, 2004).

Fondamentalement, la GIRE vise à traiter les questions relatives à l'eau de manière globale. Elle veille à assurer une allocation équitable entre les différents usagers tout en évitant des prélèvements excessifs et en limitant les pollutions.

L'approche GIRE cherche à gérer toutes les utilisations de l'eau de manière rationnelle et cohérente à l'échelle d'unités naturelles homogènes de gestion des ressources, elle vise à améliorer les connaissances sur les ressources en eau et à gérer l'information avec des moyens modernes. Elle utilise les données traitées disponibles pour programmer de façon dynamique les actions de mise en valeur et de protection des ressources en eau (Kotlicki, 2008).

2. Problématique de la gestion de l'eau

2.1. Eau : source de vie

2.1.1. Cycle de l'eau

L'eau, en changement continu, décrit un circuit fermé appelé le cycle hydrique. Une partie des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et alimente les cours et les étendues d'eau, et une autre partie pénètre dans le sol, pour être absorbée par la végétation ou être stockée dans des nappes souterraines. L'eau souterraine ressurgit sous forme de sources donnant

naissance à des cours d'eau qui se jette dans la mer. Sous l'effet de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur d'eau, qui s'élève dans l'atmosphère, pour retomber encore une fois sous forme de pluie ou de neige (Hans-Jürgen, 1998).

2.1.2. Eau de surface

L'eau, qui tombe à la surface du sol et ne s'évapore pas immédiatement, s'infiltré dans le sol ou ruisselle le long des cours d'eau qui drainent le bassin versant (Hans-Jürgen, 1998). Dans les climats arides et semi arides, les écoulements des eaux de surface restent étroitement liés aux précipitations et sont donc caractérisés par d'importantes variabilités :

- A l'intérieur d'une année, l'essentiel des débits écoulés sont sous forme de crues souvent courtes et violentes et les apports sont concentrés, en général, sur quelques mois, voire quelques jours ;
- sur plusieurs années, les apports sont caractérisés par une grande variabilité, laquelle s'accroît du Nord au Sud à Tensift ;
- une grande irrégularité spatiale caractérise les eaux de surface.

2.1.3. Gestion intégrée de l'eau par bassin versant

Appliqué aux eaux de surface, le bassin versant désigne un territoire délimité par les lignes de partage des eaux sur lequel celles-ci s'écoulent vers un même point appelé exutoire. On appelle ligne de partage des eaux, ou encore, ligne de crête, la limite naturelle entre deux bassins versants. Elle est constituée des sommets qui séparent le direction d'écoulement des eaux de ruissellement.

La gestion des ressources en eau et le développement, devant être soutenables, doivent être compatibles avec les limites et les processus de base des systèmes naturel de l'eau (Loucks 1994, cité par Khouri, 2000). Ces processus peuvent être environnemental, écologique ou hydrique (Khouri, 2000). La durabilité de la gestion des ressources en eau exige son intégration dans le cadre d'un bassin versant.

Dans le monde entier, on s'accorde généralement à reconnaître que la gestion intégrée des bassins versants fluviaux est un des aspects les plus importants du développement durable. Dans la région méditerranéenne, cette gestion est même essentielle, à la fois pour le développement humain et pour l'environnement (Lopez Ormat et al., 2002).

La gestion intégrée de l'eau doit tenir compte de tout ce qui se passe dans le bassin versant, incluant autant les activités naturelles que les activités humaines. En ce sens, les

sols, la végétation, les animaux et les êtres humains font partie intégrante d'un bassin versant (anonyme, 2001).

Cette forme de gestion a pour objectif d'améliorer son utilisation en favorisant une meilleure harmonisation entre les divers besoins et intérêts des communautés humaines et ceux des écosystèmes aquatiques. Elle intègre les activités socioéconomiques, la sécurité des populations et de leurs biens (contre les impacts des phénomènes naturels), la protection de la faune et la restauration des habitats. En outre, elle vise un partage équitable des ressources naturelles entre les différents usagers, dans une perspective de développement durable.

L'approche intégrée de la gestion des ressources en eau en évidence depuis 1977 lors de la conférence des Nations Unies en Mar Di Plata. A l'heure actuelle, ce mode de gestion de l'eau par bassin versant est en vigueur dans de nombreux pays.

2.2. Etat problématique des ressources en eau dans la région méditerranéenne

A ce jour, l'expansion et l'intensification des activités humaines ont provoqué la disparition de nombreuses ressources naturelles (Lopez et al., 2002). Les barrages, les systèmes de stockage et de distribution ont accentué l'évaporation, fragmenté les écosystèmes fluviaux, et souffrent des problèmes d'envasement.

La pénurie d'eau constitue un facteur limitant pour le développement humain dans la région Méditerranéenne. L'eau est surexploitée, irrégulièrement distribuée et devient aussi de plus en plus rare. Actuellement, les activités agricoles consomment 72% de l'eau dans le bassin méditerranéen (contre 17% pour le secteur industriel et 10% seulement pour l'usage domestique) (Benamar, 2005).

D'après Berkoff (1994), la moyenne annuelle, par personne, des approvisionnements renouvelables en eau diminuerait d'environ 80%, en passant de 3 430 m³ par personne en 1960 à 667 m³ en 2025.

La question qui se pose est savoir comment pallier cette situation de mise en place de nouvelles formes de gestion des bassins hydrographiques, plus soutenables à long terme. A cette fin, il est nécessaire de tenir compte des dimensions sociales, environnementales et économiques, de l'aménagement du territoire et du besoin de préserver l'intégrité des

écosystèmes. Cette approche a été réaffirmée lors du forum mondial de l'eau et de la Conférence Internationale sur l'Eau Douce qui s'est tenue à Bonn en 2001.

3. Stratégie de développement des ressources naturelles

Plusieurs institutions internationales s'occupent de la mise en valeur, de la gestion et de la protection des ressources naturelles et de l'environnement dans sa globalité. Parmi celles-ci, Johanet (1998) a cité :

- des institutions des Nations Unies tel que le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) créée en 1972 ;
- des institutions Intergouvernementales reliées aux Nations Unies: telles que l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO), l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), la Banque Mondiale (BM), l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) ;
- autres Institutions Intergouvernementales telles que l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) et l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN).

Au niveau national, le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat est au forum adéquat où l'on débat des options et des orientations en matière d'eau dans un cadre participatif.

3.1. Mobilisation des ressources en eau

Historiquement, au Maroc, le problème de l'eau a toujours revêtu un caractère capital (Lahlou, 1994). C'est lors des années 1920 que l'introduction des aménagements modernes a débuté avec la réalisation des premiers grands barrages réservoirs. L'objectif de ces barrages était principalement l'approvisionnement en eau potable, eau pour l'irrigation et la production d'électricité. Ainsi, un premier barrage, Sidi Said Maâchou, a été réalisé en 1929, Takerkout en 1934.

Jusqu'en 1966, la politique de mobilisation de l'eau est restée assez timide puisque seuls 16 ouvrages d'une capacité total de 2,2 milliards de mètre cubes ont été construits en 38 ans (anonyme, 2003).

En 1967, Feu Sa Majesté Hassan II, en fixant l'objectif d'irrigation d'un million d'hectares et la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable des populations, a donné une impulsion nouvelle et décisive au développement et à la gestion des ressources en eau, à la politique de construction des grands barrages.

En 1984, un programme de construction de petits et moyens barrages a été lancé par Feu Sa Majesté Hassan II ; De nombreux ouvrages ont ainsi été édifiés à travers le Royaume, en particulier, dans les zones dépourvues d'eau souterraine, en vue de répondre à des besoins en eau ou de protection contre les inondations.

Sa Majesté Mohamed VI, Roi du Maroc, a affirmé dans le discours d'ouverture à la session du Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (juin 2001) que « le temps est venu pour nous de changer radicalement notre perception et notre attitude à l'égard de l'eau, à travers la gestion de la demande de cette ressource et la rationalisation de sa consommation. La problématique de la gestion de l'eau est si complexe et elle a de telles ramifications qu'elle ne peut se prêter à un traitement purement technique, pas plus qu'elle ne peut être évacuée moyennant de simples aménagements partiels ou ponctuels. En revanche, elle implique l'adoption d'une approche globale ... » Nous avons par ce discours un changement d'orientation de la politique en matière d'eau (Sadeq, 2006).

3.2. Bilan global de la mobilisation de l'eau

La priorité ainsi donnée, depuis plusieurs décennies, au développement des ressources en eau de surface a permis de doter le pays d'un patrimoine d'infrastructures hydrauliques composé, en 2012, de 130 barrages et de plus d'une dizaine en construction. La capacité de stockage de ces barrages est passée de 2,3 Milliards de m³ en 1967 à 17,2 Milliards de m³ environ en 2012, selon les données de la Direction Générale d'Hydraulique (DGH).

L'effort de mobilisation a également concerné les eaux souterraines depuis 1961. La réalisation d'un linéaire moyen de 45 000 m par an en puits et forages d'eau a permis de disposer d'un volume de près de 2,7 Milliard de m³ par an.

Dans l'ensemble, et conformément aux conclusions des études de planification engagées depuis l'indépendance, les infrastructures hydrauliques destinées à la mobilisation des ressources en eau de surface et souterraine permettent de disposer, en année d'hydraulicité

moyenne, d'un volume global de l'ordre de 13,7 Milliards de m³ (Berdai et EL badraoui, 2011)

3.3. Evolution de la gestion de l'eau au Maroc vers une gestion intégrée

Vu la multidisciplinarité des ouvrages hydrauliques construits, l'aménagement de l'eau au Maroc est principalement caractérisé par son intégration. Il répond à plusieurs formes d'usages : eau potable, irrigation, énergie, protection contre les inondations, etc.

En 1995, conformément à la Loi 10-95 sur l'Eau, le Maroc s'était prononcé pour une réforme des méthodes de gestion d'eau, mettant celle-ci entre les mains des agences de Bassin. Cette réforme des méthodes a pour objectif de mettre en œuvre une gestion intégrée de la ressource, de manière durable, décentralisée et participative. Chaque agence a autorité et compétence sur un bassin hydraulique, et veille au développement, à la gestion et à la protection des ressources en eau. Les agences ont aussi des missions régaliennes de police et gestion des eaux et des ouvrages et œuvrent avec un esprit de participation et de concertation entre les acteurs régionaux du secteur de l'eau.

La Loi n° 10-95 a introduit les instruments législatifs, économiques et organisationnels nécessaires à l'instauration d'une gestion décentralisée, participative et intégrée des ressources en eau :

- Au niveau national, c'est le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat qui est chargé de définir les orientations générales de la politique nationale de l'eau.
- Au niveau des bassins hydrauliques, les agences de bassin hydrauliques constituent les cadres régionaux où des décisions relatives à la gestion de l'eau sont élaborées de façon participative.
- Au niveau provincial et préfectoral, des commissions de l'eau sont également créées et constituent des lieux d'impulsion de l'action des communes dans le domaine de l'eau.
- La Loi a introduit les principes de « usager-payeur ».
- Ces dispositions institutionnelles novatrices ont pour objet de permettre, tout en maintenant l'effort nécessaire de mobilisation de l'eau, d'adopter et mettre en œuvre les mesures adéquates pour promouvoir son utilisation rationnelle et sa mise en valeur au bénéfice du développement économique, social et environnemental durable du Royaume.

3.4. Agences de bassins hydrauliques

L'ancienne législation relative à l'eau, qui se trouvait dans des textes disparates, a été refondue et modernisée pour répondre et faire face aux nouveaux besoins d'une gestion rationnelle et intégrée des ressources en eau. Il en résultait la promulgation de la Loi 10/95 sur l'eau qui a été adoptée par la chambre des représentants le 15 juillet 1995. Elle constitue la base légale de la politique de l'eau au Royaume.

La Loi sur l'eau permet donc d'établir de nouvelles règles d'utilisation de l'eau plus appropriées aux conditions économiques et sociales du Maroc moderne, et jette les bases d'une gestion efficace de l'eau dans le futur. Elle permet, par ailleurs, de valoriser davantage les efforts consentis pour la mobilisation et l'utilisation de l'eau et de les rendre compatibles avec les aspirations du pays.

Les agences de bassins hydrauliques ont été créées par la loi 10-95 sur l'eau en tant qu'établissements publics, dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière et chargées du développement et de la gestion de l'eau et du domaine public hydraulique d'un bassin ou groupement de bassin hydrauliques. Elles ont pour mission d'évaluer, de planifier et de gérer les ressources en eau au niveau des Bassins hydrauliques. Les premières agences qui ont été créées sont celles du bassin de l'Oum Er Rbia, Moulouya, Loukkos, Sebou, Bou Regreg, Tensift et Souss-Massa.

Grâce à leurs sources financières propres (redevances recouvrées auprès des usagers, emprunts, subventions, dons), les agences de bassins peuvent accorder des prêts, aides et subventions à toute personne morale ou physique engageant des investissements d'aménagement ou de protection des ressources en eau.

L'agence de bassin est chargée de :

- Elaborer le plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau relevant de sa zone d'action ;
- veiller à l'application du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau à l'intérieur de sa zone ;
- délivrer les autorisations et concessions d'utilisation du domaine public hydraulique de sa zone d'action ;
- fournir toute aide financière et toute prestation de service, notamment d'assistance technique, aux personnes publiques ou privées qui en feraient la demande, soit

pour prévenir la pollution des ressources en eau, soit en vue d'un aménagement ou d'une utilisation du domaine public hydraulique ;

- réaliser toutes les mesures piézométriques et de jaugeages ainsi que les études hydrologiques, hydrogéologiques, de planification et de gestion de l'eau tant au plan quantitatif que qualitatif ;
- réaliser toutes les mesures de qualités adéquates, d'ordre réglementaire notamment, pour assurer l'approvisionnement en eau en cas de pénurie d'eau ou pour prévenir les risques d'inondation ;
- gérer et contrôler l'utilisation des ressources en eau mobilisées ; et
- réaliser les infrastructures nécessaires à la prévention et à la lutte contre les inondations.

4. Principaux projets de gestion de l'eau :

Dans le cadre du Plan d'Action National de l'Environnement (PANE), selon ONEM (2001), onze projets ont été mis en œuvre par le Ministère de l'Environnement :

- Projet de Gestion de l'Environnement (PGE), financé par la Banque Mondiale ;
- Projet de Pérennité des Ressources en Eau du Maroc (PREM), financé par l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) et le Ministère de l'Environnement, faisant partie de la stratégie nationale de gestion durable des ressources en eau ;
- étude du Secteur de l'Eau, menée par le Ministère de l'Equipement en concertation avec les autres Ministères et la Banque Mondiale ;
- Programme National d'Eau Potable Rural : la stratégie pour le développement social adoptée par le gouvernement pour la décennie 90 considère comme priorité l'accès des populations rurales à l'eau potable. Dans ce cadre, un programme d'Approvisionnement Groupé en Eau Potable des Populations Rurales (PAGER) a été adopté.
- Programme d'Amélioration de la Grande Irrigation (PAGI) : il s'inscrit dans le cadre des orientations stratégiques du développement agricole dans la perspective de l'an 2020 ;

- Programme d'Hygiène du Milieu (PHM), qui a pour objectif de corriger et de maîtriser les facteurs responsables de transmission et de propagation des maladies ;
- Schéma Directeur National d'Assainissement Liquide (SDNAL) qui a pour objectif principal la promotion de la gestion intégrée des ressources en eau du Maroc et l'appui à l'Agence de Bassin de l'OumEr Rabia ;
- Projet d'amélioration de la gestion des ressources en eau au niveau du bassin versant de Souss-Massa (SIWM), initié dans le cadre de la coopération Maroc-USAID en mai 2000 ;
- autres projets et programmes :
 - études d'un système de redevance sur la pollution des eaux dans le bassin du Sebou, qui a pour objectif la conception des dispositions de la loi sur l'eau et d'un système de redevances de pollution des eaux à appliquer par la future Agence du Bassin de Sebou ;
 - étude d'un programme d'action visant à minimiser l'impact de l'intensification agricole dans les périmètres irrigués dont l'objectif global est la mise au point d'un système de recherche et de contrôle de l'intensification agricole dans les périmètres irrigués.

5. Principes de gestion intégrée des ressources en eau

Les principes qui sous-tendent la gestion intégrée des ressources en eau, sont décrits ci-après. Un certain nombre de ces principes sont déjà appliqués au Maroc, d'autres ne le sont pas encore. Le but de la GIRE est d'appréhender tous ces principes de façon globale dans un cadre de gestion cohérent proposé à l'ensemble des acteurs du secteur de l'eau, et donc à tous les usagers. Les composantes de la GIRE sont les suivantes :

5.1. Démarche transversale

La gestion intégrée des ressources en eau cherche à concilier les différents usages de l'eau et, donc, à se situer au-dessus des intérêts sectoriels. Ce faisant, elle tente d'unifier et de coordonner les interventions et de promouvoir les complémentarités tout en conservant la neutralité requise en matière d'affectation et de contrôle de la ressource. Une distinction est ainsi faite entre les fonctions de gestion de la ressource intéressant tous les usages, et

les fonctions de mise en valeur de la ressource pour des usages spécifiques, parfois concurrentiels. Pour que l'intégration transversale soit effective, il faut qu'elle se matérialise à travers la création de structures et que soient élaborés des mécanismes de concertation. Ceci implique que les intervenants du secteur aient une vision partagée du processus de concertation et d'intégration et se proposent d'établir et d'appliquer des règles de fonctionnement efficaces servant des intérêts complémentaires et l'intérêt supérieur du pays et des générations futures (anonyme, 2005).

5.2. Démarche d'ensemble

Les ressources en eau sont appréhendées de façon globale sous tous les aspects du cycle de l'eau : eaux de pluie, eaux de surface et eaux souterraines, qualité et quantité, relations eau et sols, relations amont-aval, qualité et relations eaux douces-eaux saumâtres, variations spatiales et temporelles et de leurs diverses caractéristiques et utilisations qui sont souvent conflictuelles (eau potable, irrigation, hydroélectricité, élevage, pêche, besoins environnementaux). Avec ces critères techniques, sont également pris en compte les facteurs politiques, socio-économiques et culturels. Des systèmes d'information fiables et intégrés sont établis ; ils doivent permettre d'avoir une connaissance approfondie et régulièrement mise à jour sur l'état de la ressource, les usages et les demandes. La mise en place, l'optimisation et la restauration de réseaux de mesure sur la ressource et sur le contrôle des utilisations est primordiale (PNUD, 2005).

5.3. Approche par bassin versant

L'unité naturelle de gestion intégrée des ressources en eau superficielles est le bassin versant. L'approche par bassin permet seule de prendre en compte, de façon cohérente et cumulative, notamment de l'amont vers l'aval, l'ensemble des facteurs naturels et anthropiques liés aux écoulements ; cette approche fonde également le principe de solidarité amont-aval : les usagers amont doivent prendre en considération les besoins des usagers aval en termes de quantité et de qualité de l'eau (Gangbazo, 2003).

5.4. Approche participative et par la demande

L'approche participative s'inscrit dans le processus de démocratisation et de décentralisation par lequel les populations sont appelées à participer aux décisions qui

touchent leur vie de tous les jours (FAO, 2005). Cette approche est justifiée par le fait qu'une gestion participative est une condition préalable à une distribution plus équitable de l'eau entre usagers. Elle réduit les coûts d'exploitation, améliore la prise en charge de l'entretien des ouvrages et facilite la perception des redevances. Il ne s'agit donc pas d'une simple consultation mais d'une participation réelle impliquant des responsabilités de la part de chaque partenaire. Tous les segments de la société sont représentés dans le processus – administration centrale et décentralisée, collectivités territoriales, société civile, secteur privé (PNUD, 2005).

L'approche participative suppose donc le devoir d'informer les usagers sur la valeur potentielle de l'eau et à les sensibiliser aux contraintes liées à son usage. Elle implique un renforcement des capacités, en particulier en matière de gestion des systèmes. Elle nécessite l'élaboration de procédures de concertation, de conciliation, d'arbitrage et de résolution de conflits. La participation des femmes revêt une importance particulière en raison de la charge de travail que représente pour elles la corvée eau, de leur rôle dans la promotion de l'hygiène et l'éducation des enfants et de leur implication déterminante dans la vie économique du Maroc. Il est également important d'identifier et de faire participer les couches les plus démunies de la population, particulièrement en milieu rural (GWP et RIOB, 2009).

L'approche par la demande implique que chaque communauté puisse définir ses besoins et formuler ses demandes en fonction de ses propres priorités en matière de développement qu'il s'agisse d'eau potable, de développement agricole ou de tout autre usage de l'eau. C'est une démarche ascendante ; elle s'oppose à l'approche par l'offre qui est une démarche descendante, planifiée et directive et fait partie intégrante de la GIRE. Elle a grandi de façon progressive au cours des dernières années et elle permet d'accroître le sens de l'appropriation et de la responsabilisation des communautés (Sadoff et Muller, 2010). Ce concept est déjà introduit au Maroc, notamment dans les sous-secteurs de l'eau potable et de l'agriculture, mais son application n'est pas encore généralisée ni uniformisée.

5.5. Approche environnementale

La GIRE prend en compte, à l'échelle des bassins versants, la politique environnementale de protection et de conservation des ressources en eau. A l'amont des bassins, la

préservation de l'environnement terrestre (sol, couvert végétal, écosystèmes) joue un rôle important dans l'infiltration de la pluie et la recharge des aquifères, dans le transport solide par les cours d'eau et la régularisation de leurs débits, dans le remplissage des retenues collinaires, sans compter les effets indirects sur le climat, en particulier les sécheresses et les inondations, et les bénéfices économiques résultant de la production de bois de chauffe et de bois d'œuvre (FAO, 2005). A l'aval, l'activité humaine s'intensifie et engendre une pollution de l'eau superficielle et souterraine qui va en s'aggravant jusqu'à l'exécutoire du bassin. Il importe par ailleurs de maintenir dans les rivières une eau de qualité acceptable et à un débit suffisant, épargnée de l'invasion par les plantes aquatiques flottantes, permettant de préserver les ressources halieutiques et la biodiversité aquatique. La problématique environnementale et la limitation des effets indésirables des usages de l'eau font partie intégrante de la gestion de la ressource (Sadoff et Muller, 2010).

5.6. Approche dynamique

La GIRE est dans son essence évolutive et dynamique : elle prend en compte la situation présente dans le secteur de l'eau et se propose de l'améliorer en introduisant progressivement des méthodes nouvelles de gestion ; elle peut s'appuyer, en phase initiale, sur les structures existantes et mettre en place par étapes successives des structures nouvelles de gestion intégrée des ressources en eau ; elle devrait d'abord être appliquée à des bassins ou sous-bassins prioritaires avant d'être étendue à l'ensemble du territoire en tenant compte des expériences acquises ; elle implique de façon progressive les usagers et leurs représentants dans la gestion de la ressource ; elle est soumise à des évaluations et des mises à jour périodiques, notamment au niveau des systèmes d'information et des plans d'action GIRE (Gangbazo, 2003).

5.7. Approche réglementée

La GIRE suppose qu'un cadre juridique et réglementaire soit établi. L'ensemble des textes légaux relatifs à l'eau sont rassemblés dans un Code de l'eau et à son administration complétée par des dispositions réglementaires appropriées qui doivent faire l'objet de consultation à tous les niveaux. Des outils de gestion non spécifiques doivent également être élaborés tels que la réglementation du processus participatif au niveau des Comités

et Agences de Bassin, les règles d'accès au marché de prestation des services, les règles de tarification et de financement public, les règles de concurrence, la fiscalité, les normes de qualité et les normes techniques (PANGIRE, 2009).

5.8. Approche économique

La GIRE est basée sur l'impératif économique de la politique de l'eau, en particulier le fait que l'eau a une valeur économique. La valorisation économique de l'eau productive concerne l'agriculture (tant pluviale qu'irriguée), les industries, l'hydroélectricité et, à un moindre degré, l'accès à l'eau potable et aux services d'assainissement qui sont des services sociaux de base correspondant à un droit humain fondamental. Cette valorisation, qui varie donc en fonction des différents usages, doit être prise en compte dans la répartition de la ressource, particulièrement lorsqu'elle est limitée (OCDE, 2010).

Comme déjà souligné, l'exploitation, la production et la distribution de l'eau ont un coût. Il importe d'estimer le coût total en vue d'une gestion rationnelle des ressources mais cela n'implique pas qu'il soit imputé en totalité aux usagers. Dans les zones pauvres comme Ourika, il est demandé que les usagers prennent en charge au moins les coûts d'exploitation et d'entretien. Des mesures sont prises pour minimiser les coûts d'investissement et d'exploitation. De telles mesures peuvent porter sur les choix technologiques, l'amélioration du rendement des systèmes, une gestion transparente, la lutte contre la pollution des eaux etc. L'approche économique est appliquée au niveau de chacun des bassins comme un instrument permettant de garantir le recouvrement des coûts et d'orienter les comportements vers une utilisation rationnelle et efficiente de la ressource.

5.9. Approche financière

L'approche financière porte sur les aspects suivants :

Le premier aspect concerne l'application de redevances sur les prélèvements à des fins économiques et les rejets d'eaux usées visant à établir une solidarité financière entre usagers et à inciter à une gestion plus économe de la ressource et plus respectueuse de l'environnement. Il s'agit de l'application des règles « préleveur-payeur » et « pollueur-payeur » évoquées dans la politique de l'eau. Les redevances doivent être utilisées pour financer la GIRE et pour lutter contre la pollution (Radius et BlueCap, 2014).

Le deuxième aspect porte sur la mise en œuvre d'une politique de subventions adéquatement ciblées et d'une politique tarifaire permettant de moduler les prix en fonction de divers paramètres sociaux, économiques, techniques et financiers, tout en garantissant aux populations les plus démunies l'accès à une quantité d'eau potable suffisante, notamment par le recours aux subsides croisés.

Le troisième aspect est relatif à la mobilisation des moyens financiers nécessaires pour la mise en valeur des ressources en eau ainsi que pour la connaissance et le suivi de la ressource. Les investissements seront orientés vers les infrastructures dans les zones où les déficits sont les plus importants, notamment dans les centres semi-urbains. Le rôle et les modes d'interventions des partenaires au développement devront être clarifiés. La diversification des sources d'investissement sera recherchée, notamment auprès du secteur privé.

Des mécanismes de crédit devront être établis tels que les fonds nationaux d'investissement répondant aux demandes des bénéficiaires (plusieurs fonds de ce type ont déjà été mis en place au cours de ces dernières années dans chaque région du Maroc) (Radius et BlueCap, 2014).

5.10. Approche régionale au niveau des bassins partagés

La gestion des ressources en eau ne peut enfin être réalisée sans tenir compte de l'intégration des bassins versants nationaux dans l'ensemble plus vaste des bassins partagés à l'échelle régionale. Il faut que soient mis en place des organismes de bassins transfrontaliers appelés à régir les questions d'intérêt commun relatives aux eaux partagées. D'une façon générale, les règles applicables aux bassins nationaux le sont également aux bassins internationaux, en particulier la nécessité de faire appel à la concertation et à la négociation en vue d'établir un cadre commun de gestion transfrontalière respectant les intérêts de chacun des parties riveraines (Milot et al., 2013).

CHAPITRE II : PLANIFICATION ET EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU DANS LE BASSIN D'OURIKA

1. Introduction

Ourika comme bien d'autres régions à travers le Maroc fait face à la problématique du développement et de la gestion durable des ressources en eau. Ces ressources en eau limitées sont caractérisées par une grande fragilité, potentiellement menacées de dégradation rapide liée à une pression anthropique exacerbée par les aléas climatiques. La forte occupation de l'espace et l'exploitation continue des ressources naturelles restreint l'étendue des écosystèmes réellement intacts à des superficies excessivement réduites. Ses sols fragiles et sensibles sont largement soumis à l'érosion et ses espaces forestiers et de parcours sont menacés de surexploitation (Er-raki, 2007).

La ressource en eau n'a pas seulement une importance cruciale dans la vie de l'homme et la durabilité des écosystèmes, mais est aussi un élément-clé du développement, en particulier pour produire et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie, des transports et du tourisme. Dans le cas de région à ressources hydrologiques modestes comme Ourika, l'évaluation des impacts potentiels du changement climatique sur l'hydrologie est indispensable, d'autant plus quand la précipitation, l'une des principales origines de la dynamique des ressources en eau, risque de diminuer dans le futur (Rochdane, 2013)

La connaissance de la situation actuelle et les projections sur le futur sont indispensables pour une meilleure gestion intégrée des ressources en eau. Pour cette raison, on a choisi comme méthode d'approche un modèle hydrologique (WEAP = Water Evaluation and Planning system), le modèle Japonais du système terrestre (Miroc-ESM), les systèmes d'information géographique (Arc Gis) et le modèle SDSM (Statistical DownScaling Model).

Le Système d'évaluation et de planification des ressources en eau (WEAP) **nous** permet l'évaluation des problèmes spécifiques de l'eau dans un cadre global. Il intègre plusieurs dimensions : les besoins, l'approvisionnement, la quantité et la qualité de l'eau, les objectifs de développement socio-économique et les contraintes environnementales. Le modèle Japonais du système terrestre (Miroc-ESM) est un modèle de projection de données climatiques sur les années 2050 et 2070 et Arc Gis pour l'extraction de la zone d'étude. Le

modèle SDSM (Statistical DownScaling Model) est un modèle basé sur des techniques statistiques de réduction d'échelle, qui nous permet de produire des scénarios de changements climatiques à haute résolution et par pas de temps quotidien. Dans le présent travail, nous avons utilisé comme données sur le climat présent, les observations de la station météorologique de Marrakech (période 1960-2005) et les Ré-analyses (Données par point de grille qui sont la sortie d'un système d'assimilation des observations) de grande échelle NCEP (national Centers for Environmental Prediction, USA). Dans une approche systémique, « une simulation ne donne jamais l'optimum ou la solution exacte à un problème posé. Elle ne fait que dégager les directions probables d'évolution en faisant varier des groupes de variables et en suggérant de nouvelles hypothèses » (De Rosnay, 1975). Les hypothèses sur les tendances d'évolution sont réalisées à partir des connaissances actuelles. Deux scénarios sont ici proposés : dans un premier temps, les hypothèses sont déduites de la tendance à moyen terme évoquée précédemment, avant de proposer dans la dernière partie une deuxième tendance basée sur la définition d'un système de gestion intégrée.

Les projections des scénarios climatiques RCP 4.5 et 8.5 pour le bassin indiquent une augmentation de la température d'environ 1,5-2,5 °C et une diminution des précipitations de 30- 50% par rapport aux valeurs initiales (Rochdane, 2013). Les résultats montrent que la pression sur les ressources en eau à Ourika va augmenter, ce qui conduit à une plus grande concurrence pour les eaux de surface dans la région dans les prochaines décennies. Et que la demande en eau pour l'utilisation domestique, le tourisme, l'élevage et l'agriculture ne sera pas satisfaite d'ici l'an 2100. Les résultats illustrent également que les stratégies d'adaptation qui devraient compenser en partie les conséquences attendues du changement climatique en réduisant les facteurs de stress sur les ressources en eau à Ourika, ne serait pas suffisante pour assurer un équilibre entre la demande et l'offre sous la pression des changements socio-économiques et climatiques. Les stratégies proposées par les parties prenantes sont efficaces, mais pas durables pour le bassin versant.

La planification des systèmes de ressources en eau nécessite une approche pluridisciplinaire qui rassemble un grand nombre d'outils techniques et de l'expertise avec les partis de priorités et des intérêts variés. Souvent, la gestion de l'eau paysage est façonnée et influencée par un ensemble physique, biologique et facteurs socio-économiques lié, dont le climat, la topographie, l'utilisation des terres, de l'hydrologie des eaux de surface, hydrologie des eaux souterraines, des sols, la qualité de l'eau, les écosystèmes, la démographie, les arrangements institutionnels, et des infrastructures. Le changement climatique est important pour les

planificateurs et gestionnaires de l'eau, car il peut changer sous-jacente des conditions de gestion de l'eau et accroître la nécessité d'une nouvelle gestion de l'eau programmes et investissements en capital. Le changement climatique présente de nouveaux défis à la façon dont les gestionnaires de l'eau doivent considérer dans les planifications de l'avenir. Les données historiques pourraient ne pas être suffisantes dans l'avenir, et en tant que tel, par conséquent, les gestionnaires de l'eau devront développer de nouveaux outils. Traitement des données hydrologiques et de l'eau, de la demande et de prévoir les effets de la gestion différente stratégies sous les impacts du changement climatique sont encore un défi. Les modèles intégrés des ressources en eau essayé d'aider le planificateur dans la gestion des ressources en eau. Le développement d'un système de soutien à la gestion de l'eau, qui intègre tous les actuels et futurs ressources ainsi que toutes les exigences actuelles et futures en un seul outil, est cruciale pour la durabilité de la gestion des ressources en eau dans le bassin versant d'Ourika (Rochdane, 2013).

MATERIELS ET METHODES

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Choix du site d'étude

Le bassin versant d'Ourika est apparu pertinent pour l'évaluation et la planification des ressources en eau pour plusieurs raisons :

— Ourika est l'un des sous bassins où les problématiques visées par la recherche sont prédominantes,

— Le milieu montagnard a été aussi choisi pour faire ressortir la nécessité urgente de stratégies d'adaptation au changement climatique qui atténuent le risque de catastrophes en montagne :

a) Les montagnes sont parmi les environnements les plus fragiles sur Terre (GIEC, 2007b). Les biomes de montagne marocains sont en voie de disparition en raison du changement climatique qui affecte directement ou indirectement la couverture de neige, la biodiversité, le sol et la disponibilité de l'eau (Messouli et al. 2010a, b).

b) Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, il est fort probable que les violentes précipitations deviennent plus fréquentes et que les orages

gagnent en intensité, ce qui rendra les régions montagneuses encore plus périlleuses (GIEC, 2007b).

c) La force de gravité qui s'exerce sur les terrains en pente amplifie le pouvoir destructeur des tempêtes et des fortes pluies, produisant avalanches, glissements de terrain et inondations.

d) Pendant des siècles, les systèmes agricoles de montagne ont produit une profusion d'aliments nutritifs tout en protégeant le sol de l'érosion et en conservant les ressources en eau. Ces systèmes étaient expressément conçus pour réduire les risques de catastrophes naturelles. L'introduction de l'arboriculture (pommier, pêcher, cerisier, abricotier, prunier) dans les villages du Haut-Atlas est un des phénomènes les plus marquants de l'évolution des systèmes agraires de montagne ces dernières années. Les montagnards recherchent de nouveaux équilibres en se convertissant à de nouvelles pratiques plus valorisantes de leurs modestes ressources naturelles (Mahdi, 1985).

— Cette région est très fragilisée du point de vue environnemental (des érosions intenses, une forte fréquentation de touristes locaux et internationaux, surtout pendant la période estivale, et un développement de petites infrastructures touristiques en aval tout le long du lit de l'oued Ourika, etc.).

Ceci la rend très vulnérable aux inondations éclair et l'histoire en a donné la preuve du fait qu'il a connu des crues dévastatrices dans le passé. Ces crues deviennent de plus en plus intenses, malgré des aménagements de régulation de débits des oueds réalisés dans le bassin, non seulement à cause de l'évolution du climat, mais aussi à cause des actions anthropiques qui continuent à dégrader les sols et le couvert végétal, aussi bien sur les terrains forestiers que sur les parcelles agricoles, accélérant ainsi les phénomènes d'érosion et la rapidité des écoulements d'eau.

2.2. Zone d'étude et méthodologie

2.2.1. Caractéristiques du bassin versant de l'Ourika

Faisant parti du bassin du Tensift, le Bassin Versant de l'Ourika s'étend sur une superficie de 665000 ha (Figure1). Limité au Nord par la plaine du Haouz, au Sud par le BV de l'Oued Souss, à l'Est par le BV de l'Oued Zat et à l'Ouest par ceux des Oueds Rheraya

et Issil, il appartient au Haut Atlas de Marrakech, compris entre 31° et 31°20' Nord et entre 7°30' et 7°60' Ouest (Figure2).

Le bassin versant de l'Ourika, caractérisé par une érosion moyenne, forte à très forte, sur la majeure partie de sa superficie totale (environ 98%), associé à un substrat imperméable, favoriserait une augmentation des volumes d'eau mobilisés pendant les pluies souvent torrentielles par le cours d'eau principal et le développement d'importantes crues. Ceci a été matérialisé par d'importants événements hydrologiques qu'a connus la zone dont la plus tristement célèbre est celle du 17 Août 1995 (plusieurs morts et de disparus) avec d'autres et non des moindres en Octobre 1999 et la plus récente, en Novembre 2014. Elles ont à leurs actifs, plusieurs dégâts occasionnés au niveau des infrastructures utiles à l'être humain.

Le BV est caractérisé par trois principales unités physiographiques suivantes :

- Les zones du Piémont avec une altitude aux alentours de 900 m,
- Les vallées de l'Oued Ourika et ses affluents,
- Les zones de haute montagne et les plateaux d'altitude.

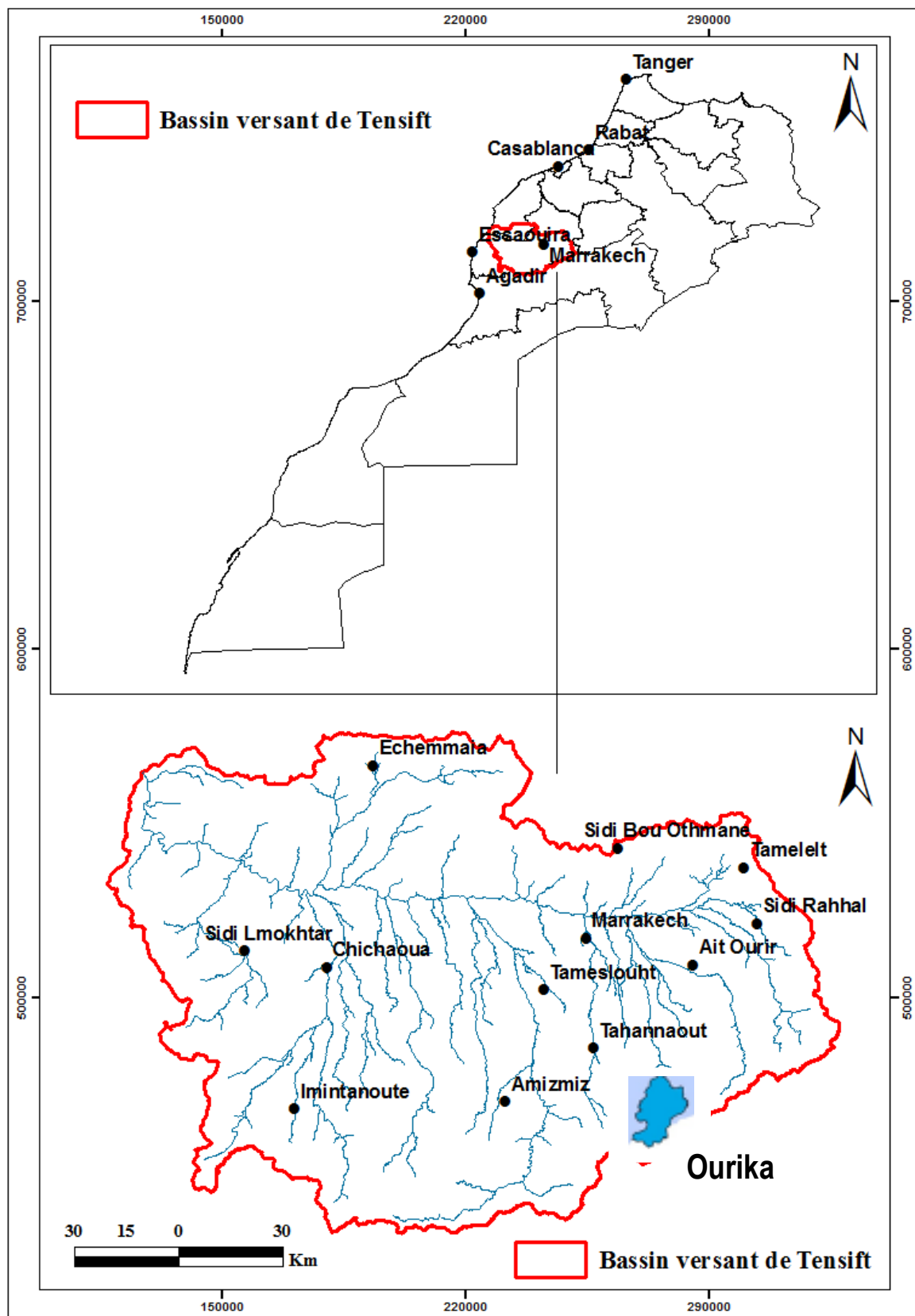


Figure 1. Présentation du Bassin Versant de Tensift

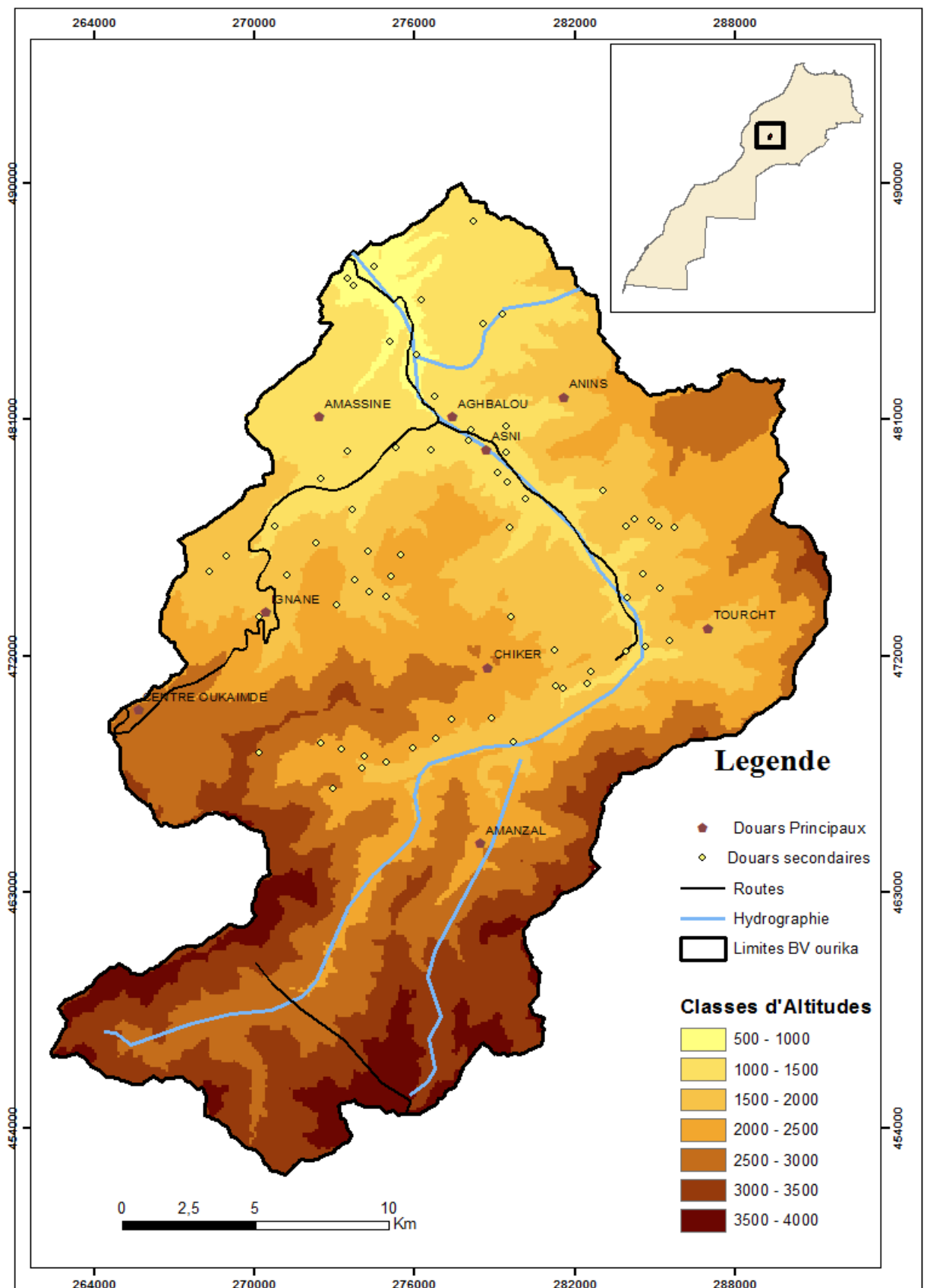


Figure 2. Présentation du bassin versant d'Ourika

2.2.2. Hypsométrie

Le massif de l'Ourika est formé de relief rocheux aux pentes fortes où la plupart des sommets culminent au-delà de 2000 m. Ces altitudes élevées dans la partie amont de la vallée favorisent l'installation d'un climat froid et humide qui est à l'origine d'un enneigement important en hiver. Celui-ci participe avec d'autres facteurs à la formation d'un grand réservoir d'eau.

Cependant, la topographie de la région n'est pas favorable à de grandes utilisations locales de ces ressources en eau, excepté le piémont où elles s'accumulent dans les rivières et les dépressions compte tenu de l'imperméabilité des terrains cristallins.

La carte topographique au 1/100000 Oukaimden-Toubkal a permis d'obtenir la répartition des tranches d'altitude. La répartition altimétrique du bassin de l'Ourika montre la prédominance des terrains compris entre 1600 et 3200 m (75%), l'altitude moyenne s'élève à 2500 m. Le point culminant du bassin est celui de Jbel Iferouane (4001 m) et le point le plus bas est celui de l'exutoire (848 m) (Ramarolafy H. T., 2015)

2.2.3. Hydrologie du bassin versant

L'oued Ourika est un affluent de l'oued Lahjar qui est aussi un affluent rive gauche de l'oued Tensift. Il se divise en deux portions nettement opposées de part et d'autre du coude d'Ait Barka. La longueur de l'Ourika de ses sources à l'exutoire du bassin versant à Aghbalou est de l'ordre de 41,5 km. Le réseau hydrographique du bassin de l'Ourika est assez dense et bien ramifié, et les principaux affluents du cours principal étant :

Assif N'Tifni : en rive droite appelé Aksoual à sa naissance à une altitude de 3800 m environ ;

Assif N'Oufra : en rive droite qui prend naissance à une altitude de 3800 m ;
Assif Amlouggui

Assif Tarzaza : en rive gauche dont la source est à 3600 m environ, c'est un oued très pentu ce qui explique ces crues violentes causant souvent des dégâts importants.

2.2.4. Aspect pédologique

Différents types de sol proviennent des substrats soumis à l'influence de facteurs climatiques et de végétation. Quatre principaux types de roches-mères donnent les types de sols suivants (DREF-HA, 2002 in Doukkali el Amajidi, 2003) :

- Des sols sur roches éruptives : les roches magmatiques sont altérables et aboutissent le plus souvent à des sols plus ou moins profonds et riches.
- Des sols sur flysch schisto-gréseux : l'évolution de ces types de sol reste liée aux conditions écologiques et leur altération donne naissance à un sol zonal pouvant aboutir à des sols :
 - Humiques bruns forestiers humifères peu profonds sur les versants humides avec altération de la roche-mère
 - Minéraux bruts (lithosols) sur les versants secs avec affleurement des substrats.
- Des sols sur formations permo-triasiques de grès rouges et de marnes : ce type de sol s'étend sur une superficie assez importante au niveau du bassin. Ces formations sont constituées par des argilites très tendres, très exploitées à des fins agricoles et soumises facilement au ruissellement (ravinement). Lorsque soumis à des conditions plus xériques, l'altération des grès donne lieu à la formation d'un manteau argilo-sableux donnant naissance à des sols fersialitiques.
- Des sols sur calcaire : sous végétation, l'on obtient des rendzines vraies ou brunifiées jusqu'à la formation d'un sol brun calcaire. Au niveau de l'ubac (versant Nord) et sur de fortes pentes, ces calcaires assèchent le milieu. Sur des colluvions profondes marno-calcaires, se forment des sols fersialitiques caractérisés par la présence de sel gemme (alluvions, colluvions, vertiques).

2.2.5. Contexte climatique

Le climat du bassin versant de l'Ourika est caractérisé par sa grande variabilité spatiotemporelle. La précipitation annuelle est en moyenne de 500 mm. Cette pluviométrie augmente avec l'altitude. Elle de l'ordre de 400 mm au piedmont et peut dépasser 700 mm par an sur les hauts sommets du bassin (Doukkali, 2003). Il y a eu lieu de signaler l'existence d'orages très fréquents entre les mois de juillet et octobre, causant des dégâts importants au niveau des vallées de montagnes. Pour ce qui est de l'enneigement, il commence dès le mois d'octobre et se poursuit jusqu'au mois de mai. Cependant, leur durée reste très variable selon la position géographique et l'orographie. Les températures moyennes varient de 21.5 à 32°C pour les maximas et de 4 à 5.7°C pour les minimas. Les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds alors que les mois de décembre et janvier sont les mois les plus froids de l'année. Sur le plan synthèse

bioclimatique, le BV est caractérisé par l'existence d'une période de sécheresse en été pouvant durer trois mois et de deux périodes pluvieuses, en hiver et au printemps. Enfin le bassin versant à un bioclimat variable allant du semi-aride tempéré au subhumide frais. Cette région se distingue également par son climat rude, celui-ci est dû à l'orientation des reliefs qui sont disposés selon une direction générale NE-SW, cette disposition permet à la région de recevoir les courants océaniques humides venant du NW, mais aussi les courants sahariens arides venant du SE (Saadi & Baou, 2005).

L'analyse du climat dans le bassin versant de l'Ourika est basée sur les principales caractéristiques dont les données (enregistrements) sont disponibles. Pour ce faire, le choix des stations météorologiques à étudier est porté sur : Agouns, Amenzar, Aghbalou, Tazitount et Tourcht.

Les périodes d'observations correspondent aux séries suivantes :

- Agouns: de 1996 à 2011,
- Amenzar: de 1996 à 2011,
- Aghbalou: de 1968 à 2011,
- Tazitount: de 1998 à 2011,
- Tourcht: 1996 à 2011.

2.2.6. Crues

La configuration morphologique et le milieu physique du bassin versant de l'Ourika offrent un environnement propice au développement de fortes crues. La zone d'Ourika pourrait être soumise, plusieurs fois par an, aux crues d'automne, d'hiver et de printemps, provoquées par les pluies et les fontes des neiges. Les crues brutales se produisent surtout en été, provoquant des débits brusques causant des dégâts importants. Les crues les plus importantes ont eu lieu en 1925, 1949, 1967, 1980, 1995 et 1999 (Doukkali, 2003). La plus catastrophique de ces crues a été celle d'août 1995 : l'intensité des précipitations a été estimée à 100 mm/h, sur une superficie de 228 km² en amont de Setti Fadma, alors qu'il n'y avait pas de pluies dans les zones aval. Le temps du trajet de la crue a été très court, estimé entre 30 et 60 min. La station d'Aghbalou a enregistré un débit de 1030 m³/s (Saidi & al., 2010). Ces débits de pointes correspondent aux débits maximaux annuels de périodes de retour de 30 et 100 ans respectivement (Doukkali, 2003).

2.2.7. Caractéristiques morphologiques

Les caractéristiques morphologiques du bassin versant de l'Ourika conditionnent des conséquences hydrologiques importantes observées à son exutoire en période de crue. Ce bassin versant ayant une superficie d'environ 530 km² à Aghbalou, a une densité de drainage importante de l'ordre 3,1 km/km². Sa forme est légèrement allongée avec un indice de compacité de 1,3 (tableau 1). Le réseau hydrographique du bassin est particulièrement dense et bien hiérarchisé. Le cours d'eau principal atteignant l'ordre 6 à l'exutoire coule dans une longue vallée encaissée vers laquelle converge, sur les deux rives, une succession de vallées et de ravins affluents. Ainsi les ondes de crues de l'oued Ourika grossissent vers l'aval, à mesure de leur alimentation par les affluents (Saidi & al., 2010).

Le milieu physique est particulièrement très accidenté avec des variations brusques d'altitudes. La répartition altimétrique montre que 75 % des surfaces du bassin sont situées entre 3200 et 1600 m et l'altitude moyenne s'élève à 2500 m (Figure3). Les pentes sont dans l'ensemble fortes, celles du cours principal ne dépassent pas 5 %, mais la vitesse et la violence des écoulements sont surtout régies par les pentes plus importantes des affluents et des versants.

Tableau 1 Caractéristiques morphologiques du bassin versant de l'Ourika à Aghbalou (Saidi & al, 2010)

Périmètre (km)	104
Surface (km ²)	503
Indice de compacité	1,3
Longueur du cours principal (km)	45,5
Longueur du rectangle équivalent (km)	39,2
Largeur du rectangle équivalent (km)	12,8
Altitude maximale (m)	4001
Altitude minimale (m)	1070
Altitude moyenne (m)	2500
Pente moyenne du cours principal	2,15%
Pente moyenne des principaux affluents	9,35 %
Pente moyenne des versants montagneux	35%

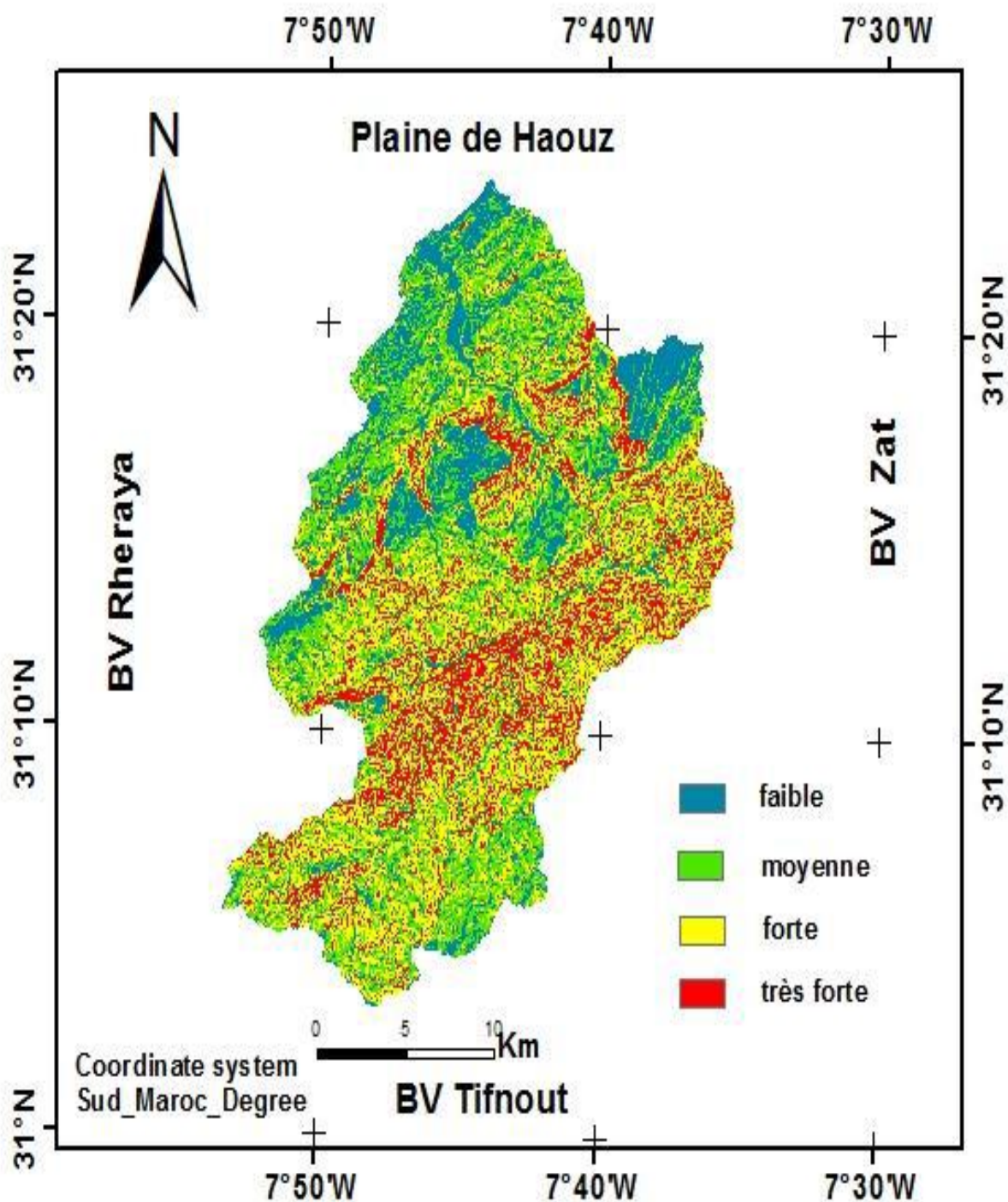


Figure3. Répartition des pentes dans le BV de l'Ourika (HOUNDODE, 2015)

2.2.8. Occupation du sol

Grâce à la classification d'images satellitaires de la zone et la validation par des données de terrain, réalisées par Rihane (2015), l'on peut distinguer les types d'occupation de sol suivants :

- forêt : elle couvre une superficie de 18574 ha soit 32,25 % de l'étendue du BV,

- cultures en terrasses + Arboriculture: la superficie est de 3397,9 ha (5,9%) ;
- matorral et vides asylvatiques : elles occupent la part la plus importante du BV de 29 432,95 ha soit 51,1 % de la superficie du BV ;
- sol nu : la superficie est 6195,65 ha soit 10,76 %.

2.2.9. Données socio-économiques

➤ Population :

La population du bassin versant est estimée lors du recensement 2014 à 66306 habitants, répartie sur 12659 foyers, avec une densité de 115 habitants/Km² en considérant que la superficie du BV est de l'ordre de 576 Km². La majeure partie de la population vit de l'agriculture pratiquée au niveau de la vallée et sur des terrasses. 95% des exploitations ont une superficie inférieure à 5 ha. Les assolements sont dominés par les céréales à faible rendement (6 à 10 qx/ha pour l'orge et 10 à 18 qx/ha pour le maïs). Le maraîchage et l'arboriculture à base de noyer, pommier et cerisier qui sont relativement plus rentables restent cotonnés essentiellement dans des parcelles irriguées. L'élevage est de type extensif et le cheptel est constitué de caprins (17700) et d'ovins (19800) pâturant principalement en forêt (HCEFLCD, 2012).

D'une façon générale les conditions de vie de la population sont difficiles à cause du faible revenu généré par l'agriculture et l'élevage, de l'enclavement des douars et du manque des infrastructures et équipements sociaux.

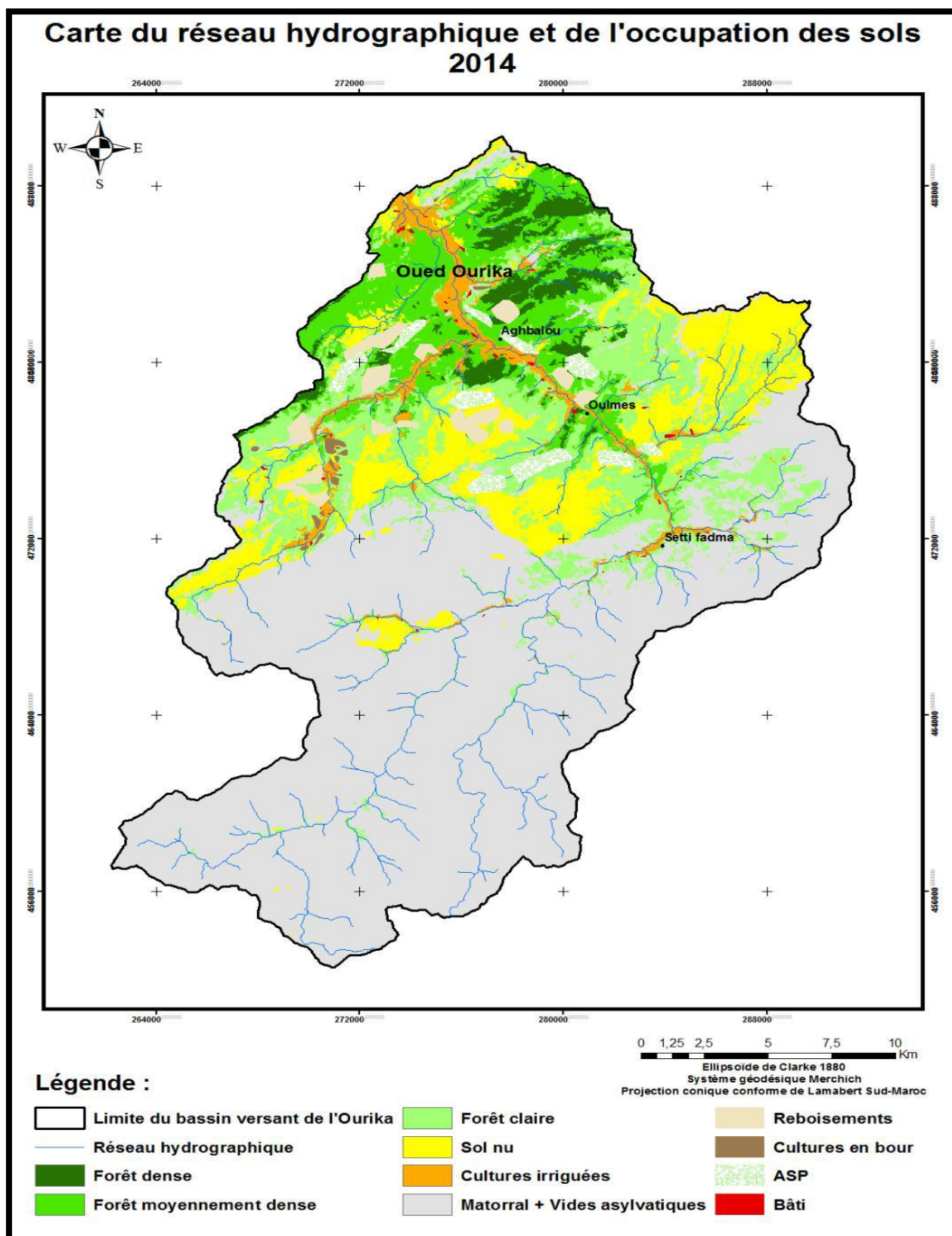


Figure 4. Carte du réseau hydrographique et de l'occupation du sol du bassin versant de l'Ourika (Rihane, 2015)

2.2.10. Tourisme :

La vallée de l'Ourika est un excellent site touristique situé à 35 km de Marrakech et recèle de richesses et de potentialités importantes. Elle est très réputée, d'une part, pour ses paysages naturels uniques et parfois grandioses, par les reliefs, les encaissements des cours d'eau, les contrastes entre la couverture végétale des vallées et l'aspect minéral des sommets et les versants bien bâtis en séguias et terrasses de cultures et, d'autre part, pour sa fraîcheur en été (25 à 30°C contre 40°C à 47°C à Marrakech). La vallée connaît une affluente touristique importante surtout pendant la période estivale où l'on dénombre plus de 10 000 visiteurs par jour (HCEFLCD, 2012). Le tourisme de montagne connaît également du succès à travers la promotion des activités parmi lesquelles on peut citer l'animation et l'encadrement des randonneurs, des skieurs et des escaladeurs assurés par les guides de montagnes et les «tours opérateurs». Ce tourisme constitue une source de revenu pour une part importante des habitants de la vallée et des douars avoisinants et crée une activité économique dans la province d'Al Haouz.

La forte croissance de l'activité touristique au niveau du bassin versant de l'Ourika a eu des retombées économiques positives sur la zone. Le bassin offre à ses visiteurs une infrastructure touristique non négligeable (hôtels, auberges, kasbahs, campings, gîtes et maisons d'hôte).

Ce secteur devient non seulement une source de devises et d'emplois, mais également un catalyseur d'innovation socio-économique, de communication et d'aménagement. Selon les estimations, la vallée de l'Ourika est annuellement visitée par 2920000 visiteurs en moyenne. Environ 2666 véhicules par jour entrent dans la vallée durant la période estivale (El Malki, 2015).

Certes le tourisme constitue une source de revenu pour une part importante des habitants de la vallée et des douars avoisinants et crée une activité économique dans le bassin versant, mais il exerce une pression sur les ressources naturelles et sur l'infrastructure généralement inadaptée à recueillir un grand nombre de visiteurs.

Après avoir décrit la zone qui fait l'objet de cette étude, il est important de parler de la méthodologie appliquée.

2.3. Méthodologie

2.3.1. Collecte de l'information

La gestion des ressources s'est longtemps fondée sur une logique de renforcement de l'offre, aux dépens de la demande et des besoins. Comment peut-on aujourd'hui inverser cette logique, et suivant quels moyens ?

Pour résoudre cette équation interrogative et mettre en place les mécanismes adéquats pour une mobilisation et une préservation maximale des ressources disponibles, des investigations ont été effectuées auprès des différents services au niveau provincial, local en particulier.

Lesquelles investigations portent sur :

- Le potentiel hydrique global à Ourika.
- L'état actuel de mobilisation et d'utilisation des ressources en eau à Ourika
- La demande en eau annuelle dans le bassin versant d'Ourika.
- Le Débits annuels de l'eau dans le bassin versant de Tensift.
- La demande de l'eau annuelle de l'agriculture dans le bassin d'Ourika.
- L'utilisation de l'eau domestique.
- La consommation d'eau horizon 1975-2015.
- L'exploitation des nappes d'eau souterraines (Nappe du Haouz par exemple et autre).
- Les caractéristiques des crues du bassin versant.
- La charge de pollution en volume.
- La consommation globale de l'eau à Ourika.
- Le rendement agricole à Ourika.

Pour se faire, il est nécessaire :

- De ventiler les informations disponibles au niveau de la municipalité.
- Consulter les données provenant de l'agence régionale de l'eau (Agence du Bassin Hydraulique de Tensift).
- Autres :
 - le Bureau régional de développement agricole d'Al Haouz (Office Régional de Mise en Valeur Agricole d'AlHaouz ORMVAH) ;
 - la Direction Générale Hydraulique (DGH) ;

- le Centre National de Documentation ;
- le Département des sciences de l'environnement ;
- l'Observatoire National de l'Environnement du Maroc (ONEM).

A l'issue de ces investigations, une étude de données a été faite ce qui a permis de concevoir une base de données à cet effet.

3. Application du Système d'évaluation et de planification des ressources en eau (WEAP)

L'application de WEAP devrait être précédée de prévisions des techniques statistiques de réduction d'échelle, qui nous permettraient de produire des scénarios de changements climatiques à faible et haute résolution et par pas de temps quotidien selon l'outil. Les outils Miroc-ESM et SDSM (Statistical DownScaling Model) ont guidé notre choix.

Dans le présent travail, pour la descente d'échelle, nous avons utilisé comme données actuelles du climat, les données de l'ORMVAH, les observations de la station météorologique de Marrakech (période 1960-2005) et les Ré-analyses (Données par point de grille qui sont la sortie d'un système d'assimilation des observations) de grande échelle NCEP (national Centers for Environmental Prediction, USA). Durant cette étude, nous nous sommes intéressés à la production des scénarios de changements climatiques futurs à faible résolution sur Marrakech par pas de temps quotidien sur toute la période 2011 - 2099 pour les paramètres : la température et les précipitations.

Pour le climat futur, nous avons eu recours aux scénarios de changements climatiques à haute résolution provenant du modèle Japonais Miroc-ESM sur les horizons 2050 (moyenne pour 2041-2060) et 2070 (moyenne pour 2061-2080).

Les variables auxquelles nous nous sommes intéressées sont :

- tn : moyenne mensuelle température minimale (degrés C * 10)
- tx : température maximale moyenne mensuelle (degrés C * 10)
- pr : précipitations totales mensuelles (mm).

Pour faciliter la comparaison des résultats sous Miroc-ESM à ceux de Hadley, nous avons choisi les scénarios RCP 4.5 qui sont proches des Scénario de type A2 et le RCP 8.5 proches de B2.

Il faut noter que WEAP est un outil de planification intégré des ressources en eau pour microordinateurs. Il fournit une structure compréhensive, flexible et d'utilisation facile pour les analyses des politiques. Un nombre croissant de professionnels de l'eau ont trouvé WEAP un ajout utile à leur boîte à outil de modèles, bases de données, feuilles de calculs et autres logiciels.

Ourika fait face à des défis redoutables de gestion des eaux douces. L'allocation des ressources en eau limitées, la qualité de l'environnement et les politiques soutenues d'utilisation de l'eau sont des issues d'intérêts croissants. Les modèles de simulation conventionnels orientés à la distribution ne sont pas toujours adéquats. Durant la dernière décennie, une approche intégrée pour le développement de l'eau a émergé et qui a placé les projets de distribution d'eau dans le contexte des questions de la demande, la qualité de l'eau et la préservation des écosystèmes. WEAP vise l'incorporation de ces valeurs dans un outil pratique pour la planification des ressources en eau. WEAP est distingué par son approche intégrée pour la simulation des systèmes d'eau et par l'orientation de sa politique. WEAP place le côté demande de l'équation – modulations de l'utilisation de l'eau, efficacités des équipements, réutilisation, prix et allocation – à pied égale avec le côté distribution – débit de rivière, eau souterraine, retenues et transferts d'eau. WEAP est un laboratoire pour examiner les alternatives de développement de l'eau et des stratégies de gestion.

WEAP est complet, simple et facile à utiliser, et tente d'assister plutôt que de substituer les planificateurs habiles. Comme base de données, WEAP fournit un système de maintien de l'information de la demande et de la distribution. Comme outil de prévision, WEAP simule la demande en eau, l'offre, le débit, le stockage, la génération de pollution, le traitement et la distribution. Comme outil d'analyse des politiques, WEAP évalue une gamme complète d'options de développement et de gestion de l'eau, et considère multiples usages compétitifs des systèmes d'eau (Rochdane, 2013).

Les applications de WEAP incluent généralement plusieurs étapes. La définition de l'étude qui identifie la période de simulation, les limites spatiales, les composantes du

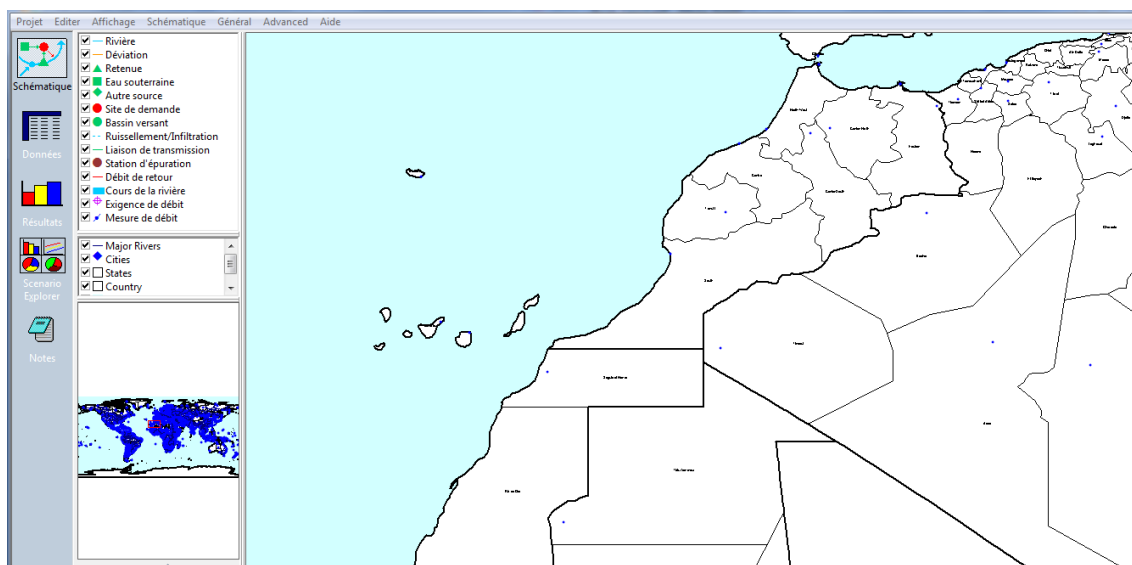
système et la configuration du problème. L'Etat Actuel, qui peut être considéré comme une étape de calage dans l'élaboration d'une application, fournit une vue instantanée de la demande en eau actuelle, de la charge de pollution, des ressources et des fournitures pour le système. Les hypothèses de base doivent être construites dans cet Etat Actuel pour représenter les politiques et les facteurs qui affectent la demande, la pollution, la fourniture et l'hydrologie. Les Scénarios sont construits sur la base de l'Etat Actuel. Ils permettent d'explorer les impacts d'hypothèses alternatives ou des politiques sur la disponibilité et l'usage de l'eau dans le futur.

3.1. Description du 'WEAP' (Water Evaluation and Planning System)

WEAP consiste en cinq vues principales : Schéma, Données, Résultats, Schémas Synoptiques et notes. Ces cinq vues sont présentées ci-après.

➤ Schéma :

Cette vue contient des outils basés sur les systèmes d'information géographique (SIG) pour une configuration facile de votre système. Les objets (tels que les nœuds de demande, les retenues) peuvent être créés et placés dans le système par des opérations de sélection, glisser et coller d'articles à partir d'un menu. Des fichiers image (raster) ou vecteur obtenus par ArcView ou d'autres outils SIG standard peuvent être ajoutés au schéma comme arrière-plan. Vous pouvez accéder rapidement aux données et aux résultats de n'importe quel nœud en cliquant sur l'objet de votre intérêt.



Données

La vue des données vous permet de créer des variables et des relations, entrer des hypothèses et des projections utilisant des expressions mathématiques et des relations dynamiques avec Excel.

Résultats

La vue des résultats permet un affichage détaillé et flexible des sorties du modèle dans des graphiques et des tableaux et dans le schéma.

3.1.1. Sources de données

- Données Observées : Ce sont les données observées de températures et des cumuls de précipitations pour la période 1960 – 2005 de Marrakech.
- Les données climatiques du monde obtenues des téléchargements sous les scénarios 4.5 et 8.5 avec le modèle Japonais du système terrestre (Miroc-ESM) ont été découpées pour avoir celles du Bassin versant d'Ourika.
- Ré-analyses NCEP à basse résolution : Ces données sont le fruit d'un projet des Etats-Unis d'Amérique appelé «NCEP/NCAR». C'est un projet commun entre les NCEP (National Centers for Environmental Prediction) et le NCAR (National Center for Atmospheric Research) dont le but est de fournir de nouvelles Ré-analyses atmosphériques en utilisant les données historiques et les systèmes d'assimilations et produire l'analyse de l'état de l'atmosphère actuelle
- Scénarios de changements climatiques RCP à haute résolution : Ces scénarios de changements climatiques représentent une description du climat possible dans le futur, fondée sur des hypothèses à l'égard du fonctionnement du climat de la Terre, des niveaux futurs de la population mondiale, de l'activité économique et des émissions de gaz à effet de serre.

Dans cette étude, nous avons eu recours à deux scénarios de changements climatiques : un scénario RCP4.5 et un scénario RCP8.5. Le choix de ces deux types de scénario est dû au fait que le RCP 8.5 est un peu plus pessimiste et plus proche des scénarios A1, tandis que le RCP 4.5 est plus proche du B1; ceci pour permettre la comparaison avec les résultats du modèle de Hadley.

3.1.2. Principaux objectifs du logiciel

WEAP place l'évaluation des problèmes spécifiques de l'eau dans un cadre global. Il intègre plusieurs dimensions : entre les besoins et l'approvisionnement, entre la quantité et la qualité de l'eau, et entre les objectifs de développement économique et les contraintes environnementales (SEI, 2008).

Les objectifs de ce système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) vise à :

- ❖ incorporer ces dimensions dans un outil pratique pour des ressources d'eau avec la projection future.
- ❖ examiner des stratégies alternatives de développement et de gestion de l'eau.
- ❖ fournir un système de base de données pour la demande ou besoin en eau et les informations de maintien d'approvisionnement.
- ❖ prévoir certaines situations des ressources en eau en simulant la demande, les ressources exploitables, les écoulements et stockage, et les sources de pollutions, les traitements et décharges.
- ❖ analyser le développement socio-économique en évaluant une gamme complète des options de développement et de gestion de l'eau, et en tenant compte des utilisations multiples et concurrentes des systèmes aquatiques.

3.1.3. Fonctionnement du logiciel

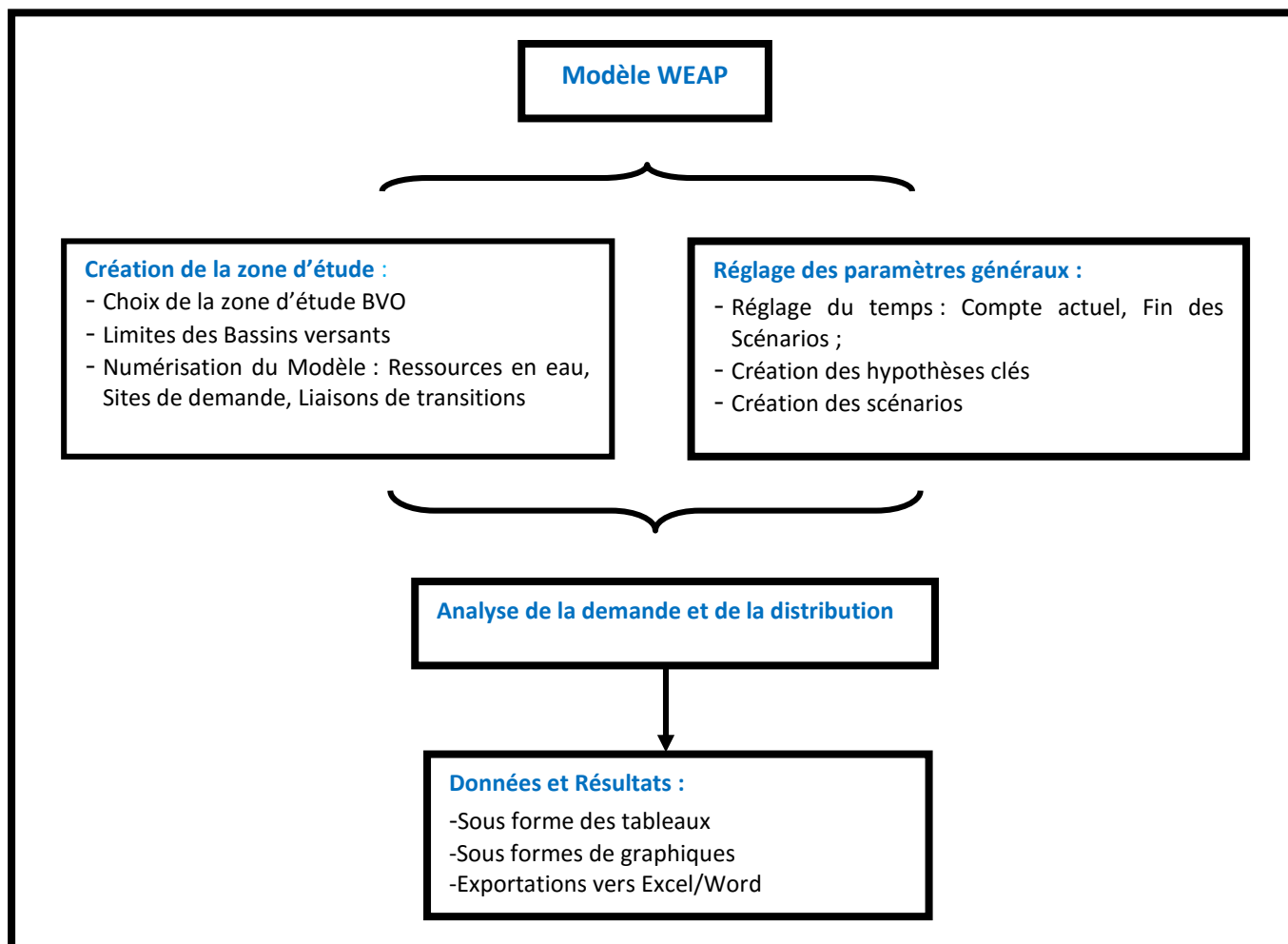


Figure 5. Diagramme représentant le fonctionnement du logiciel WEAP

3.2. Modèle de développement de climat

Les demandes d'évaluation d'impact exigent souvent des projections climatiques spécifiques afin d'avoir les variations climatiques à petite échelle, en particulier, dans les régions à topographie complexe et dans les zones à couverture des sols hétérogènes. Par conséquent, il existe un fossé entre les modèles des prédictions sur le climat changement climatique futur et des informations pertinentes pour les études environnementales. SDSM sont couramment utilisés pour combler cette lacune. En outre, dans ce travail, nous avons utilisé SDSM, qui exécute des tâches auxiliaires : des données contrôlent de la qualité et de la transformation, variable prédictive de présélection, le calibrage automatique du modèle, des analyses statistiques et de graphiques de données climatiques.

Les autres données utilisées ici sont les projections climatiques de GCM qui ont été revus à la baisse et étalonnés (biais corrigé) en utilisant WorldClim 1.4 comme « courant » climat de référence. Le format de fichier est GeoTIFF.

RCP8.5 est un scénario pessimiste qui décrit un monde où les populations mondiales de plus en plus rapidement, avec une forte croissance économique basée sur des technologies polluantes dans un monde qui est devenu plus protectionniste avec l'augmentation des disparités entre le Nord et le Sud. Il est l'utilisation continue de combustibles fossiles et inégale la croissance économique régionale.

En revanche, RCP4.5 est un scénario optimiste qui décrit un monde où l'accent est mis sur des solutions locales, du point de vue du développement économique, social et environnemental viabilité. La population mondiale augmente de manière continue, mais à un rythme plus lent que dans RCP8.5, comme indiqué dans le tableau 2. Pour les deux scénarios RCP4.5, RCP8.5, nous avons travaillé dans trois horizons de temps. Ils comprennent la « période actuelle" (ou « De base », couvrant les années 1971 - 2014, pour laquelle des statistiques de récolte sont disponibles), et les horizons futures 2050 et 2070 (Tableau3).

Tableau 2. Définitions des scénarios de Changement climatique

Scénario RCP8.5	Scénario RCP4.5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrit un monde très hétérogène. ▪ Basé sur l'autosuffisance et la préservation des identités locales. ▪ Un accroissement continu de la population mondiale. ▪ Un développement économique avec une orientation principalement régionale. ▪ La croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres scénarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrit un monde où l'accent est placé sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. ▪ Un accroissement continu de la population mondiale mais à un rythme plus faible que dans 4.5. ▪ Des niveaux intermédiaires de développement économique. ▪ L'évolution technologique est moins rapide et plus diverse. ▪ Intégration de la protection de l'environnement et l'équité sociale.

3.3. Développement du modèle hydrologique

Le Logiciel WEAP développé par le Stockholm Environment Institute (SEI) a été sélectionné pour l'objectif de cette étude. Il vise à combler le fossé entre la gestion de l'eau et hydrologie des bassins versants en répondant à la fois aux facteurs biophysiques qui influencent la rivière et les facteurs socio-économiques qui affectent le niveau de la demande et de la gestion domestique, agricole et industriel de réservoirs artificiels. Ces facteurs varient au fil du temps, par exemple en raison de l'augmentation du produit intérieur brut, les changements des attitudes dans la consommation, ou le changement climatique et, par conséquent, il est difficile de prévoir les besoins de la demande future.

En mettant l'accent sur l'analyse de scénario, WEAP soutient le planificateur de la demande et de l'offre de prévision structures sous diverses hypothèses et des pratiques de gestion et aide à développer les ressources les politiques de gestion pour répondre aux demandes futures et résoudre des problèmes d'allocation. WEAP aussi compare le développement futur de la demande réelle de l'eau, des ressources et des fournitures pour le système qui est appelé comptes courants année.

Tableau 3. Récapitulatif sur les données utilisées

Type de données	Données												Périodes et/ou Années	Source de données
Les pluviométries moyennes annuelles des différentes stations à Ourika (source : ORMVAH).	Aghbalou	Oukaimeden		Agaouiar		Agouns	Amenzal	Tizitount	Tourcht	Dar caid ourika			1971 - 2014	ORMVAH
	532	475		531		341	366	480	405	374				
Débits Moyens Mensuels à Ourika, Station Aghbalou	Javier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	1970 - 2014	ORMVAH N° IRE : 2089/53
	3,02	4,36	10,07	12,68	9,93	3,52	1,07	0,71	1,14	1,93	2,23	2,41		
Débits Moyens Annuels à Ourika, Station Aghbalou	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1970 - 2014	ORMVAH N° IRE : 2089/53
	3,583	10,000	9,333	3,083	6,333	1,917	2,833	2,250	3,167	1,750	20,833	1,833		
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993		
	2,917	0,250	0,833	3,417	1,000	1,583	3,833	4,000	11,833	14,750	19,167	2,167		

Quantité d'eau Mobilisée par les séguias dans l'Oued Ourika	135 314 369	397 197 418	764 310 336	1 499 910 559	2 985 544 901	5 958 666519	11 909 224 655	23 814 941 727	47 628 349 854	95 248 402 025	190 415 492 381		2000- 2010	ORMVAH
Quantité d'eau Prélevée dans l'Oued Ourika	52 628 101	102 378 887	196 987 737	391 471 602	779 833 582	1 557 041468	3 113 132 102	6 225 927 244	12 451 629 503	24 899 495 854	49 770 526 080		2000- 2010	ORMVAH
Population (Oukaimden, Ourika, Sti fadma)	46 325											1994	RGPH	
	53500											2004		
	66306											2014		
SAU (Oukaimden, Ourika, Sti fadma)	7 264											2014	CCA d'Amez Miz, ORMVAH, 2014	
Superficie	665 Km2													

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le changement climatique est l'un des problèmes internationaux les plus importants dont les implications affectent fortement les moyens durables de subsistance, la sûreté de l'eau et de l'alimentation ainsi que la santé et la biodiversité.

Tout au long de son histoire, le climat a subi plusieurs changements, et ce, de façon naturelle (GIEC, 2007a). L'activité volcanique et les variations du rayonnement solaire sont des causes naturelles et connues de variations climatiques. Malgré cela, il est peu probable que le réchauffement climatique du siècle dernier soit d'origine naturelle. En effet, l'augmentation de l'activité humaine a de fortes répercussions sur le bilan radiatif de l'atmosphère. Les émissions de gaz à effet de serre provenant de différentes sources, tant naturelles qu'industrielles, participent aux changements de la composition de l'atmosphère, affectant ainsi ses interactions avec les différents types de radiation (solaire, terrestre, etc.).

L'effet du changement climatique se fait ressentir à l'échelle mondiale : hausse des températures moyennes au niveau de l'atmosphère et de l'océan, fonte massive de la neige et de la glace, et élévation du niveau moyen de la mer (GIEC, 2007a). Une multitude de systèmes naturels, physiques et biologiques sont déjà affectés par ces changements, tant au niveau terrestre qu'aquatique. Au Maroc, les sécheresses sévères et les inondations dévastatrices ont frappé plusieurs régions ces dernières années. Des pertes inestimables en vies humaines, et des dégâts considérables sur les infrastructures et les biens sont enregistrés et se chiffrent, à chaque fois, en plusieurs centaines de millions de Dirhams (Messouli et al, 2011).

A Ourika, ce changement climatique s'est fait également ressentir de part les inondations et des moments de stress hydriques. Ce qui a causé plusieurs morts et a accentué la pauvreté dans la région. En plus de ce changement climatique s'ajoute La croissance démographique, économique, urbaine et industrielle des régions marocaines qui pourraient induire, dans une perspective tendancielle, un effet notable sur le bilan hydrique à Ourika.

1. L'Offre de l'eau dans le Bassin Versant d'Ourika

L'offre totale de l'eau ne peut être estimée que sur la base de la quantité d'eau tombée des pluies, de l'eau réservée des nappes phréatiques et de neiges.

La figure 6 ci-après est obtenue d'une étude faite par Boudhar, en (2009).

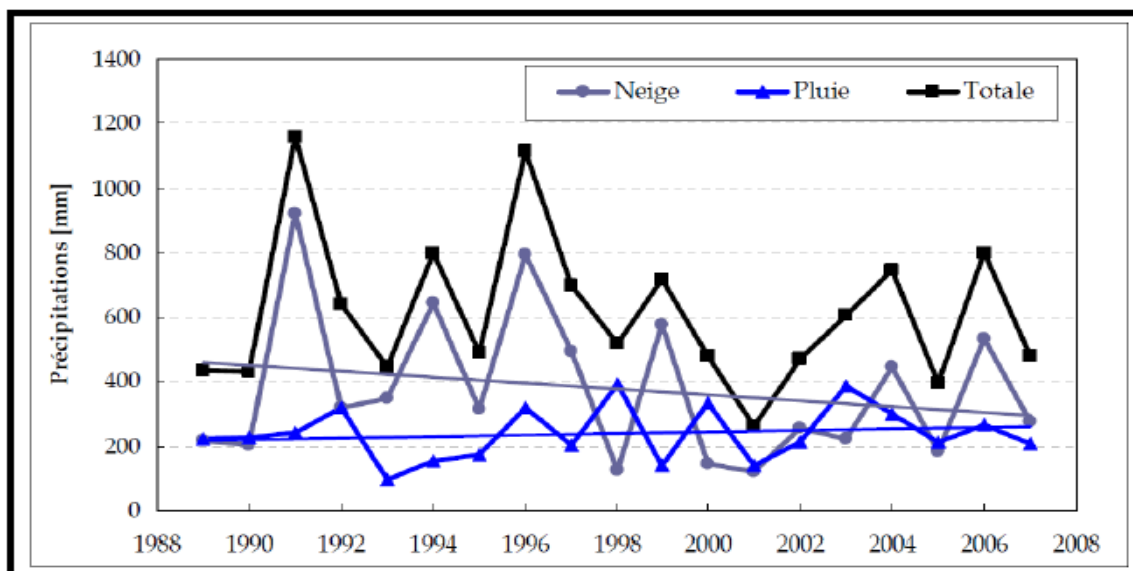


Figure 6. Variations des quantités annuelles des pluies et neiges mesurées dans la station d'Oukaimden CAF (1988-2008).

2. Etude des précipitations

La pluviométrie est un facteur qui permet de caractériser le climat d'une région par la quantité annuelle d'eau recueillie et par leur répartition dans l'année. Dans le bassin versant de l'Ourika, durant la période d'étude, les précipitations annuelles sont très variables d'une année à l'autre avec un coefficient de variation qui est compris entre 31% et 42% (tableau4). De même ses précipitations ne sont pas réparties de la même façon sur tout le bassin versant. La plus grande quantité des précipitations de la zone est enregistrée au niveau de la station d'Aghbalou, soit 532 mm d'eau par an. Alors que la faible quantité de précipitations provient de la station d'Agouns qui enregistre en moyenne 341 mm/an. L'effet de l'altitude sur la pluviométrie n'est pas prononcé (figure 9). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les précipitations prennent une forme neigeuse quand on évolue en altitude et qui ne sont pas comptabilisées comme précipitations liquides.

Tableau 4. Les pluviométries moyennes annuelles des différentes stations utilisées de 1970/71 – 2012/13, source : ORMVAH)

Stations	Pluie moyenne annuelle (mm)	Ecart type (mm)	Coefficient de variation (%)
Aghbalou	532	165	31
Oukaimeden	475	151	32
Agaouiar	531	222	42
Agouns	341	129	38
Amenzal	366	110	30
Tizitount	480	141	29
Tourcht	405	120	30
Dar caid ourika	374	125	33

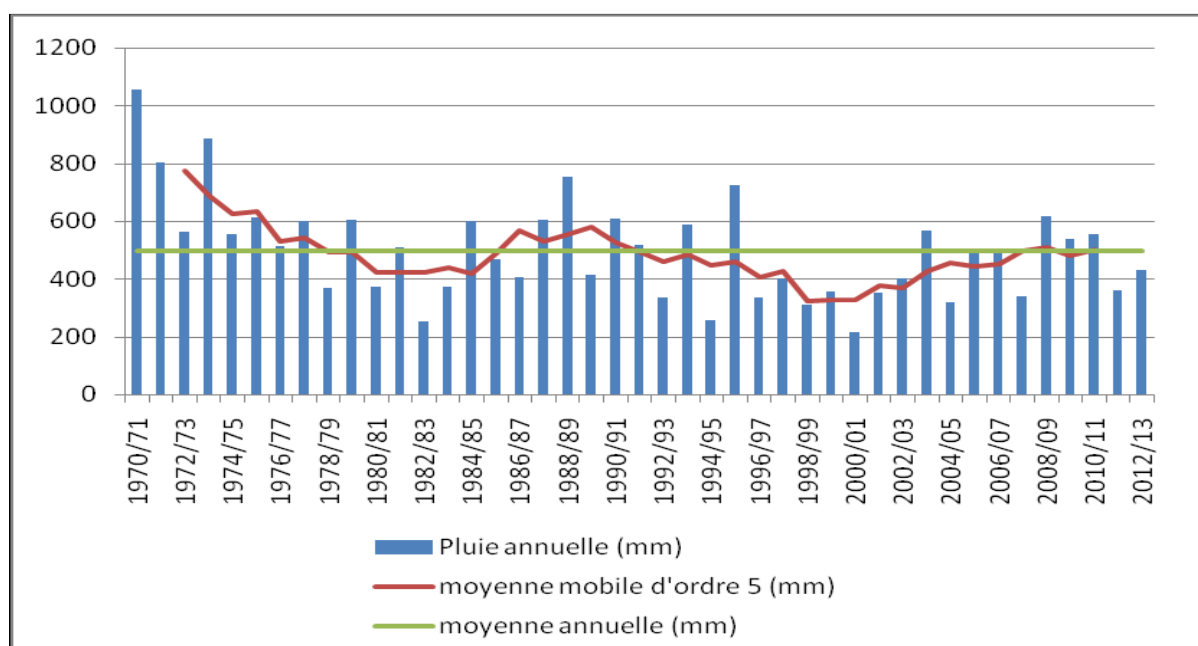


Figure 7. Les pluviométries moyennes annuelles de ces différentes stations utilisées (1970/71 – 2012/13).

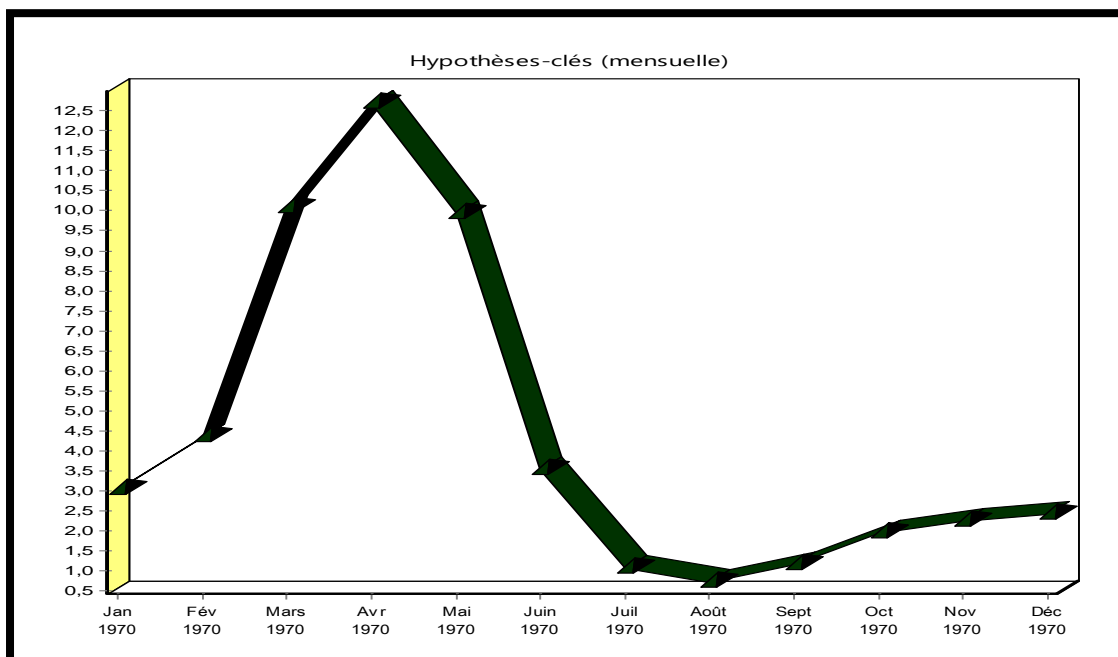


Figure 8. Débits Moyens à Ourika, Station Aghbalou, Année de référence (1970)..

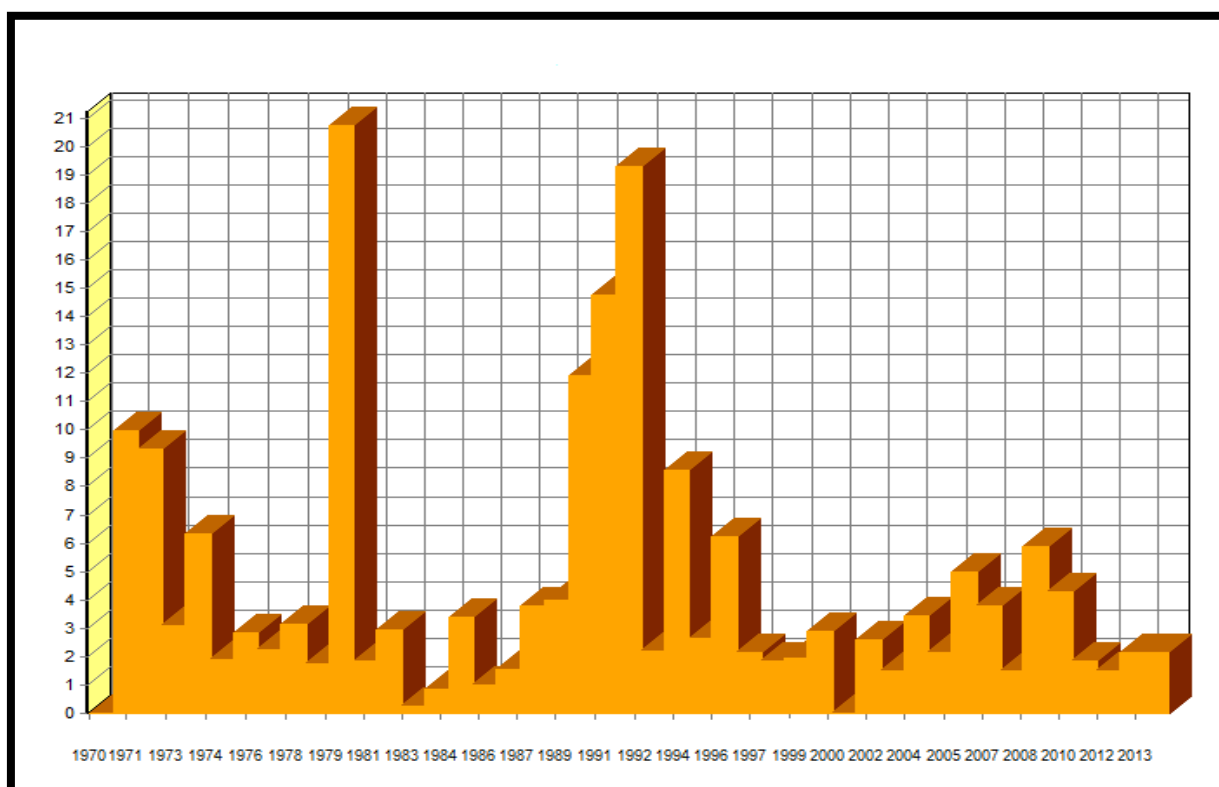


Figure 9. Débits Moyens Annuels à Ourika, Station Aghbalou (1969-2004)

Les figures 9 et 10 présentent des pics à des années différentes. Pour tout le bassin versant, les pics de précipitation sont enregistrés dans les années 1970 et 1974 et aussi les 1989, 95. Ces

précipitations de l'année 1995 ont entraîné comme susmentionné des crues de grandes importances avec plusieurs morts. En cette même année, Station Aghbalou qui enregistre la plus grande quantité de précipitation par an a connu une année presque sèche. Les années où cette zone a connu plus de précipitations sont 1980, 1991 et 1992.

3. Analyse climatique

Les futurs scénarios de changement climatique à haute résolution obtenus dans ce travail sont très similaires à ceux indiqués dans le quatrième rapport du GIEC et ceux obtenus par Rochdane en 2013.

Il faut noter que le calcul de futures anomalies climatiques (2011 à 2050, 2051-2070) par rapport au courant climatique (1961-2000) pour les deux paramètres (la température et les précipitations) montre des températures accrues et une diminution des précipitations pour les périodes mentionnées, tel que présenté dans les figures 23 et 24.

En ce qui concerne l'augmentation de la température moyenne, le modèle Japonais utilisé montre qu'il atteindra 3°C et 4°C pendant 2041-2060 et 2061-2080, respectivement. La diminution de la précipitation est prévue pour être de 5 à 15% au cours de 2041-2060, entre 15 et 50 % au cours de 2061-2080.

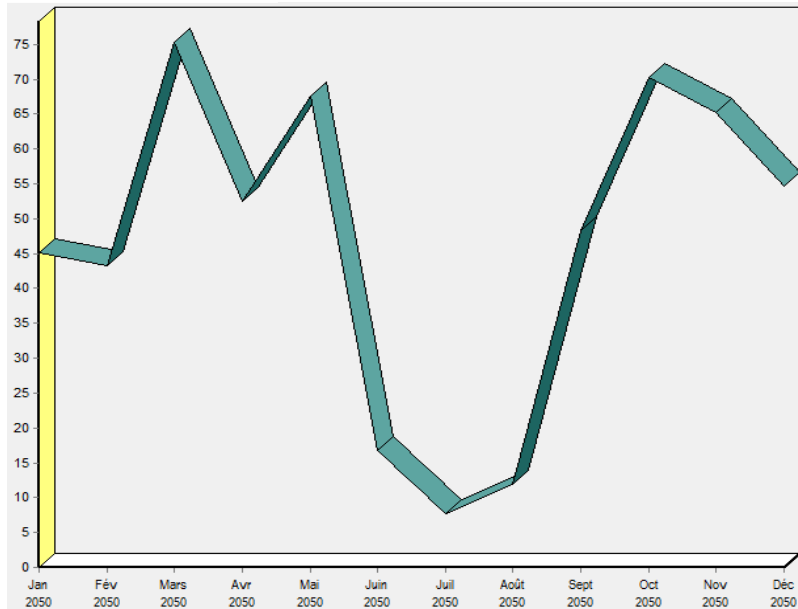
3.1. Précipitations Projetées sur les Horizons 2050 et 2070 à Ourika sous Miroc-ESM

Le modèle appliqué à ce bassin versant nous permet d'analyser plusieurs variations dans les précipitations.

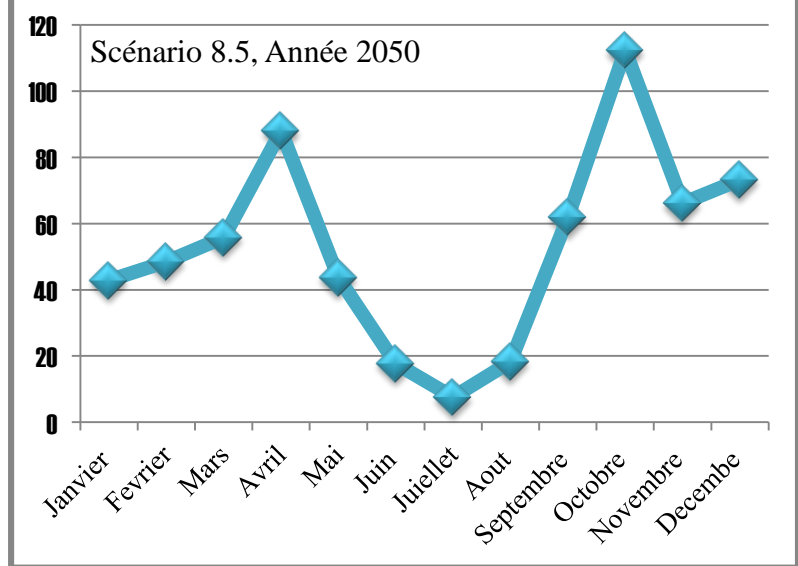
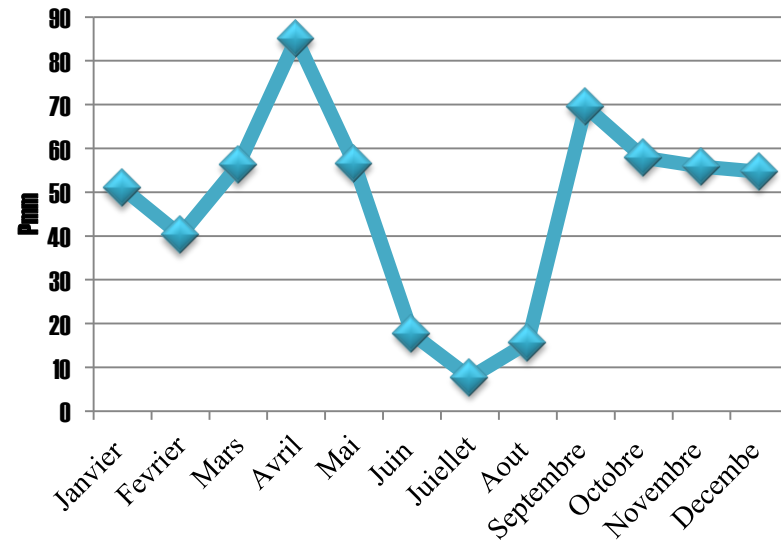
Tableau 5. Tendence des précipitations des années 2050 et 2070

Type Scénario	RCP 4.5		RCP 8.5	
	2050	2070	2050	2070
Janvier	45,11	50,96	42,83	43,11
Février	43,23	40,15	48,46	41,43
Mars	75,3	56,16	55,8	56,11
Avril	52,47	84,99	88,01	53,54
Mai	67,52	56,54	43,62	33,79
Juin	16,77	17,66	17,73	16,85
Juillet	7,65	7,65	7,58	7,6
Aout	11,95	15,61	18,21	19,86
Septembre	48,35	69,56	61,9	104,5
Octobre	70,19	57,85	112,37	56,37
Novembre	65,25	55,83	66,14	45,1
Décembre	54,67	54,67	73,2	42,68
Total	558,46	567,36	635,85	520,94

Scénario 4.5 2050



Scénario 4.5, Année 2070



Scénario 8.5, Année 2070

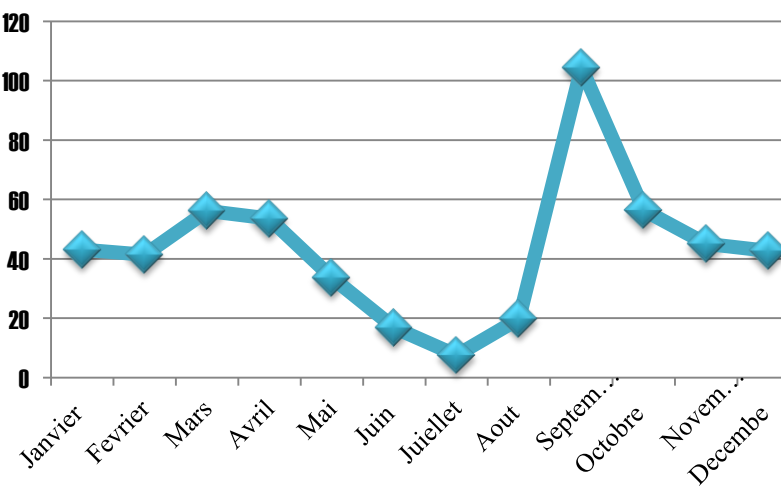


Figure 10. Changement dans les précipitations à Ourika sous les scénarios 4.5, 8.5 ; Année 2050 et 2070.

Les précipitations mensuelles sont encore plus irrégulières que les hauteurs annuelles, leur variabilité est beaucoup plus marquée : Plusieurs mois sont secs et d'autres dépassent la centaine de mm de hauteur de pluie. Les types de temps générateurs de pluie sont aléatoires, ils dépendent des circulations atmosphériques, notamment le déplacement du fameux anticyclone des Açores vers le sud et l'installation au large du Maroc de dépressions qui dirigent vers le pays des perturbations pluvieuses intéressantes.

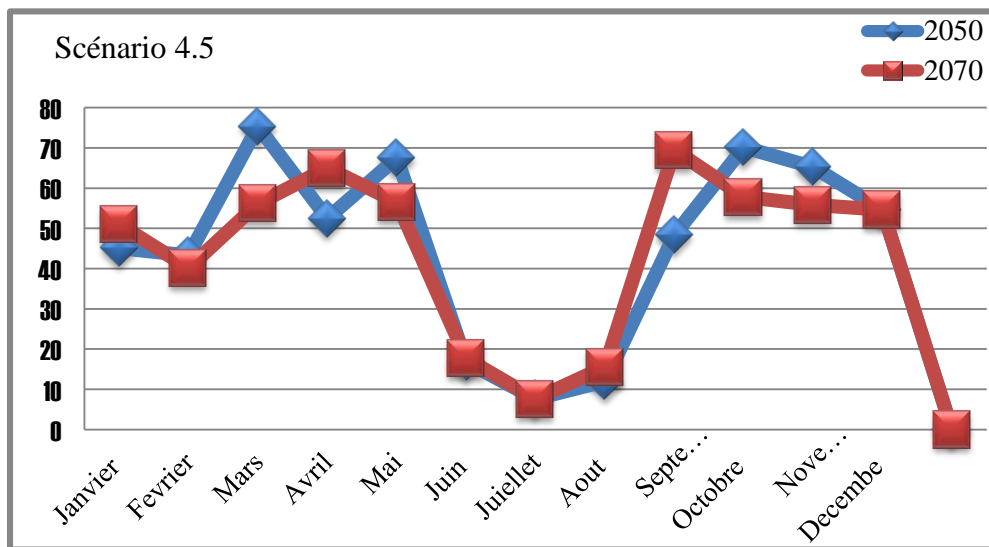


Figure 11. Tendance des précipitations des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5

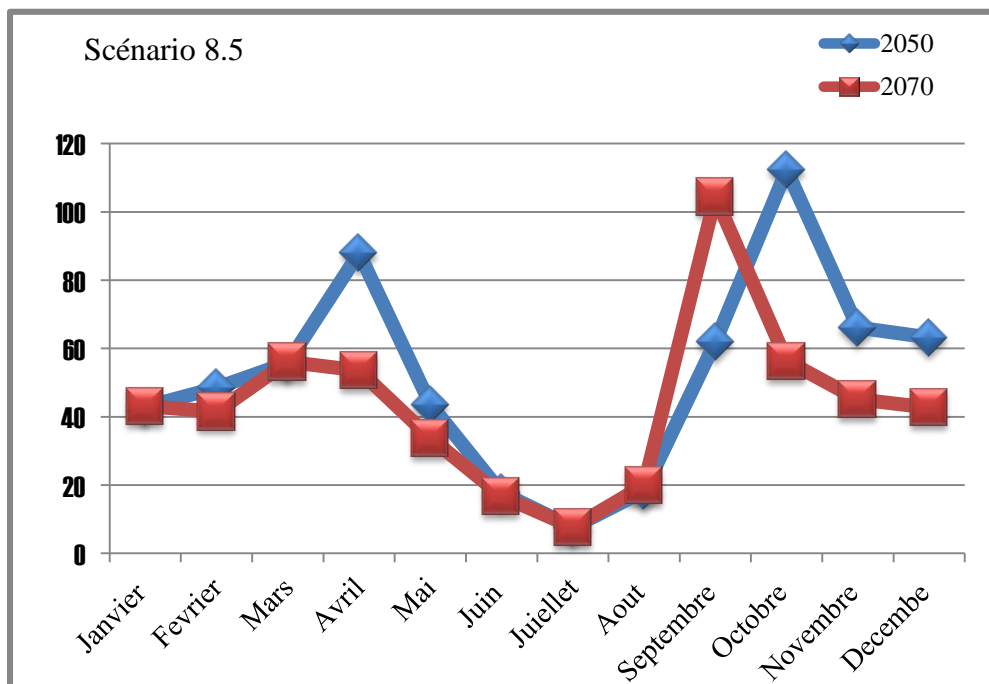


Figure 12. Tendance des précipitations des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 8.5

Eu égard les projections et comme susmentionné, on assiste à une diminution des précipitations de 2050 à 2070 selon qu'il s'agit des scénarios 4.5 ou 8.5.

A cet effet, Juillet est le mois le plus sec, avec seulement 7 mm. Une moyenne de 65 mm fait du mois d'Avril le mois ayant le plus haut taux de précipitations.

Tableau 6. Evolution des cumules des précipitations annuelles à Ourika avec les scénarios 4.5 et 8.5

	Scénario	RCP 4.5	RCP 8.5
Année	2050	558,46	635,25
	2070	556,36	520,94
Différence de Précipitation		2,1	104,31

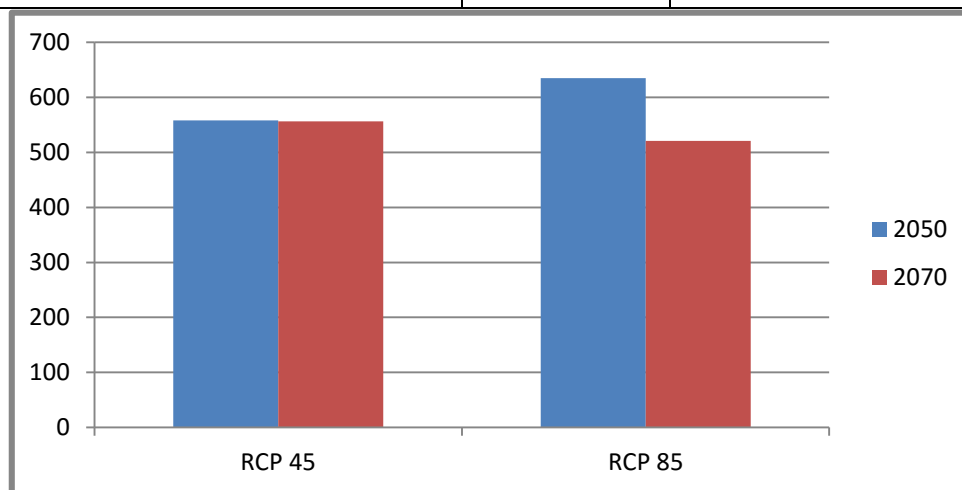


Figure 13. Tendence des cumules des précipitations annuelles à Ourika, scénarios 4.5 et 8.5

Qu'il s'agisse des scénarios 4.5 comme ceux de 8.5, nous assisterons à une baisse significative (scénario 4.5) de la quantité d'eau. 2,10 mm de diminution sous les scénarios 4.5 et 104,31 sous le RCP 8.5. Les effets causaux et aggravants de changement climatique s'accroissent de jour en jour et aucune mesure concrète n'a toujours vu le jour, exception faite des accords signés lors du dernier COP21. L'heure n'est plus aux stratégies théoriques mais des actions effectives et de responsabilisation.

Il faut noter aussi que ces variations ne sont pas seulement temporelles mais aussi spatiales (figure 16). Avril, le mois le plus pluvieux présente des variations communales. Les communes d'ASNI et de TIDILI sont les plus pluvieuses avec des précipitations de 60 à 80 mm en Avril. La commune d'Ourika quant à elle, présente des précipitations variant entre 0 à 20 mm dans le même mois.

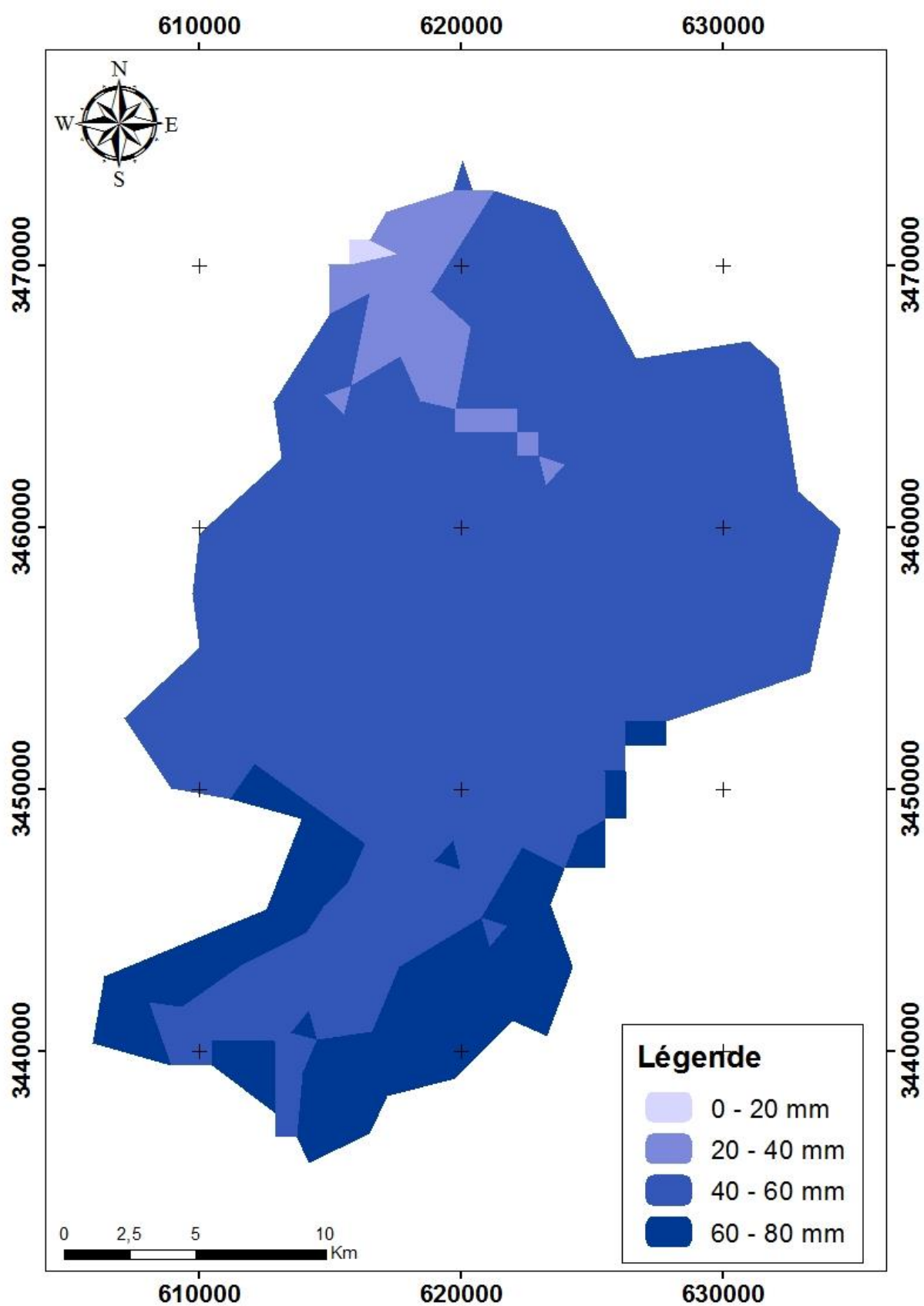


Figure 14. Variation spatiale des Précipitations du mois le plus pluvieux (Avril), 2070

3.2. Tendances des moyennes annuelles des températures minima, maxima

L'étude de l'évolution des moyennes annuelles des températures minima, maxima et moyennes a donné les résultats suivants :

3.2.1. Température maxima

Tableau 7. Tendence des moyennes annuelles des températures maxima à Ourika pour les années 2050 et 2070

Scénarios	RCP4.5		RCP 8.5	
	2050	2070	2050	2070
Années				
Janvier	11,833	12,193	12,267	13,802
Février	13,543	14,146	13,751	16,25
Mars	15,268	16,808	17,91	18,98
Avril	19,1	19,43	19,876	21,61
Mai	22,204	23,132	6,737	24,06
Juin	27,595	28,514	28,395	20,12
Juillet	32,015	33,066	32,32	34,602
Aout	31,327	32,58	32,605	33,96
Septembre	27,63	27,925	28,395	29,55
Octobre	21,31	22,14	21,605	33,8
Novembre	14,77	16,218	15,835	18,23
Décembre	11,521	12,355	7,326	14,12

Les températures maxima annuelles sont obtenues après extraction sous Arc gis pour se limiter au sous bassin d'Ourika.

Les figures ci-après montrent tout d'abord une variabilité interannuelle des températures maxima annuelles ce qui confirme le caractère irrégulier du paramètre. Au mois de Juillet, la température moyenne sera de 33°C. Juillet est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. 12,52 °C font du mois de Janvier le plus froid de l'année.

Quant au changement, Les deux scénarios ont montré une tendance à la hausse de la Température au fil du temps.

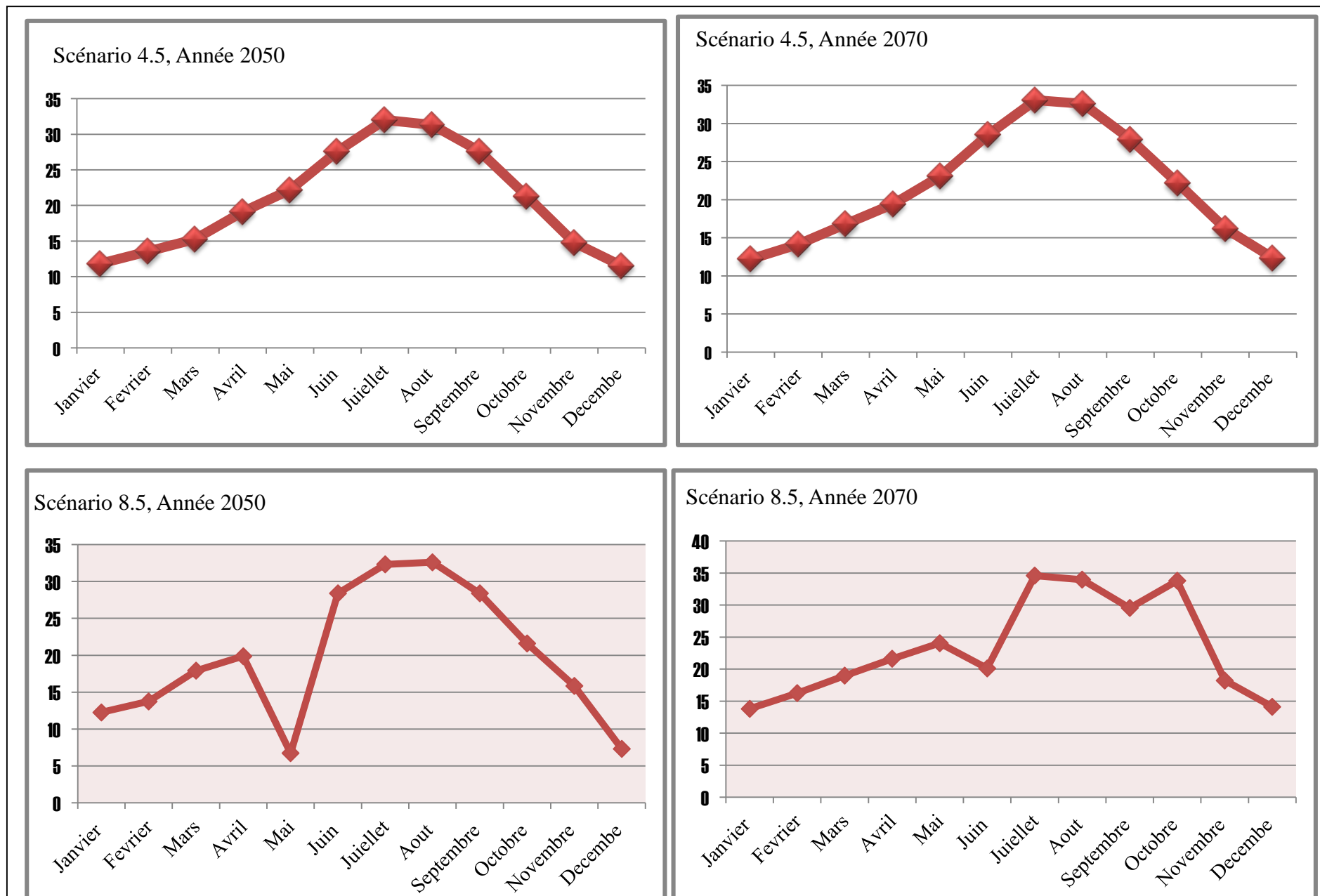


Figure 15. Changement dans les Températures à Ourika sous les scénarios 4.5, 8.5 ; Année 2050 et 2070

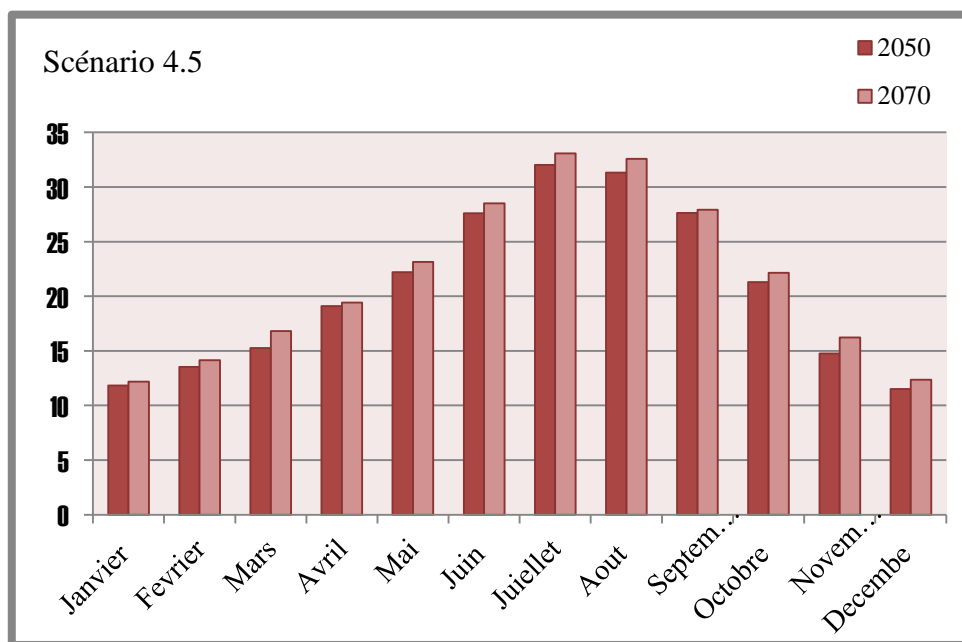


Figure 16. Tendence des Températures max des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5

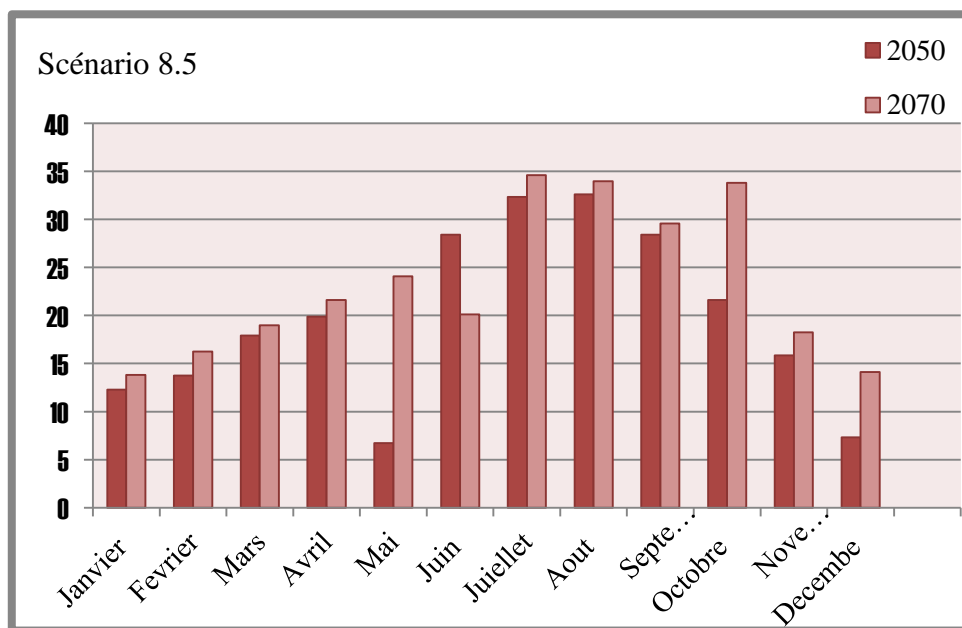
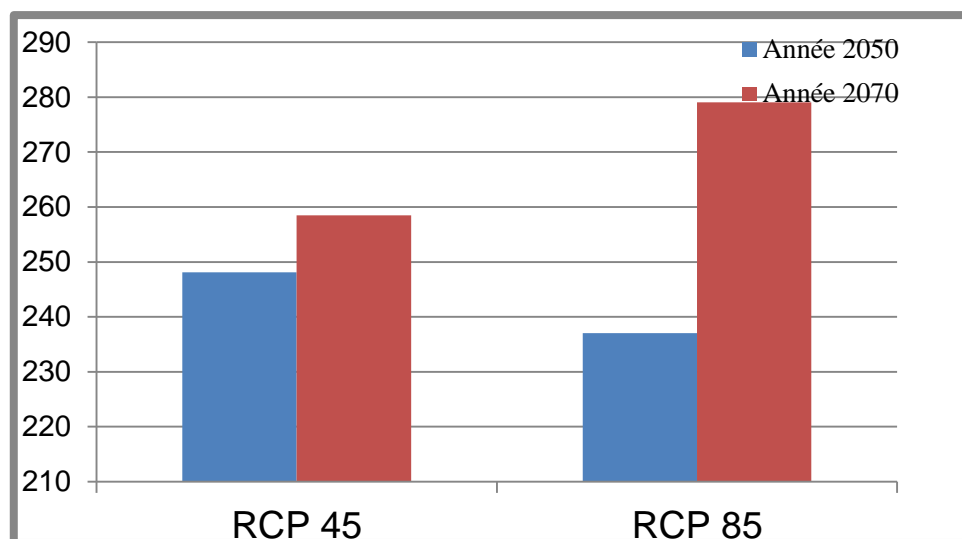


Figure 17. Tendence des Températures min des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5

Partant de ces projections et comme susmentionné, on assistera d'ici 2050 et plus encore en 2070 à une augmentation de Températures selon qu'il s'agit des scénarios 4.5 ou 8.5.

Tableau 8. Tendence des Cumuls des Températures maxima à Ourika

		RCP 4.5	RCP 8.5
Année	2050	248,118	237,022
	2070	258,507	279,084
Différence de Température		10,389	42,062

**Figure 18.** Tendence des Cumuls des Température maxima à Ourika

Selon les scénarios RCP 4.5 comme RCP 8.5, il indique une augmentation inquiétante (RCP 8.5) de Température. 10,389°C d'augmentation au niveau du RCP 4.5 et 42,062 °C d'augmentation sous le 8.5 en espace de 20 ans (de 2050 à 2070).

Nous pouvons oser souligner que c'est sans doute cette hausse de température, de diminution de Température dans la région qui a incité le gouvernement marocain à se proposer organiser la COP22 cette année 2016. Une chose intéressante, la COP22 est orientée « Afrique » ; les réalités du continent pourraient effectivement être touchées du doigt d'une façon singulière.

Cette variation fait ressentir également au niveau communal. Ourika et de Sti Fadma sont et resteront les zones les plus chaudes du mois le plus chaud (Juillet) avec des températures allant de 35°C à plus de 45°C en Eté. Le Sud-Ouest de Sti Fadma, Oukaimden et Toubkal suivent avec des températures de 30°C et les communes d'ASNI et de TIDLI avec des températures de 25 à 30°C.

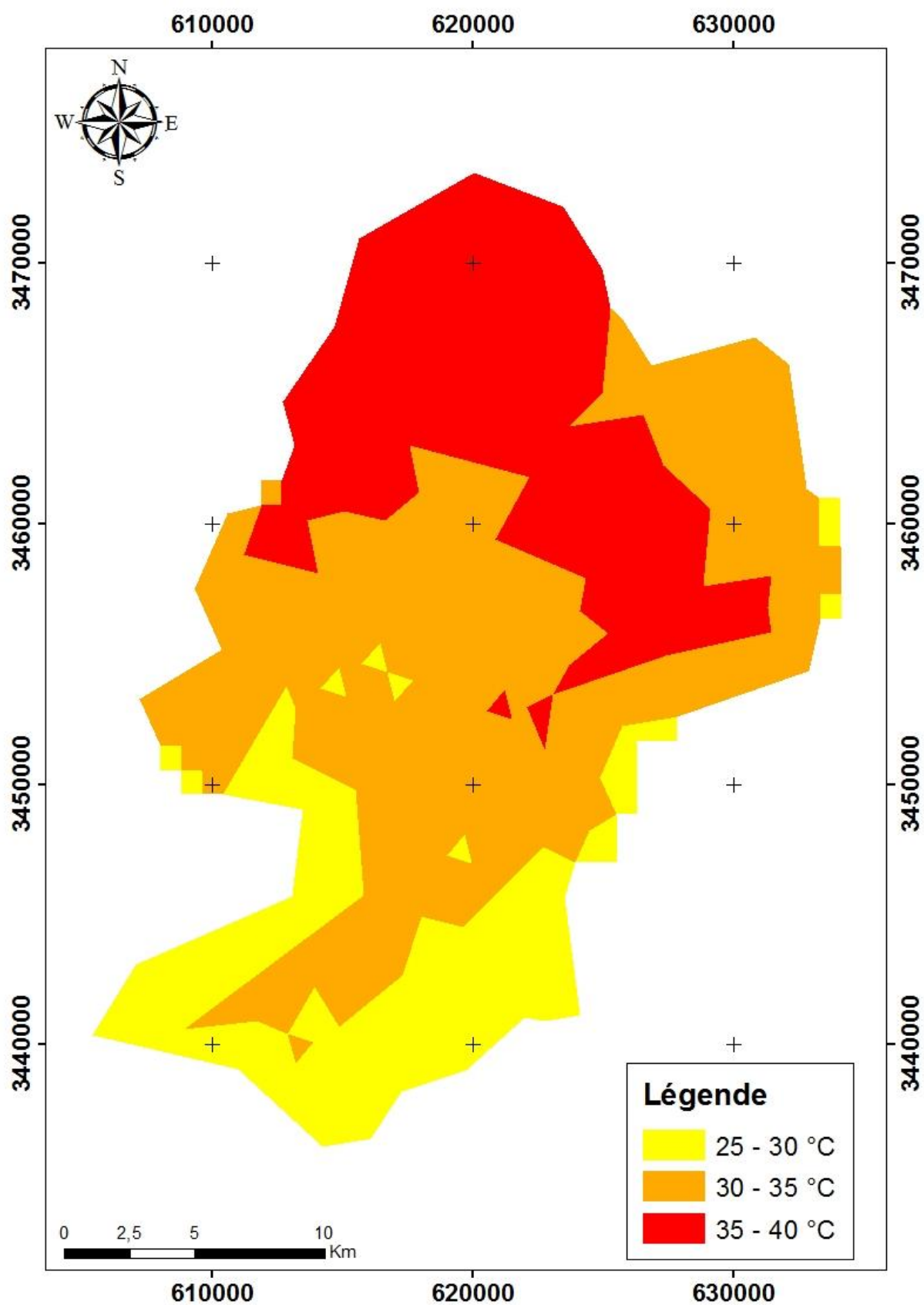


Figure 19. Variations Spatiales de Temp maxima du mois le plus chaud (Juillet), 2070

3.2.2. Tendance moyenne des Températures minima à Ourika projetée sur les années 2050 et 2070

Tableau 9. Températures minima à Ourika pour les années 2050 et 2070 sous les 2 Types de Scénarios

Scénarios	RCP 4.5		RCP 8.5	
	2050	2070	2050	2070
Janvier	-3,39	-3,37	-3,464	-2,04
Février	-2,07	-1,34	-1,541	0,11
Mars	0,34	1,26	1,86	2,92
Avril	2,94	3,69	4,09	5,35
Mai	6,05	6,98	6,704	8,05
Juin	9,26	10,28	10,002	11,75
Juillet	12,52	13,5	13,09	15,02
Aout	13,84	14,81	14,93	16,44
Septembre	11,14	11,97	12,138	13,99
Octobre	6,81	7,74	7,74	9,41
Novembre	1,39	2,49	2,157	4,03
Décembre	-1,81	-1,29	-1,906	-0,11

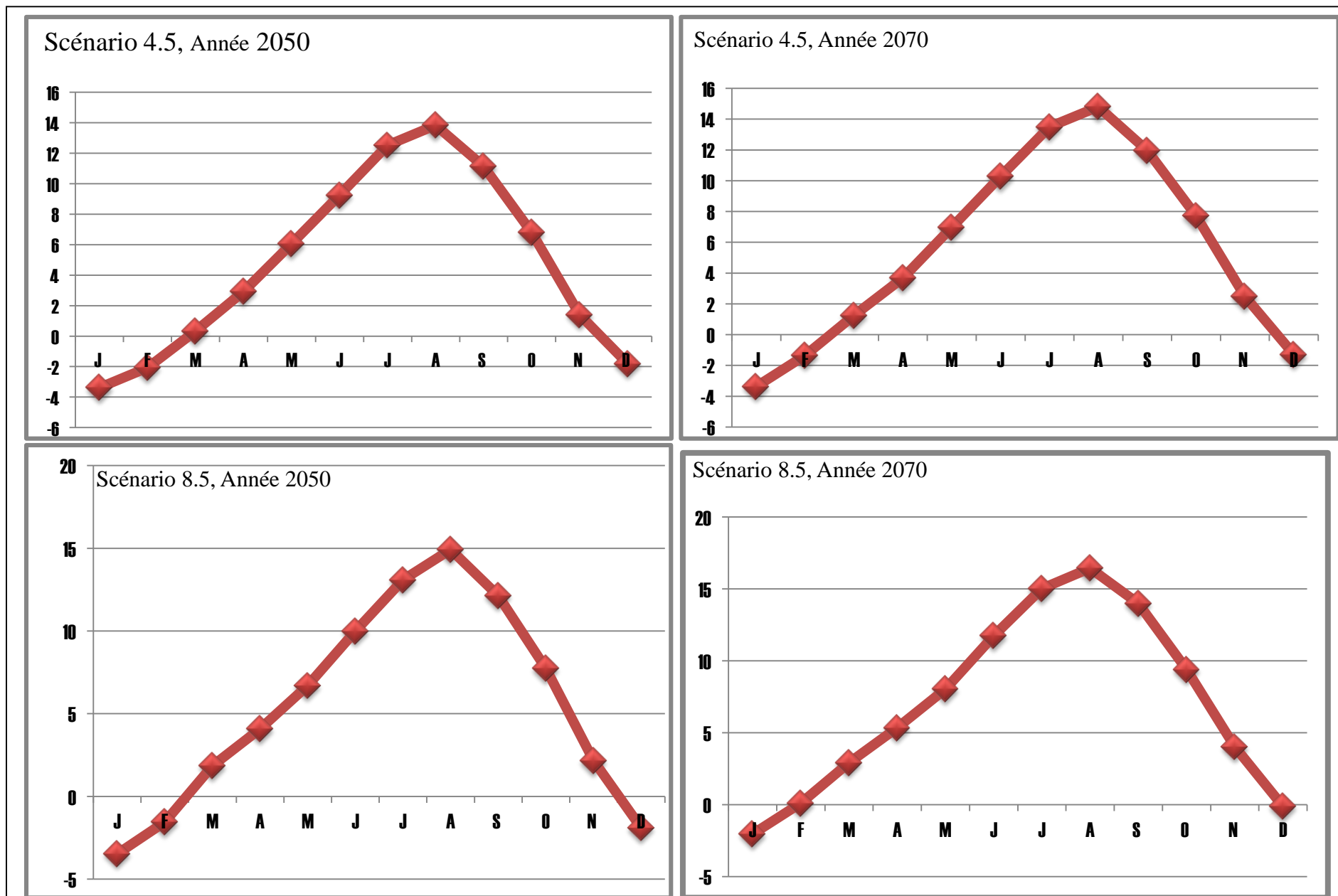


Figure 20. Changement dans les Températures minima à Ourika sous les scénarios 4.5, 8.5 ; Année 2050 et 2070

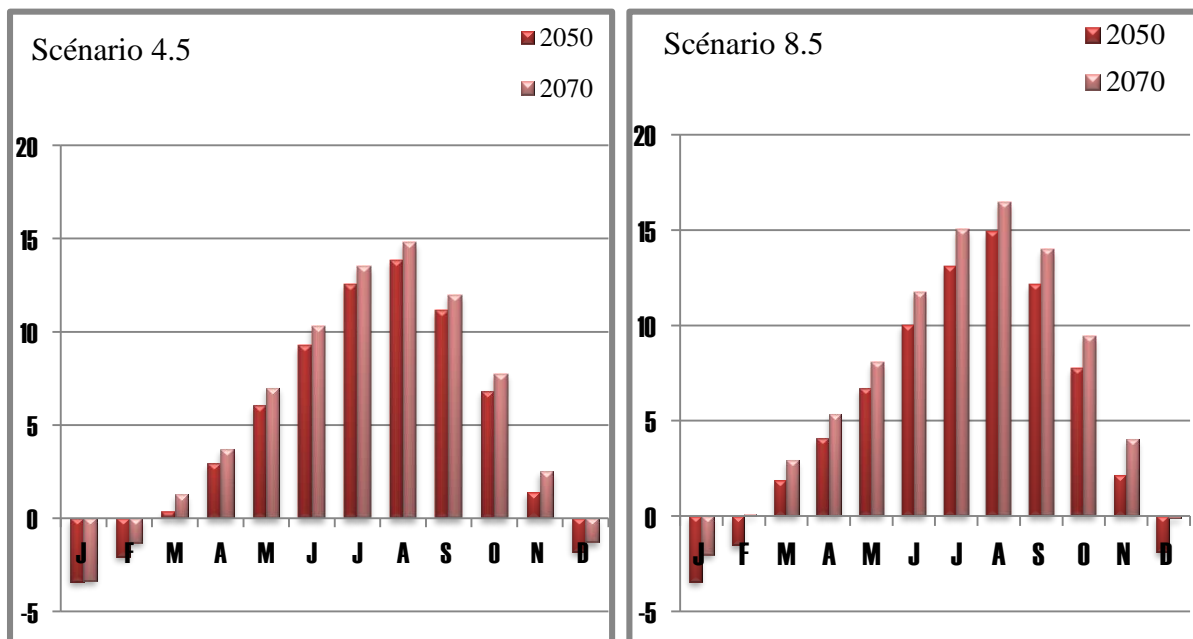


Figure 21. Tendence des Températures min des Horizon 50 et 70 sous les scénarios 4.5

Les figures précédentes montrent clairement qu'il existe un écart très important entre la valeur maximale des températures minimales du mois le plus chaud et la valeur minimale du mois le plus froid pendant la même année.

Janvier, qui est le mois le plus froid, présente des variations spéciales. Le Sud du bassin versant (TIDLI, TOUBKAL, ASNI, Sti Fadma) est la zone la plus froide avec des températures minimales inférieures à -2°C . Le Nord (Ourika, Oukaimden, Tahannout et le Nord de Sti Fadma) quant à lui montre des températures minimales variant entre 0 et 4°C .

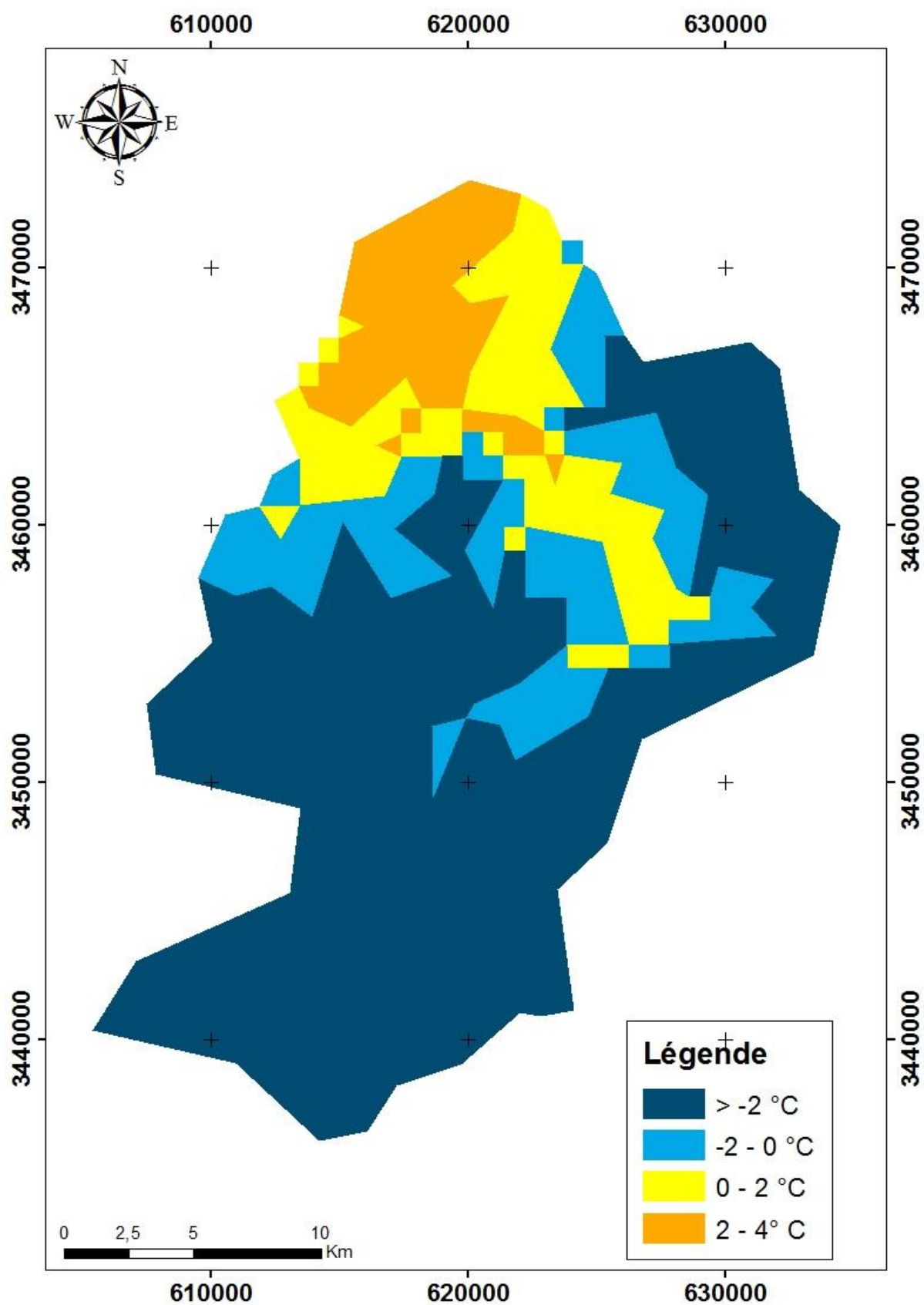


Figure 22. Variation Spéciale des Températures minima en Janvier, Année 2070

3.3. Evolution de températures et les précipitations avec downscaling

Soulignons que les tendances évolutives issues de downscaling sont très similaires à ceux obtenus du modèle Miroc-ESM.

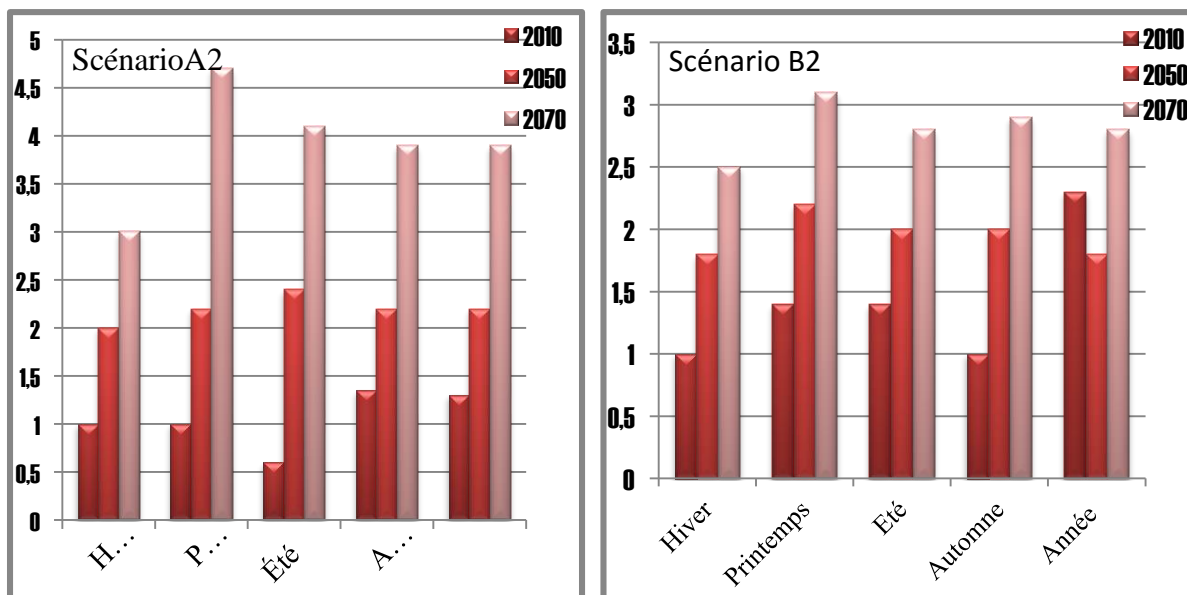


Figure23. Anomalies saisonnières et annuelles ($^{\circ}$ C) de la température moyenne pour les trois futurs horizons 2020, 2050 et 2070 et pour les deux scénarios A2 et B2 dans le bassin versant d'Ourika.

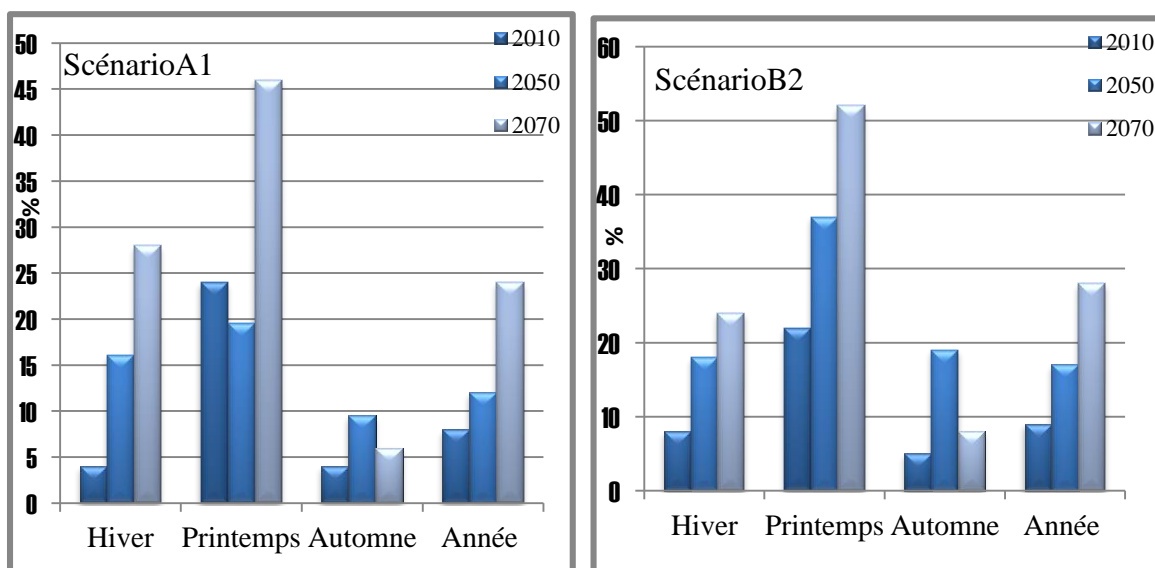


Figure24. Variation en pourcentage du niveau de cumul saisonnier (hiver, printemps et automne) et les précipitations annuelles pour les trois horizons futurs pour 2020, 2050 et 2070 à Ourika.

En comparaison des tendances des deux types de scénarios (type RPC et type A2-B2), nous dirons que ce soient les scénarios de types RCP ou A2 B2, les températures vont augmenter de plus de 1,5° d'ici 2050 et de 2° pour 2070 et de 3° d'ici 2100 ; et les températures vont diminuer jusqu'à 50% d'ici 2100.

La sécheresse connue dans la zone s'explique par la diminution continue des précipitations, et l'augmentation des températures favorisant l'évapotranspiration et réduisant l'humidité du sol (Dai, 2004).

Sur la base de la valeur des précipitations annuelles, une année de l'eau était classée comme très humide ; humide, normale, sèche ou très sèche, en utilisant la méthode Poissonnet.

Tableau 10. Classification des années de pluie ou de sécheresse

Classe de Précipitation	Indice	Année
0 – 200	1	Très Sec
200 – 400	2	Sec
400 – 600	3	Normal
600 – 800	4	Humide
800 – 1000 (+)	5	Très Humide

Selon cette théorie, la sécheresse est supposée se produire au cours des années désignées comme très sèches.

Pour les scénarios de type 4.5, dans la fourchette de temps de l'étude, 45% des années ont été très sec et sec, 35% étaient normaux et 25% étaient très humide et parfois humide, comme le montre la figure ci-après.

Par contre, pour les scénarios 85, 41% étaient très sec et sec, 39% étaient normaux et 20% étaient très humide et humide, comme le montre la figure ci-après.

En général, le scénario 45 prédit des sécheresses plus sévèrement que les scénarios 85, ce qui concorde avec la baisse des précipitations rencontrée avec ces scénarios.

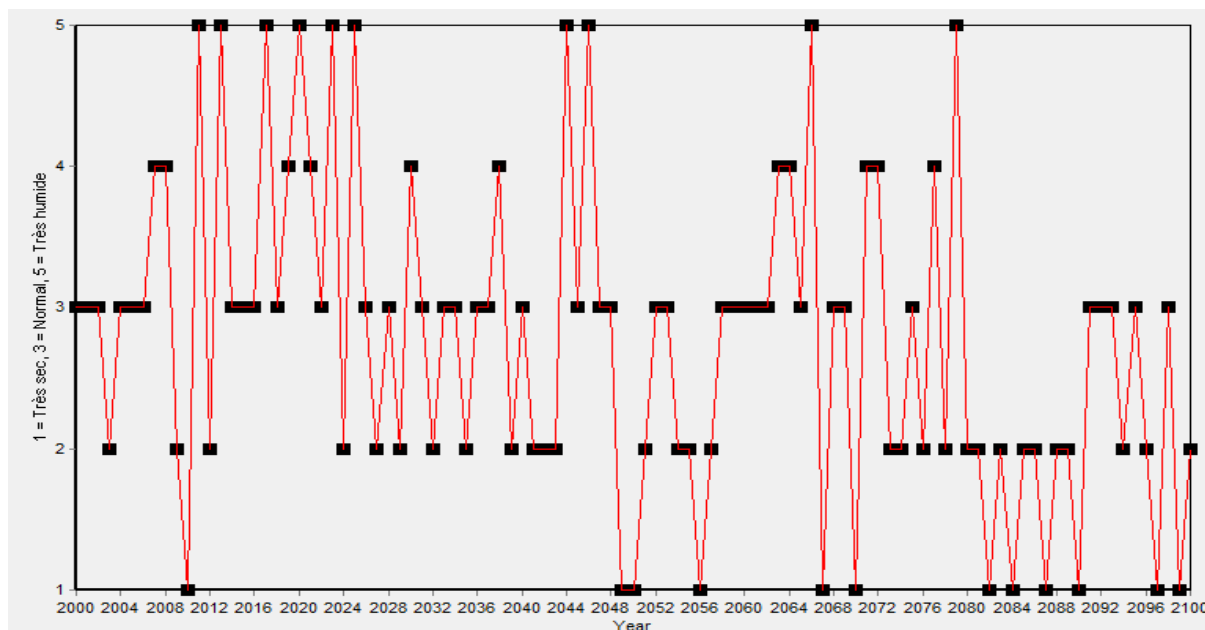


Figure 25. Séquence des années humides et sèches pour le scénario A2 : 1 = Très sec, 2 = Sec, 3 = Normal, 4 = humide, 5 = très humide

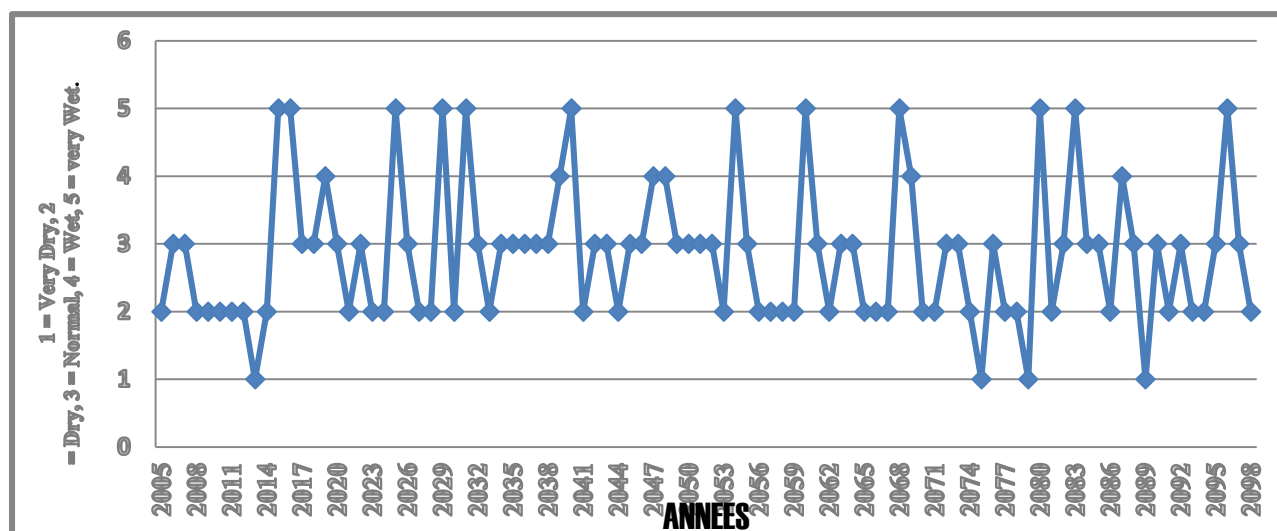


Figure 26. Séquence des années humides et sèches pour le scénario B2 : 1 = Très sec, 2 = Sec, 3 = Normal, 4 = humide, 5 = très humide.

3. Analyse de consommation de l'eau dans les secteurs prédominants à Ourika

Selon une étude faite par PDAIRE en 2007, l'activité économique, au niveau de l'Ourika, est marquée par la prédominance du secteur primaire avec 54,7% de l'emploi total. En deuxième position on trouve le secteur tertiaire avec 29,8%. Quant au secteur secondaire, il occupe un peu moins d'un emploi sur six. Selon le milieu de résidence, si en milieu urbain 66.8% des

emplois reviennent au secteur tertiaire et moins de 3% au secteur primaire, essentiellement la pêche, en milieu rural par contre le secteur primaire accapare 80,9% de l'emploi.

Le bassin versant de l'Ourika est aussi l'une des zones les plus pauvres à l'échelle nationale. Le taux de pauvreté a atteint des pics de 26% en 2007 (OREDD, 2013).

Et la population du bassin puise l'essentiel de ses besoins des espaces et des ressources naturelles, dont les principales composantes sont l'eau, le sol et la forêt. En effet, la répartition de PIB dans la région de Tensift, d'une façon générale, montre que les secteurs en relation avec les exploitations des ressources naturelles représentaient plus de la moitié du PIB régional entre 2004 et 2007 (OREDD, 2013).

L'économie à l'échelle de la zone est basée essentiellement sur l'agriculture et l'élevage. Les activités industrielles et minières, le tourisme et l'artisanat occupent également une place de choix. La demande de l'eau pour l'ensemble de ces secteurs est estimée à 39,55 Mm³/an pour un potentiel global actuel de 43,667 Mm³. (12,74 m³/hab/an).

3.1. Agriculture : l'économie locomotrice du bassin versant de l'Ourika

Le Maroc dispose aujourd'hui d'une vision stratégique du secteur agricole à l'horizon 2020 avec pour objectif de mettre en œuvre une politique agricole qui contribue pleinement à l'essor global du pays à travers :

- la modernisation du secteur et son intégration au marché mondial ;
- une prise en compte du secteur dans toutes ses composantes sociologiques, territoriales et de développement humain ;
- une meilleure valorisation et une gestion durable des ressources naturelles ;
- la définition des politiques d'appui nécessaires à une croissance pérenne.

Notons que depuis des siècles, les montagnes du Haut Atlas occidental ont été des montagnes habitées. Les surfaces forestières ont été abattus, cultivés et façonnés par l'Homme ; ils sont le fruit d'un labeur acharné et minutieux de plusieurs générations d'agriculteurs (Berque, 1950).

Au niveau du bassin versant de l'Ourika, les terroirs irrigués ou semi-irrigués (irrigation printanière) ont fait, et font toujours, l'objet d'un investissement énorme de la part des communautés paysannes pour façonner les terroirs terrassés irrigués et les équipements hydrauliques gravitaires (Bouarais, 2015)

Le parcours de montagne de la zone est frappé par la diversité des artefacts humains. Leur présence est partout décelable : ce sont des villages accrochés au rebord des vallées, réfugiés au fond des dépressions ou perchés au sommet des croupes (Ziyadi, 2011).

L'histoire régionale du bassin versant de l'Ourika requiert une importance particulière pour décrire l'évolution du secteur agricole dans la zone, considérée comme zone d'élevage. L'agriculture, encore vivrière, occupe toujours une place primordiale. Elle reste traditionnelle et soumise aux effets conjugués des conditions climatiques défavorables et irrégulières. La topographie, le morcellement des terres, la faiblesse des moyens financiers, sont autant des facteurs qui renforcent sa précarité.

Les sols cultivables se localisent dans les basses altitudes, ou autour des douars sur certaines pentes. Leur superficie est très réduite. Les principales contraintes qui s'opposent au développement de l'espace agricole sont la rareté des sols et leur mauvaise qualité comme le soulignent toutes les études effectuées dans la région d'Ourika.

La superficie agricole utile est à 59,05% en irrigué, soit 2875 ha. Le reste est en bour et ne représente qu'environ 40,95% de la S.A.U totale. Les surfaces irriguées sont situées au large des oueds essentiellement. Ces terres présentent un intérêt particulier dans la satisfaction du besoin local en produits maraîchers et en fourrages vert

Tableau 11. Mobilisation et prélèvement d'eau dans le bassin versant d'Ourika (source, ORMVAH)

2000-2001 2001-2002 2002-2003 2003-2004 2004-2005 2005-2006 2006-2007 2007-2008 2008-2009 2009-2010 2010-2011

Oued Ourika	37 308 989	71 377 114	136 885 854	271 166 230	540 513 826	1 079 801 636	2 158 601 550	4 316 829 852	8 633 407 934	17 266 539 993	34 512 432 978
Asguine agbalou	1 456 897	2 828 085	5 583 853	11 092 711	22 110 427	44 140 502	88 192 617	176 328 210	352 613 566	705 184 278	1 409 531 146
Tamzendrt aghbalou	1 824 659	3 542 182	6 969 193	13 846 456	27 596 490	55 099 668	110 100 235	220 135 670	440 217 772	880 381 976	1 759 714 301
Asguine asguine	502 288	977 078	1 927 372	3 828 133	7 616 090	15 193 300	30 346 424	60 687 664	121 375 328	242 750 656	485 204 333
Timalizin n° I	612 404	1 198 024	2 363 907	4 693 945	9 345 036	18 640 824	37 230 758	74 438 188	148 876 376	297 752 752	595 152 214
Timalizin n° II	877 802	1 704 714	3 361 217	6 671 631	13 287 016	26 524 784	53 004 035	105 987 334	211 950 562	423 874 340	847 243 435
Sarrou ben Youssef	241 921	467 772	935 544	1 861 411	3 698 716	7 376 696	14 729 286	29 453 388	58 906 776	117 813 552	235 485 062
Station Taghrit	45 377 279	88 127 048	168 553 696	334 845 440	667 714 221	1 333 761 786	2 666 886 113	5 333 564 866	10 666 990 455	21 330 338 286	42 636 159 190
Taghrit	2 335 045	4 528 135	8 772 360	17 348 765	34 544 861	68 970 490	137 882 055	275 743 374	551 470 678	1 102 909 215	2 204 504 978
Talghoumt	4 438 889	8 596 546	16 585 095	32 821 825	65 367 775	130 520 414	260 936 370	521 839 044	1 043 653 982	2 087 249 039	4 172 008 979
Tamesglit	6 264 000	12 136 954	23 518 599	46 504 974	92 600 153	184 886 674	369 612 644	739 173 448	1 478 312 077	2 956 546 480	5 909 556 003
Mesref Rha	242 004	467 938	860 881	1 716 924	3 425 813	6 841 258	13 682 516	27 365 032	54 730 064	109 460 128	218 792 558
Taourikt	2 083 107	4 040 329	7 397 666	14 763 882	29 476 874	58 883 764	117 767 528	235 535 056	471 070 112	942 102 726	1 883 121 044
Tassoultant Etat	15 074 838	29 161 346	55 778 212	110 453 269	220 017 309	439 334 778	878 391 002	1 756 727 572	3 513 425 682	7 026 706 731	14 045 070 739
Tihilit	358 387	711 417	1 299 628	2 599 256	5 179 763	10 351 750	20 703 500	41 407 000	82 814 000	165 619 965	331 044 666
Tamentart	1 053 042	2 031 089	3 751 484	7 502 968	14 968 438	29 903 180	59 806 360	119 612 720	239 225 440	478 402 669	956 257 390
Seguia Aval	8 207 134	15 916 086	31 695 574	63 391 148	126 661 768	253 170 608	506 341 216	1 012 682 432	2 025 364 864	4 047 534 397	8 090 965 227
Tassoultant terre	4 226 948	8 413 720	14 872 208	29 744 416	59 454 013	118 874 330	237 748 660	475 497 320	950 994 640	1 901 951 782	3 801 778 037
Tassoultant kbila	1 196 294	2 392 588	4 785 176	9 570 352	18 838 045	37 380 602	74 761 204	149 522 408	299 044 816	598 089 632	1 195 581 117
Tagafait	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taouelt	1 285 114	2 570 228	5 140 456	10 280 912	20 087 747	40 007 014	80 014 028	160 028 056	320 056 112	640 112 224	1 279 581 891
Mesdfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tourimt	67 392	134 784	269 568	539 136	1 078 272	2 122 848	4 245 696	8 491 392	16 982 784	33 965 568	67 897 440
Tamaazouzt	279 936	559 872	1 119 744	2 239 488	4 478 976	8 817 984	17 635 968	35 271 936	70 543 872	141 087 744	282 035 520
Cherrifia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apport Oued	135 314 369	397 197 418	764 310 336	1 499 910 559	2 985 544 901	5 958 666 519	11 909 224 655	23 814 941 727	47 628 349 854	95 248 402 025	190 415 492 381
Volume prélevé	52 628 101	102 378 887	196 987 737	391 471 602	779 833 582	1 557 041 468	3 113 132 102	6 225 927 244	12 451 629 503	24 899 495 854	49 770 526 080
Volume non prélevé	82 686 268	294 818 531	567 322 599	1 108 438 957	2 205 711 319	4 401 625 051	8 796 092 553	17 589 014 483	35 176 720 351	70 348 906 171	140 644 966 301

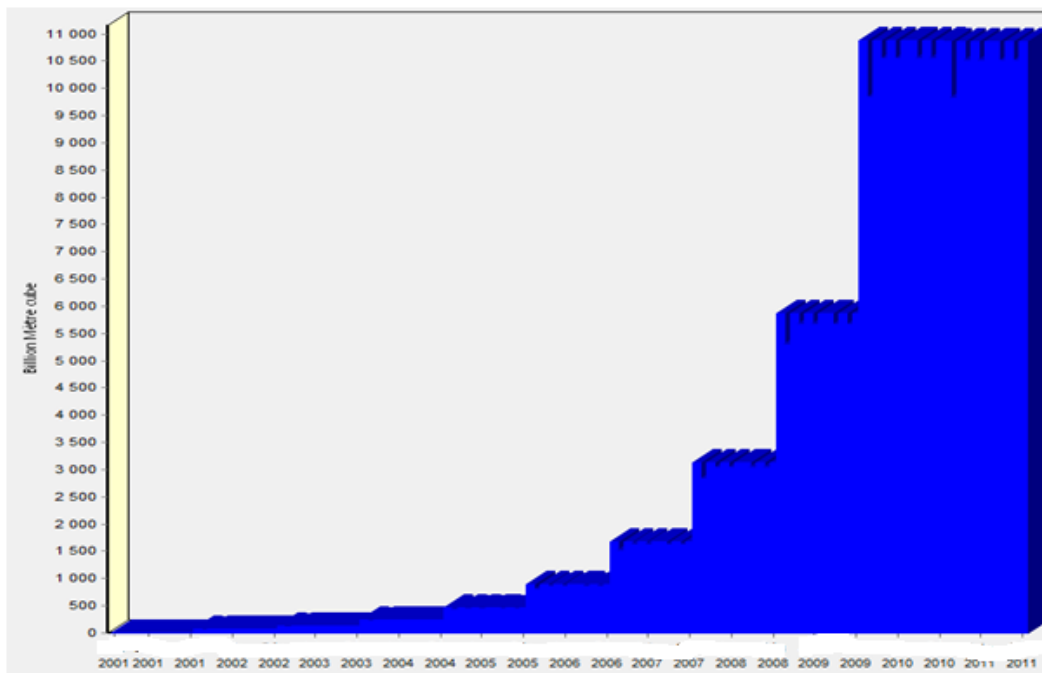


Figure 27. Demande non satisfaite (source, ORMVAH)

Notons que dans les années 2000, le bassin d'Ourika n'avait pratiquement pas besoin d'apport d'eau d'aucun seguia pour satisfaire la région. Depuis 2005, on assiste à une augmentation importante de la quantité d'eau mobilisée et celle prélevée.

A cette allure et avec la croissance rapide de la population, l'augmentation de taux de touristes, la demande d'eau sera multiplié par deux (2) d'ici 2060.

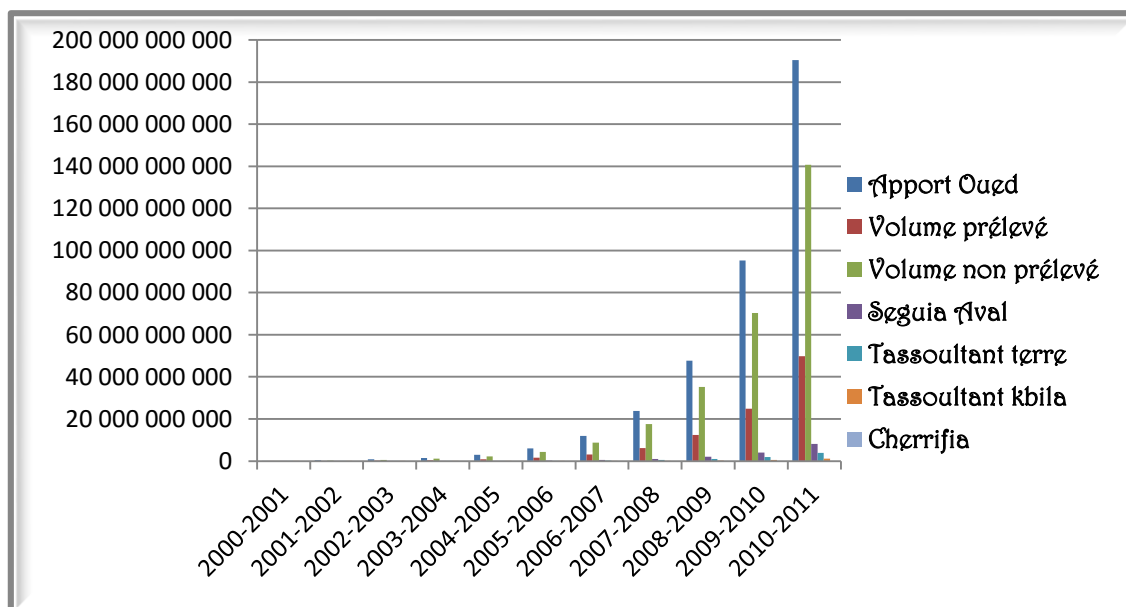


Figure 28. Apport d'eau par les seguias à Ourika (source, ORMVAH)

L'eau mobilisée est utilisée dans les différents secteurs du bassin versant. Le secteur agricole est le consommateur par excellence de l'eau à Ouriak (figure 34). Le mode d'irrigation dans la région est traditionnel ce qui entraîne une grande consommation et de perte importante de l'eau.

Tableau 12. Catégories des systèmes de séguia (Source : l'ORMVAH)

Type	Ressource en eau	Type de canal	Parcelles
Système d'irrigation traditionnel (SIT)	Rivière naturelle	Canal de terre	N'est pas consacrés
Système Traditionnel Amélioré (STA)	Barrage	Canal essentiel –béton ou bien de la terre Canal secondaire- de la terre	N'est pas consacrés
Système Moderne Amélioré (SMA)	Barrage	Canal essentiel –béton Canal secondaire- béton	N'est pas consacrés
Système Moderne Intégral (SMI)	Barrage	Canal essentiel –béton Canal secondaire- béton	Consacré

Tableau 13. Prélèvements au fil de l'eau dans le bassin du Tensift (JICA, 2007)

Sou-bassin	Nombre des Canaux			longueur du Canal (km)		
	Partiellement béton	Canal de terre	Totale	revêtement	Canales de terre	Total
Assif El Mal	3	13	16	1,5	140.5	142.0
Chichaoua	2	11	13	6,3	35.7	42.0
N'Fis	6	25	31	20,5	223.9	244.4
Ourika	19	11	30	6,3	163.2	169.5

R'Dat	1	26	27	0,3	124.0	124.3
Rheraya	3	12	15	0,5	119.5	120.0
Zat	17	19	36	30,2	193.3	223.5
Totale	52	116	168	65.5	1,000.2	1,065.7
	31.0%	69.0%		6.2%	93.8%	

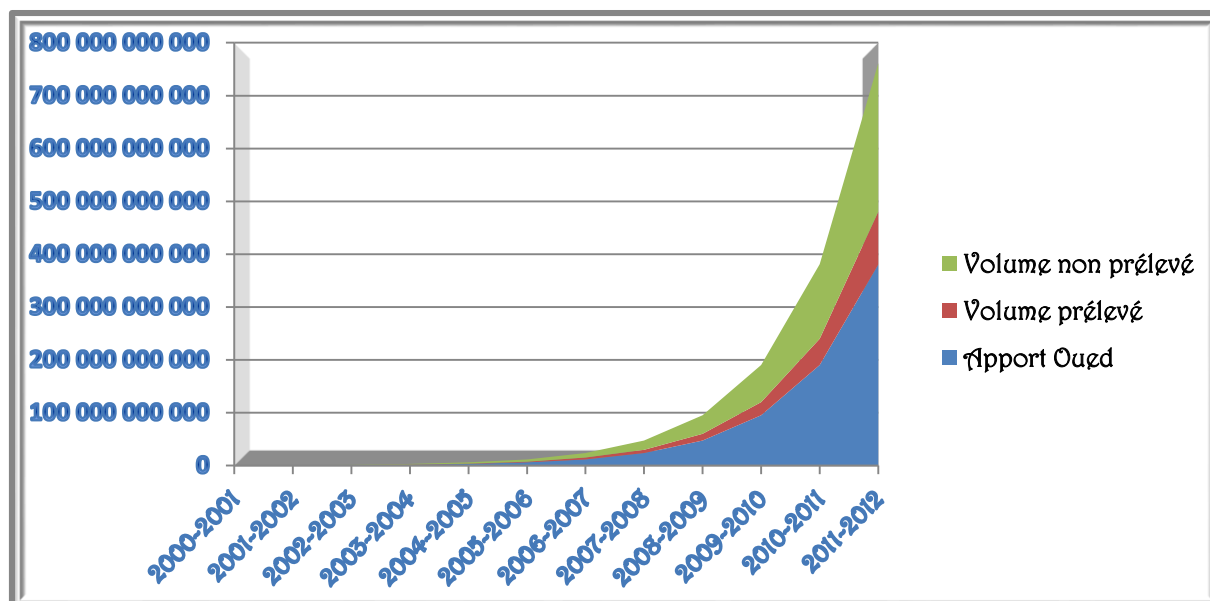


Figure 29. Mobilisation, prélèvement et le reste d'eau à Ourika

S'agissant du secteur agricole, le bassin versant, ne dispose pas de grande surface agricole. Les sols cultivables se localisent dans les basses altitudes, ou autour des douars sur certaines pentes. Leur superficie est très réduite. Les principales contraintes qui s'opposent au développement de l'espace agricole sont la rareté des sols et leur mauvaise qualité comme le soulignent toutes les études effectuées dans la région d'Ourika.

La superficie agricole utile est à 59,05% en irrigué, soit 2875 ha. Le reste est en « bour » et ne représente qu'environ 40,95% de la S.A.U totale (Tableau 11). Les surfaces irriguées sont situées au large des oueds essentiellement. Ces terres présentent un intérêt particulier dans la satisfaction du besoin local en produits maraîchers et en fourrages verts.

Tableau 14. Superficies des terres au niveau des trois communes rurales (ha)

Communes	Superficie des terres en (ha)			
	SAU	Irriguée	Bour	Parcours
Oukaimden	634	350	284	10636
Ourika	4000	2400	1600	1000

Sti fadma	2630	1630	1000	7135
-----------	------	------	------	------

(Sources : CCA d'Amez Miz, ORMVAH, 2014)

Actuellement, on assiste à une augmentation des superficies irriguées par rapport aux terres « bour » au niveau du bassin versant de l'Ourika (Figure), plus spécifiquement au niveau des communes rurales de l'Ourika et d'Oukaimeden dont le compartimentage spatial des modes d'utilisation du sol est parfaitement adapté aux conditions et restrictions naturelles imposées par la topographie, le climat, le substrat géologique, la disponibilité en eau ou la couverture végétale.

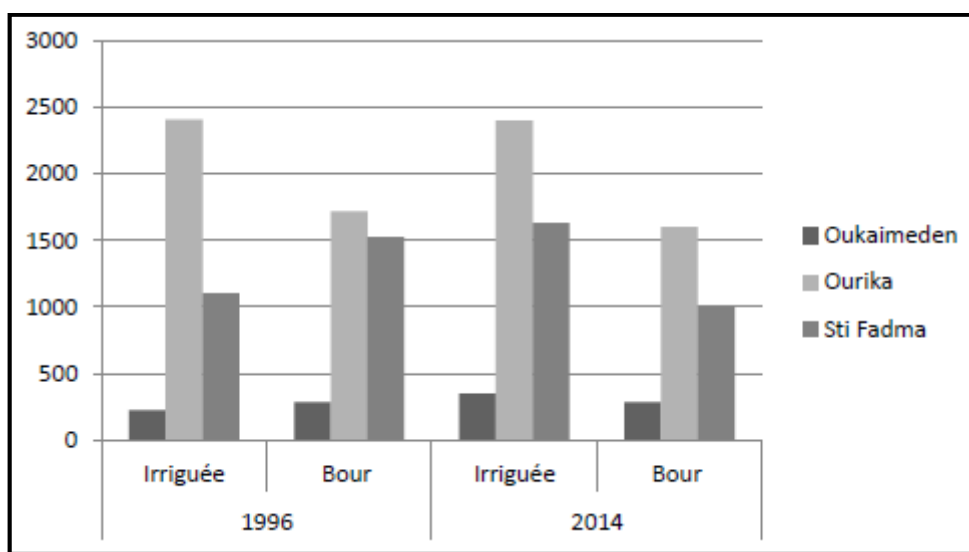


Figure 30. Evolution des superficies irriguées et bours au niveau des trois communes rurales (RGA, 1996 CCA, 2014)

Nous constatons que depuis 1996 jusqu'en 2014 les superficies totales d'irrigation et de Bour n'ont pas connu des changements significatifs et ne risque pas d'en connaître dans la future. Ceci du fait que la région a une vocation plus forestière qu'agricole.

Le sol est occupé de la façon suivante dans le bassin versant de l'Ourika (Rihane, 2015) :

- les forêts représentent 31,41% de la superficie du bassin versant : on y retrouve les forêts denses (3,77%) composées essentiellement du chêne vert, du genévrier rouge, du lentisque, du thuya, de l'oléastre... ; les forêts moyennement denses (10,54%) de la même composition floristique ; les forêts claires (3,97%) et les forêts très claires (16,40%) ;
- le sol nu, le matorral et les vides assylvatiques occupent environ 64,68% de la superficie du bassin versant ;

- les cultures en terrasses et arboriculture représentent 3,91 % de la superficie du bassin versant.

Il faut noter aussi que, le Maroc a entrepris et formulé ces dernières années plusieurs orientations pour une meilleure utilisation de l'eau d'irrigation. Ces transformations nous permettent de se prononcer sur la baisse de la demande d'eau dans le secteur agricole. Le gain réalisé en optant pour une irrigation localisée par goutte à goutte à celui gravitaire peut aller de 30 à 70%.

Il n'est revenu pas moins que la demande globale en eau connaîtra une augmentation croissante (Figure33).

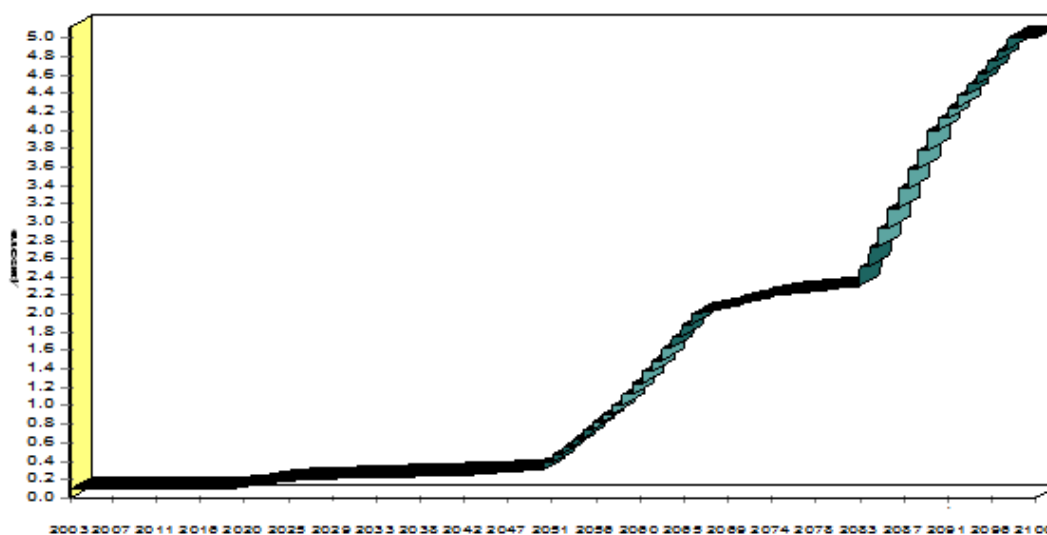


Figure 31. Changement dans la demande de l'eau de 2003 à 2100.

3.2. Analyse des Secteurs Touristique, Domestique et Industriel à Ourika :

L'eau constitue l'un des principaux biens qu'exploite le tourisme mondial et dont dépend, puisqu'elle apporte une valeur ajoutée essentielle du point de vue paysager. Aussi, La quantité et la qualité de l'eau posent très souvent des contraintes au niveau de l'offre touristique (ABOORMANE, 2005). La consommation d'eau potable et industrielle est estimée à 3, 43 Mm³/an et va beaucoup augmenter dans les années à venir eu égard à la modernisation de la technologie et l'augmentation de la population.

3.2.1. L'eau et le tourisme : quelle relation ?

L'eau constitue l'un des principaux biens qu'exploite le tourisme mondial et dont dépend, puisqu'elle apporte une valeur ajoutée essentielle du point de vue paysager. En outre, La

quantité et la qualité de l'eau posent très souvent des contraintes au niveau de l'offre touristique.

En général, le tourisme amène d'autres problèmes à Ourika. En effet, il a une pression qui est exercée sur les ressources d'eau. Car n'oublions pas que notre pays est souvent frappé de sécheresses.

Le plus grave, c'est lorsque l'on sait qu'en Méditerranée, un touriste vivant à l'Hôtel consomme trois fois plus d'eau par jour qu'un habitant local. Il engloutit entre 300 et 850 litre d'eau par jour pendant l'été, sans compter ce qu'on peut appeler les facilités touristiques : piscines, pelouses verdoyantes et, dans le pire des cas, terrains de golf. Un green entre 50 et 150 hectares a besoin de 1 million de m³ d'eau par an, Soit l'équivalent de la consommation d'une ville de 12 000 d'habitant (EL Moutia, 2005).

Il est donc facile de comprendre que la situation est inquiétante à Ourika à cause du développement que connaît le secteur alors que la ville souffre déjà d'un manque d'eau.

Toutefois, la forte croissance de l'activité touristique au niveau du bassin versant de l'Ourika a eu des retombées économiques positives sur la zone. Le bassin offre à ses visiteurs une infrastructure touristique non négligeable (hôtels, auberges, kasbahs, campings, gîtes et maisons d'hôte).

Ce secteur devient non seulement une source de devises et d'emplois, mais également un catalyseur d'innovation socio-économique, de communication et d'aménagement. Selon les estimations, la vallée de l'Ourika est annuellement visitée par 2920000 visiteurs en moyenne. Environ 2666 véhicules par jour entrent dans la vallée durant la période estivale (El Malki, 2015).

Certes le tourisme constitue une source de revenu pour une part importante des habitants de la vallée et des douars avoisinants et crée une activité économique dans le bassin versant, mais il exerce, comme susmentionné, une pression sur les ressources naturelles et sur l'infrastructure généralement inadaptée à recueillir un grand nombre de visiteurs.

3.2.2. Infrastructure touristique de la vallée de l'Ourika

Structure d'hébergements :

Du Sud de Marrakech, l'accès est facile à la vallée de l'Ourika, le lieu le plus fréquenté des vallées du Haut Atlas. Nombre de Marrakchis et des autres villes viennent s'y réfugier dans l'un des nombreux et bons hébergements de la vallée au moment où la température de la ville devient insupportable (il fait 10 à 15°C de moins à Setti-Fadma). Cette escapade permet un bol d'air dans le Haut Atlas vis-à-vis les paysages inédits et le mode de vie rural local.

Pour y randonner ou se donner un peu de temps, on peut séjourner dans l'un des nombreux et bons hébergements de la vallée. De part cette vocation, un ensemble d'établissement touristiques se sont installés dans la vallée de l'Ourika. 6 catégories d'établissement touristiques y existent. Ils sont au nombre de 135 unités, dont 4 sont classés (El Malki, 2015).

Tableau 15. Structure d'hébergements

Type d'établissement	Nombre	Capacité d'hébergement	
Etablissements classés	2 Hôtels ; 1 Auberge et 1 gîte	327*	7822*
Etablissements non classés	7 hôtels, 3 kasbahs, 4 campings, 8 gites et 40 Auberges	641*	19161*
Etablissements à caractère social	7 M. d'hôtes et 51 Apps à louer	30* (M.D'HOTE)	99* (M.D'HOTE)

(*) = concerne que les hôtels, gites et auberges enquêtés. Source : Enquêtes 2014/2015 (Omar).

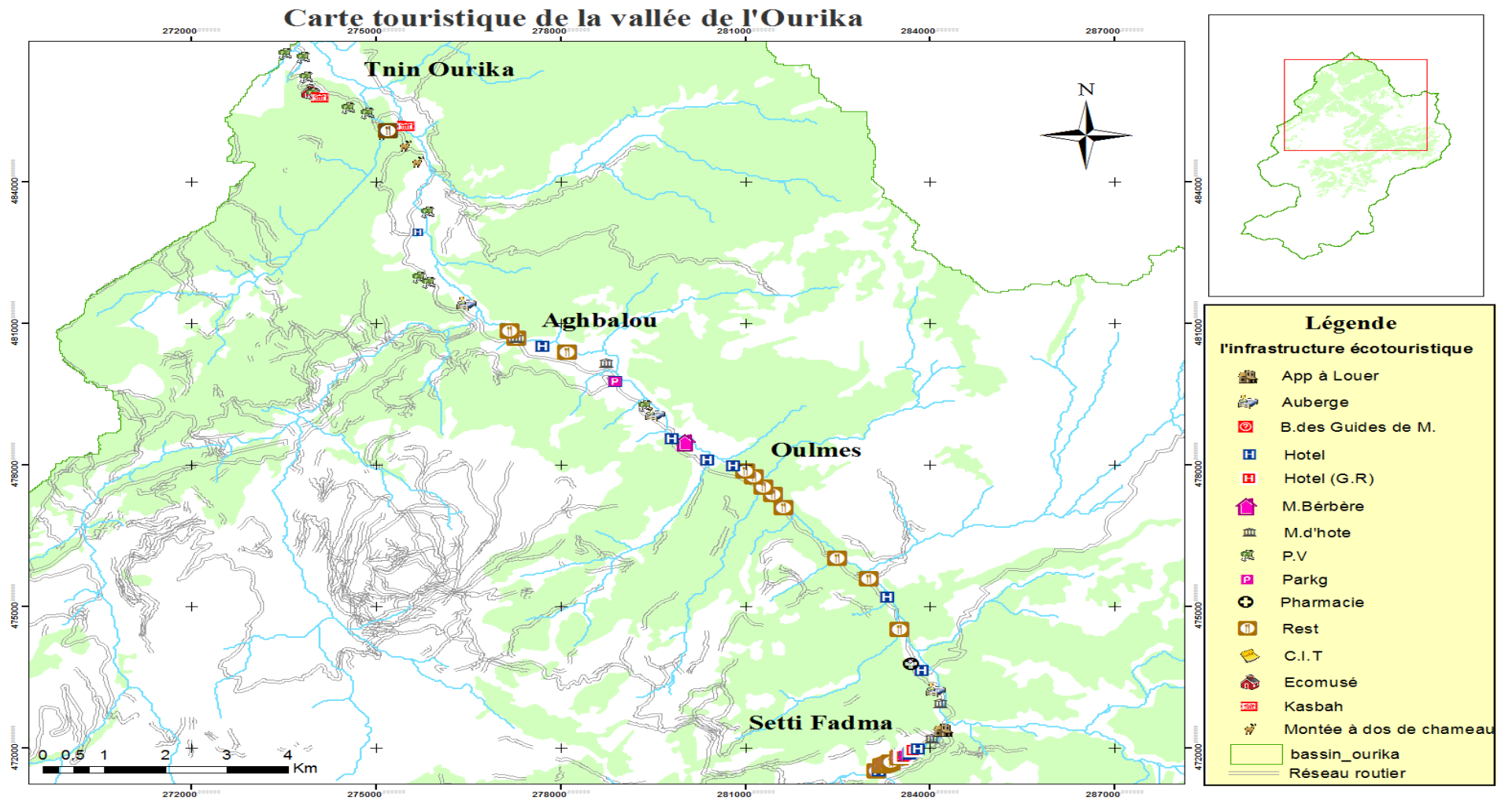


Figure 32 carte touristique de la vallée de l'Ourika (EL Malki, 2015)

3.2.3. Secteur domestique et industriel

Une analyse faite par Bouarais (2015) après des sorties de prospection et d'investigation sur le terrain afin de mieux appréhender la réalité locale et comprendre l'état actuel de l'environnement naturel et socioéconomique du bassin versant a permis d'identifier dix (10) catégories constituées de onze (11) douars (Tableau 16).

Tableau 16. Répartition des douars retenus pour la conduite des entretiens semi structurés (Source : Bouarais, 2015)

Zone d'étude	Commune	Douars	Nombre total des ménages (2004)
Bassin versant de l'Ourika	Ourika	Takoucht	49
		Amassine	40
		Amgdoul-Sgour	71
		Timalizene	89
	Oukaimden	Tikhfist	103
		Ait L"qaq	91
	Siti fadma	Tizi N"oucheg	80
		Amlougui	72
		Anins	57
		Tamatert	56
		Irghef	69
Total			777

Au niveau de cette zone, le phénomène social majeur est l'accroissement de la population, malgré l'exode rural et l'émigration toujours très active.

En considérant la population des trois communes Ourika, Sti fadma et Oukaimeden qui constituent principalement le bassin versant de l'Ourika, nous pouvons constater une augmentation remarquable en passant de 46 325 habitants en 1994 à 66 306 habitants en 2014 (Figure 35).

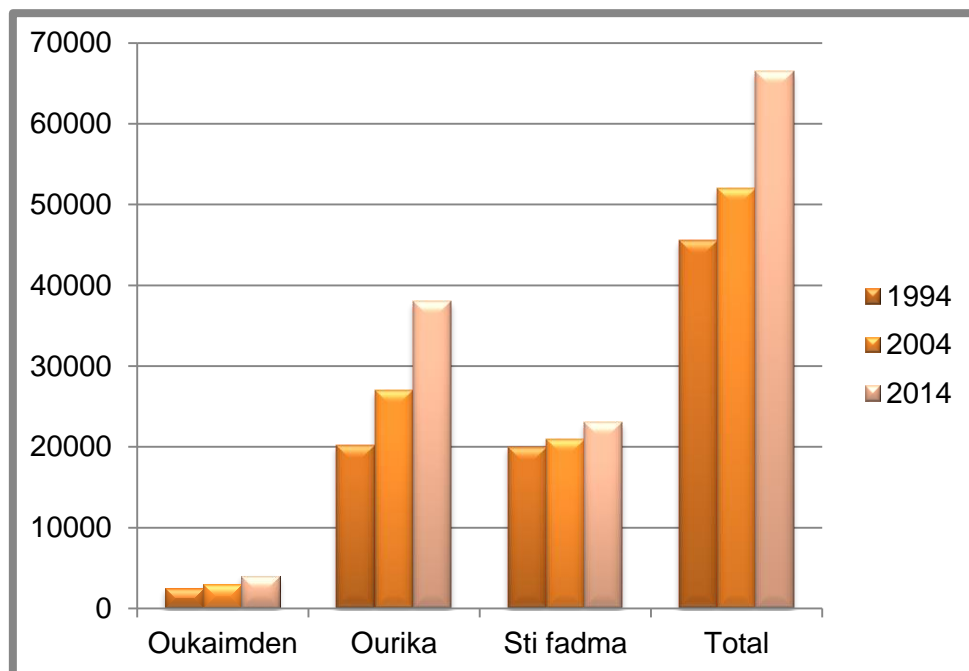


Figure 33. Evolution de la population au niveau du BV de l'Ourika (1994, 2004, 2014).

3.2.4. Scénario Taux de croissance élevé de la population (1994 - 2070)

Analyser les conditions de vie de la population par rapport à l'utilisation de l'eau et des terres dans le bassin versant d'Ourika, la dynamique de la population est un indicateur important du changement social. Afin de répondre à la complexité des processus démographiques, les données quantitatives et les statistiques socio-scientifiques qualitatives ont été recueillies et évaluées sur différents niveaux spatiaux, du niveau régional au niveau local. Pour l'analyse de scénarios et l'inclusion projetée dans les systèmes d'appui à l'information ou de la décision, les résultats sont intégrés et analysés à l'aide d'un modèle WEAP.

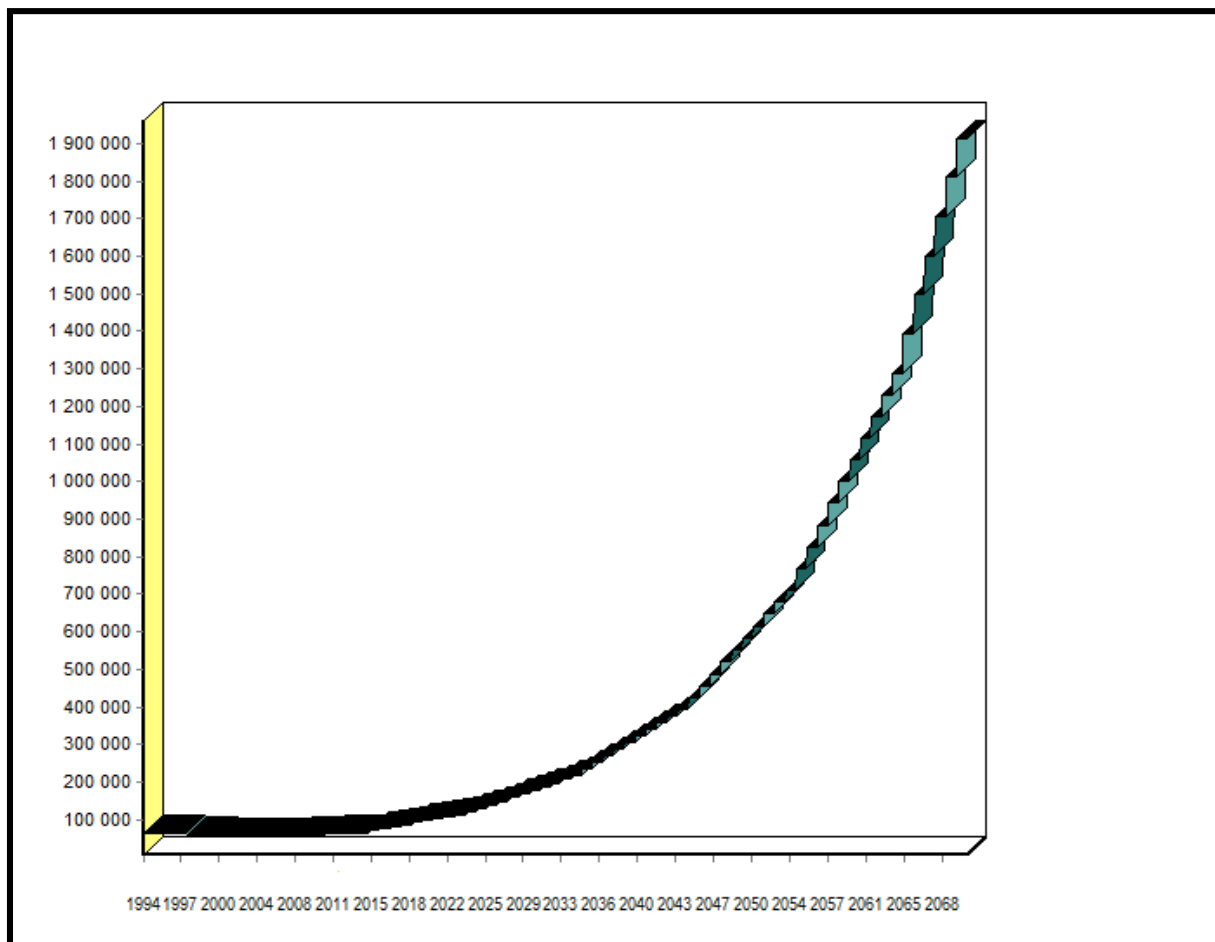


Figure 34. Projection de la population sur l'Horizon 2070

Taux de croissance entre 1994 et 2014 était de 1, 81%. Et à ce taux, on assistera d'ici 2064 à une population de 1.288088,5. Une telle augmentation de la population entrainera un fort besoin en eau potable et pour l'agriculture.

Reconnu pour sa pauvreté sur le plan national, le bassin versant de l'Ourika présente un taux de pauvreté atteignant des pics de 26% en 2007 (OREDD, 2013).

La zone est caractérisée par une population jeune. Environ 36,3% de la population est âgée de moins de 15 ans (RGPH, 2004). Elle est aussi marquée par un exode rural soutenu par cette tranche d'âge, ce qui a pour conséquence le vieillissement de la population et la densification des villes d'accueil comme Marrakech et Essaouira.

Sur le plan social, le taux d'analphabétisme s'est élevé à 64,7% selon le recensement de la population et de l'habitat de 2014. Le taux le plus élevé a atteint la valeur de 72.1% à Sti fadma, le taux le plus bas est enregistré à Ourika (54,1%). On signale également que ce taux est plus

élevé chez les femmes que chez les hommes, il est de 77,9% pour la première catégorie et de 51,46% pour la deuxième catégorie. Les taux de scolarisation, déjà insuffisants, baissent avec le niveau d'étude. En effet, le taux de déperdition scolaire entre le niveau primaire et le niveau collège dépassait les 60% en 2010.

Dans la zone, les femmes sont plus nombreuses, plus pauvres, plus analphabètes et n'ont pas accès au marché du travail rémunéré. Des inégalités entre genres persistent dans le bassin, à l'image du monde rural marocain.

Sur le plan économique, la population du bassin puise l'essentiel de ses besoins des espaces et des ressources naturelles, dont les principales composantes sont l'eau, le sol et la forêt. En effet, la répartition de PIB dans la région de Tensift, d'une façon générale, montre que les secteurs en relation avec les exploitations des ressources naturelles représentaient plus de la moitié du PIB régional entre 2004 et 2007 (OREDD, 2013).

L'accroissement des populations montagnardes, encore très dépendantes d'une économie de subsistance, se traduit par une dépendance économique de l'exploitation des ressources naturelles. Ce qui présage une perspective de pressions sur le couvert forestier et sur les ressources en eau et des sols. La dégradation des ressources est d'autant plus forte que le cercle vicieux alliant la croissance de la population, à la déforestation et à l'érosion s'exerce dans des milieux sensibles à l'érosion. Cette sensibilité est liée à la fragilité de la couverture végétale et à la violence des pluies torrentielles de printemps et d'automne.

3.3. La consommation totale sectorielle de l'eau dans le bassin versant d'Ourika

Les facteurs naturels et anthropiques tels que les changements dans l'utilisation des terres, la couverture terrestre et la demande de l'eau sont les principales causes des impacts socio-économiques des sécheresses.

Les Sécheresses affectent la production agricole ainsi que l'approvisionnement en eau à usage domestique et à des fins agricoles. Les résultats montrent que le bassin versant d'Ourika souffrira d'avantage de sécheresses intenses et longues.

A Ourika, le $\frac{3}{4}$ de consommation d'eau est indexé au secteur agricole, 15% pour les bétails (l'élevage) et 10% pour le secteur touristique et domestique.

On peut conclure que l'économie à l'échelle de la zone est basée essentiellement sur l'agriculture et l'élevage. Les activités industrielles et minières, le tourisme et l'artisanat occupent également une place de choix.

Et la prédominance de ces secteurs susmentionnés et cette répartition sectorielle de consommation d'eau montre que la majorité de la population de la région est pauvre.

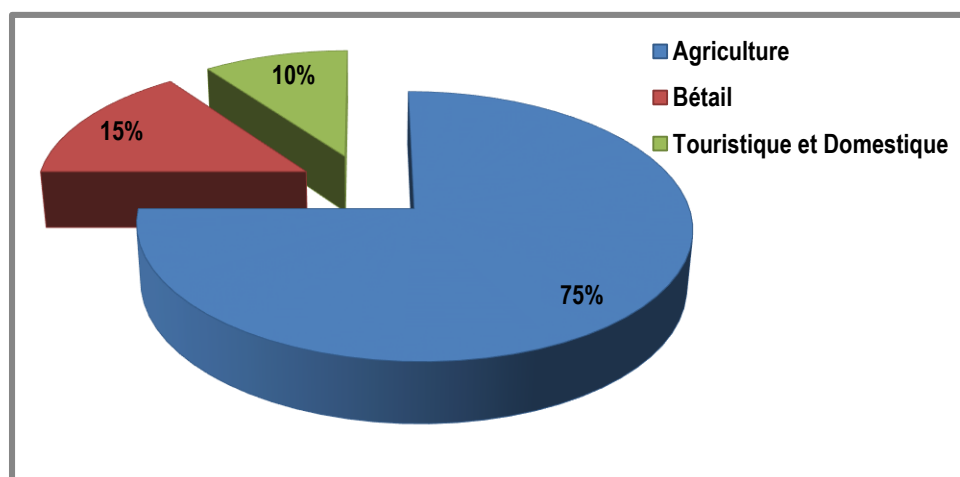


Figure35. Pourcentage de la consommation totale d'eau par secteur dans le bassin versant d'Ourika.

L'agriculture, comme partout au Maroc, occupe une place de choix dans l'économie de la région. Elle représente plus de 75 % de la consommation en eau du bassin versant de l'Ourika. L'aridité climatique qui règne dans la région, ainsi que les périodes de sécheresse récurrentes depuis une dizaine d'années, induisent une mobilisation de plus en plus importante des eaux de surface, avec un recours croissant à l'irrigation.

Conclusion :

Dans ce volet, une étude sur les changements climatiques, la demande d'eau et la gestion actuelle de l'eau dans le bassin versant d'Ourika a été présentée. Nous avons utilisé le Modèle WEAP de l'hydrologie, qui a été calibré avec les données historiques, forcée par les conditions climatiques sous le modèle climatique SDSM. Les projections des données climatiques sur les horizons 2050 et 2070 ont été obtenues après téléchargement et extraction sous Arc gis.

Les résultats montrent que la demande annuelle moyenne de l'eau va augmenter considérablement dans la région dans les prochaines décennies. Les stratégies proposées par les décideurs à l'heure actuelle ne seraient pas suffisantes pour assurer un équilibre entre la

demande et l'offre sous la pression du développement socio-économique et les changements climatiques dans le bassin versant d'Ourika. Compte tenu de l'état de déséquilibre des ressources en eau dû à l'augmentation continue de la demande, l'étalonnage de la demande d'eau avec l'offre disponible est l'étape la plus vitale pour réduire les effets du changement climatique. Les effets du changement climatique pourraient réaffirmer l'urgence de mettre en œuvre de nouvelles politiques et de réformes sans délai afin de faire de la gestion des ressources en eau plus écologiquement, socialement, économiquement et financièrement viable.

PARTIE IV : ORIENTATIONS STRATEGIQUES DE GESTION INTEGREE DE L'EAU AU Maroc

1. Introduction

L'EAU, comme susmentionné, est essentielle à la survie et au bien-être de l'homme et est indispensable au fonctionnement de nombreux secteurs de l'économie. Les ressources en eau sont inégalement réparties dans l'espace et le temps et souffrent des pressions qu'exercent sur elles les activités humaines. Comment gérer les ressources en eau de façon durable tout en satisfaisant une demande en constante augmentation ?

Comment répondre aux usages qui demandent des infrastructures supplémentaires d'exploitation des ressources en eau, tout en réduisant les impacts anthropiques sur le milieu pour l'atteinte du bon état et pour satisfaire les usages « in situ » ? Quel degré de transformation du système naturel pouvons-nous permettre tout en satisfaisant au critère d'équité entre les usages actuels et/ou entre les générations ? Dans quelle mesure l'arsenal juridique et institutionnel interne participe à la protection de la ressource en eau au Maroc ?

Les questions liées à l'eau, bien qu'ayant atteint un degré de maturation appréciable, ne sont pas statiques. Elles mettent notre génération face à un cycle de rareté et de cherté de la ressource que sous-tendent des enjeux juridiques, socio-économiques et géopolitiques (Radius et BlueCap, 2014).

Dans le contexte d'une inégale répartition des disponibilités de la ressource et d'un accroissement incessant et d'une diversité des demandes, l'eau apparaît de plus en plus comme une donnée stratégique génératrice de situations conflictuelles tant au niveau national qu'international.

Une politique viable de l'eau passe par une allocation équitable et une gestion efficace des ressources hydriques sur le long terme. Pour en arriver là, les pouvoirs publics souhaitent modifier les comportements et créer de nouvelles règles mais l'observateur est surpris par le contraste entre la prise de conscience planétaire et le retard accusé à se doter d'un cadre juridique et institutionnel international. Il est vrai que la communauté internationale a hissé l'eau au rang de priorité, voire de clé du développement durable, elle ne semble pas pour autant décidée à doter l'eau d'une convention-cadre, comme ce fut le cas pour la biodiversité ou les changements climatiques au cours du Sommet de Rio en 1992.

Le développement durable dont la gestion de l'eau constitue un enjeu capital, ne repose effectivement pas sur l'utilisation de modèles préétablis. Il s'appuie sur le triptyque « économie, environnement, social » qui fonctionnerait dans le cadre d'une gouvernance respectueuse de l'état de droit et des droits de la personne humaine et qui ne serait possible qu'à travers l'utilisation des outils et des financements adéquats, et la mobilisation de la volonté politique nécessaire (Sadeq, 2007).

2. DEFIS NATIONAL

➤ Economie des ressources en eau

La stratégie nationale du secteur de l'eau s'est fixée un objectif d'économie de 2,5 milliards m³/an, soit :

- Reconversion de l'irrigation localisée : 2 milliards m³
- Amélioration des rendements des réseaux d'irrigation : 0,4 milliards m³ ;
- Amélioration des rendements des réseaux d'alimentation en eau potable : 0,12 milliards m³

➤ Economie d'eau potable : 120 millions m³, au moyen de

- Amélioration du rendement des réseaux
- Généralisation des normes des équipements et installations hydrauliques
- Promotion technologique des procédés d'économie d'eau
- Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau industrielle
- Développement d'un réseau national de recyclage des eaux usées
- Réforme du système tarifaire pour rationaliser l'utilisation et la consommation

➤ Mobilisation de nouvelles ressources hydriques

La stratégie nationale de l'eau entend faciliter la mobilisation de 2,5 milliards m³/an. Cette mobilisation conjuguera autant les sources usuelles que de nouvelles techniques d'approvisionnement.

3. Formulation des orientations stratégiques de gestion intégrée des ressources de l'eau au Maroc

Eu égard tout ce qui précède, nous pouvons formuler des orientations stratégiques pertinentes de gestion intégrée des ressources à Tensift qui peuvent être extrapolé sur tout le pays. Ces orientations seront axées beaucoup plus vers la création des activités génératrices de revenu (création de l'emploi) que des stratégies théoriques. On entend citer :

➤ Des préconisations sur la demande :

L'objectif est d'accroître la disponibilité des ressources en eau pour une demande croissante et exigeante en eau et en loisirs, en écartant toute réponse basée sur la vulnérabilité des territoires et une gestion globale des ressources en eau.

Ceci peut se faire en luttant contre les déperditions dans les réseaux urbains d'adduction d'eau (40 % de pertes dans certaines canalisations à Marrakech) ; en adoptant des techniques agricoles moins gourmandes en eau (micro-aspersion, lutte contre les fuites dans les réseaux d'irrigation, limitation des moto-pompes qui puisent dans les nappes phréatiques...) ; et en incitant les agriculteurs à se tourner vers des cultures moins consommatrices en eau.

Pour y parvenir, il faut :

Sensibilisation des populations sur la notion de bien commun :

Agir sur la demande ne se résume pas au « signal prix », car l'eau n'est pas une marchandise comme une autre. « Le partage de l'eau obéit plus à des règles politiques et sociales qu'à des règles économiques. (...) et c'est un ensemble de règles sociales qui permettra d'aboutir à une gestion économiquement efficace et socialement équitable, les mécanismes du marché étant insuffisants ».

Des réglementations incitant aux bonnes pratiques :

L'évolution des pratiques passe également par le système réglementaire. Elle est l'élément moteur pour faire évoluer les comportements individuels et quitter cette inertie non durable. Le système réglementaire doit inciter à la mise en place de bonnes pratiques, mais des incohérences sont palpables sur un territoire d'action.

➤ **La gestion forestière de l'eau**

La forêt a une influence très largement positive sur la qualité des eaux. Toute la question est de savoir quelles actions sylvicoles faut-il mener pour préserver la ressource en eau ? Les bassins versants boisés constituent un élément essentiel pour la disponibilité de réserves d'eau de surface et d'eau potable de haute qualité.

➤ **Valorisation des connaissances :**

Les connaissances sont essentielles pour leur influence sur les perceptions, représentations sociales et système réglementaire. Rappelons que l'évolution des paradigmes scientifiques sur la connaissance du cycle de l'eau a contribué à imposer le bassin versant dans la politique de l'eau (Ghiotti, 2007). Ceci a également participé à une demande environnementale croissante et au renforcement du poids des associations environnementales. Le rôle des connaissances dans un système de gestion est trop souvent sous-estimé et leur intégration difficile. Agir sur la demande renvoie donc à la production, le partage et l'intégration des connaissances scientifiques au système et au triptyque « élus, gestionnaires, scientifiques », pour une diffusion et application optimale à un échelon local. Dans un contexte de changement climatique, des efforts doivent porter sur l'acquisition de connaissances, jugées insuffisantes actuellement pour des actions efficaces en matière d'information et de sensibilisation auprès des décideurs et de la population. Le réchauffement est encore trop souvent perçu comme un aléa plutôt qu'une certitude par certains acteurs décideurs (Langevin, Mugnier, Marcelpoil, 2008).

Pour cela, il est souhaitable d'améliorer la connaissance par :

- La cartographie des sites de production, sources, bassins, réserves, etc.,
- L'implémentation territoriale des Systèmes d'information géographique (SIG) et promotion de la télégestion,
- La classification en continu des risques liés à la déperdition des ressources,
- La généralisation des Bases de données régionales exhaustives et détaillées

- La production de statistiques détaillées et continues sur toutes les composantes de la gestion de l'eau, quelle que soit l'échelle territoriale retenue.

➤ **Une intégration « eau et territoire »**

Les décalages importants entre les textes réglementaires et leur application dans le domaine de l'eau sont la preuve de tensions entre les usages de l'eau et du sol. Cette faiblesse est le résultat des influences de tous les paramètres de l'environnement du système « gestion de l'eau », et en premier du jeu local politique.

➤ **Aménagement de l'existant**

Il y a à Ourika sans doute tout un réseau d'infrastructures et d'installations solides et pérennes qu'il convient de réhabiliter, renouveler, structurer et sectoriser. Il n'est en effet pas nécessaire de recourir systématiquement aux équipements neufs, souvent très coûteux (Radius et BlueCap, 2014)

➤ **Mini-Centrales Hydroélectriques Rurales – l'énergie propre génératrice d'emplois**

Selon des études consentis à Ourika pour réduire la pauvreté et parvenir à une plus forte croissance sont contrecarrés par un manque d'électricité.

Il est recommandé de mettre en place un projet destinés à promouvoir un développement basé sur les énergies renouvelables pour des utilisations productives en fournissant un accès à des services énergétiques modernes à un coût abordable dans les communautés rurales grâce à la construction de mini-centrales hydroélectriques. Ce projet permettra de fournir de l'énergie propre et produire localement plusieurs centaines de ménages, petites entreprises, industries artisanales, écoles et centres de santé (anonyme, 2016).

➤ **Investir pour l'eau, c'est investir pour l'emploi :**

Promouvoir des investissements dans les infrastructures et des services liés à l'eau ; ceux-ci peuvent s'avérer extrêmement rentables pour la croissance économique et la création directe et indirecte d'emplois,

➤ **Les possibilités de diversification des sources d'eau**

Cette stratégie consiste à s'orienter vers des sources d'eau alternatives constituant des opportunités économiques et d'emploi et les eaux usées considérées comme une ressource pour des activités productives, notamment dans les domaines subissant un stress hydrique

en résultat d'une offre limitée, d'une demande excessive, ou de ces deux facteurs (UNESCO, 2016).

En plus des emplois que la réutilisation de l'eau va créer dans les secteurs de l'eau, de l'agriculture et de la santé publique, des emplois vont également être générés en recherche, vulgarisation agricole, commercialisation des produits et production de cultures non alimentaires.

➤ **Uniformisation réglementaire des équipements**

Pour permettre une gestion intégrée des ressources hydriques, il convient de jeter les bases d'une uniformisation des normes et standards requis pour les équipements hydrauliques des réseaux. Une initiative qui permettra un meilleur contrôle de la qualité de l'eau (Sadeq, 2007) ;

➤ **Allègement de la pression sur les eaux souterraines**

L'éradication de l'hémorragie hydraulique des réserves souterraines commence par une mesure et un suivi continu des prélèvements effectués. Elle passe également par un renforcement des outils, moyens et procédés de suivi des prélèvements. Mais de manière générale, la préservation des eaux souterraines exige principalement une substitution des prélèvements sur la nappe par l'utilisation des eaux de surface et l'élaboration d'un contrat de nappe, pour une participation de l'ensemble des acteurs locaux (UNESCO, 2014) ;

➤ **Surveillance, Evaluation et Communication de l'Information**

Cette stratégie permet d'identifier les besoins et les opportunités de surveillance, évaluation et communication des données sur la disponibilité, la qualité et l'utilisation de l'eau dans le cadre de réseaux hydrométéorologiques déclinants ; les indicateurs de suivi des coûts et bénéfices économiques des activités et des investissements liés à l'eau ; le suivi des améliorations en matière de productivité de l'eau ; et, enfin, les statistiques d'emploi dans les secteurs économiques dépendants de l'eau (Radius et BlueCap, 2014).

Il faut signaler que de nombreux décideurs économiques et dirigeants du secteur privé reconnaissent désormais que l'eau en tant que ressource peut avoir une influence importante sur les économies nationales.

➤ **Amélioration de la qualité de l'eau**

D'une région à une autre, d'une ville voire d'une zone urbaine à une autre, la qualité de l'eau dépend des normes de traitement suivies et de la qualité des équipements installés. L'élaboration d'un canevas réglementaire (normes, standards), technique (moyens de production et de distribution, choix technologique dans les stations) et opérationnel (responsabilité des opérateurs, instance de contrôle et de suivi) est aujourd'hui nécessaire pour généraliser la production d'une eau de qualité sur tout le territoire national (JICA, 2007);

➤ **Renforcer le savoir-faire local**

Au niveau national, le déploiement progressif de la préférence nationale générera à l'avenir un savoir-faire local synonyme de dépendance technologique. Au niveau régional, le rapprochement des centres de décision (Administrations, autorités locales, Agences publiques, etc.) des Ecoles et Universités permettra de mieux répondre aux spécificités locales des zones d'intervention en matière de gestion intégrée de l'eau.

➤ **« FAIRE PLUS AVEC MOINS » : Améliorer productivité et l'efficacité de l'utilisation de l'eau**

La productivité et l'efficacité de l'utilisation de l'eau ont des nuances différentes selon le secteur économique. D'une façon générale, l'efficacité de l'utilisation de l'eau quantifie la production (extrait) économique utile d'un système ou d'une activité pouvant être obtenue de l'intrant eau (m³ d'eau par unité de produit) (PNUE, 2012a). Une efficacité accrue implique d'utiliser moins d'eau pour atteindre des biens et des services en quantité égale ou supérieure. Elle suppose de tirer le meilleur parti non seulement des ressources en eau limitées mais aussi des autres ressources naturelles, humaines et financières (GWP, 2006). Cette approche repose sur quatre concepts interdépendants : efficacité technique, efficacité productive, efficacité du choix des produits et efficacité d'allocation (GWP, 2006)

➤ **Ciblage des interventions dans les secteurs de l'eau en fonction des différents types d'exploitation agricoles à Ourika :**

Tableau 17. Ciblage des interventions dans les secteurs de l'eau en fonction des différents types d'exploitation agricoles à Ourika

Type d'exploitation agricole	Interventions courantes dans les secteurs de l'eau	Interventions courantes au-delà des secteurs de l'eau
De grande zone	Modernisation des infrastructures d'irrigation et de la gestion, adoption d'un mécanisme de gouvernance durable pour les eaux souterraines	Simplification de l'établissement de liens avec le marché
De taille intermédiaire	Utilisation conjointe de l'eau des canaux et de l'eau souterraine, investissements dans des technologies et dans les modèles de gestion qui contribuent à l'amélioration de la productivité de l'eau	Simplification de l'établissement de liens avec le marché
De petites tailles axées sur le commerce	Adoption de mécanisme de gouvernances durables pour les eaux souterraines, adoption de modèles de gestion plus efficaces dans le cadre de systèmes d'irrigation communautaires	Développement des compétences entrepreneuriales, simplification de l'établissement de liens avec le marché, promotion des connexions avec de grands acteurs de l'agro-industrie, amélioration de l'accès aux services financiers et de la qualité de ces services
De petites tailles, axées sur la subsistance	Gestion des eaux pluviales via des moyens intermédiaires de maîtrise de l'eau, accès aux eaux souterraines, accès à des technologies de petite échelle permettant de prélever, stocker et distribuer l'eau	Accès aux services de base, infrastructures rurales, diversifications des revenus, filets de sécurité sociale
Diversifiées	Services multi-usages de l'eau pour les besoins domestiques et les jardins des ménages, le bétail, l'irrigation dite « atomistique »	Infrastructures rurales, formations et soutien pour les activités non agricoles

Agricultures	Autonomisation : implication dans des associations d'utilisateurs d'eau et des processus décisionnels, développement de technologies d'irrigation adaptées à leurs besoins spécifiques	Amélioration des capacités et des compétences en agriculture, en marketing, accès au microcrédit
Sans terre	Conception de services relatifs à l'eau qui prennent en considération les besoins spécifiques des sans-terres	Formation pour soutenir les activités non agricoles

(UNESCO, 2016)

➤ **Ne perdons pas de vue l'importance des implications politiques dans la gestion de l'eau :**

Afin d'atteindre un développement durable reposant sur un environnement et des ressources en eau sains, une économie solide et des opportunités d'emplois décents, des pays doivent planifier, réglementer et investir, financièrement ou autre, pour assurer la durabilité de leurs ressources en eau et leur écosystèmes ; développer, exploiter et entretenir leurs infrastructure d'eau ; planifier, renforcer et gérer les capacités de leurs ressources humains, et enfin, innover et accroître leurs connaissances permanence (Abourmane, 2005).

La volonté politique d'élaborer et de mettre en œuvre des objectifs politiques liés à l'eau et soutenant le développement durable et la création d'emplois est essentielle. Toutefois, les risques élevés et les conséquences graves pouvant survenir si les questions de l'eau sont négligées, souvent avec des résultats catastrophiques et extrêmement coûteux, sont fréquemment sous-estimés.

La gestion de l'eau dans son sens le plus large englobe les politiques et la prise de décisions rationnelles ainsi que la gestion des écosystèmes, via le développement, l'exploitation et la maintenance d'infrastructures, pour approvisionner les foyers, les bureaux, les usines ou les champs avant son retour dans l'environnement naturel.

Améliorer les connaissances et la compréhension, y compris parmi les politiciens et les décideurs du rôle prépondérant des ressources, des infrastructures et des services d'eau dans l'économie et la création d'emplois pourrait accroître les bénéfices en termes de génération d'emplois décents, tout en permettant d'atteindre les objectifs plus larges de développement

durable. Répondre à ces objectifs sociétaux implique de la cohérence et une vision partagée, notamment entre les politiques sur l'eau, l'énergie, la nourriture, les questions sociales et les aspects économiques.

En effet, gérer l'eau pour la croissance économique et l'emploi n'est pas seulement une question de disponibilité des ressources et d'emploi, mais aussi une question de gouvernance adaptée et efficace. A ce titre, accroître stratégiquement les investissements de leurs ressources financières et autres dans le lien eau-emploi permet aux pays de :

- Assurer la durabilité des ressources en eau et des écosystèmes ;
- Développer, exploiter et entretenir les infrastructures d'eau ;
- Planifier, réguler et renforcer les capacités des ressources humaines et des institutions ;
- Développer les connaissances et faciliter l'innovation.

Conclusion générale

La gestion intégrée s'impose aujourd'hui comme une approche incontournable pour une gestion durable des ressources en eau et une base nécessaire à toute politique raisonnée de l'eau. Si le concept est pertinent, son application concrète à l'échelle locale reste encore à entreprendre, avec toutes les difficultés liées à la complexité sous-tendue par la problématique de l'eau en montagne.

Le changement climatique, au cœur de cette problématique est susceptible de porter atteinte à tous les secteurs vitaux du Maroc, ainsi qu'à toutes les franges de sa population sans aucune distinction. L'objectif principal de cette étude consistait à Procéder à une analyse méso-économique de l'offre et la demande de l'eau dans le but de formuler des orientations stratégiques pour une gestion intégrée des ressources en eau au Maroc. Le changement climatique est susceptible d'avoir un impact significatif sur la croissance des plantes et la production agricole au Maroc, où on prévoit une augmentation des températures et une diminution des précipitations dans les prochaines décennies. La perspective du développement touristique à l'horizon 2100 implique la mise en place d'une stratégie intégrée qui préserve les grands équilibres économiques et environnementaux.

Face à un contexte physique dont l'offre en ressources en eau demeure malgré tout limitée et confrontée à des menaces de dégradation et d'épuisement, des efforts doivent être fournis par tous les acteurs afin de permettre une utilisation rationnelle des ressources en eau et de maintenir un niveau de développement des ressources en eau compatible avec l'accroissement des besoins. La région de Tensift connaît actuellement un développement touristique remarquable qui a un impact positif sur l'économie de la région toute entière, cependant, ce tourisme engendre en parallèle une dégradation des ressources naturelle et notamment l'eau. Un meilleur usage de l'eau de la part de secteur de tourisme ne peut que développer et promouvoir la notion de tourisme durable dans cette région.

L'étude a montré que le secteur de tourisme n'est pas sensibilisé pour une meilleure gestion de l'eau. À mon avis tant qu'il y a toujours de l'eau dans les puits et forages, tant qu'il y a de l'eau qui coule dans les robinets, toutes les recommandations et solutions préconisées n'aboutiront pas à cet objectif, d'où la nécessiter de réaliser des études très détaillées sur l'eau et le tourisme.

L'eau est un bien économique dont l'insuffisance pénalise la croissance économique. Sa demande augmente plus que proportionnellement par rapport au PIB mondial à cause de l'urbanisation, de l'élévation du niveau de vie et de l'industrialisation. L'insuffisance

d'infrastructure pour son traitement et sa distribution requiert des investissements considérables, particulièrement de la part des pays émergents.

Dans l'optique de formuler des orientations stratégiques pour une gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant d'Ourika. On a choisi comme méthode d'approche un modèle hydrologique 'Water Evaluation and Planning system (WEAP)', un modèle Japonais du système terrestre (Miroc-ESM) et un modèle climatique 'Statistical DownScaling Model (SDSM)', dans le but d'analyser la demande et l'offre en eau actuelle et future, et les stratégies alternatives d'adaptation, de développement et de gestion de l'eau proposées par les parties prenantes du bassin. On a commencé par développer différents scénarios socioéconomiques et climatiques pour des horizons, 2020, 2050, 2070 et 2100. Les projections des scénarios climatiques 4.5 et 8.5 pour le bassin indiquent une augmentation de la température d'environ 1,5-3,5°C et une diminution des précipitations de 30-50% par rapport aux valeurs initiales. Les résultats montrent que la pression sur les ressources en eau à Ourika va augmenter, ce qui conduit à une plus grande concurrence pour les eaux de surface dans la région dans les prochaines décennies. Les résultats illustrent également que les stratégies d'adaptation qui devraient compenser en partie les conséquences attendues dues au changement climatique en réduisant les facteurs de stress sur les ressources en eau à Ourika, ne seront pas suffisantes pour assurer un équilibre entre la demande et l'offre sous la pression des changements socio-économiques et climatiques. Ce travail indique qu'en appliquant à la lettre les recommandations gestion de l'eau proposées, la demande en eau pour l'usage domestique, le tourisme et les secteurs d'élevage seront pleinement satisfaits jusqu'à 2050 pour le scénario RCP4.5 et jusqu'à 2070 pour le scénario RCP 8.5. Il faut souligner que les stratégies actuelles proposées par les parties prenantes sont efficaces, mais pas durables pour le bassin versant.

Or pour atteindre efficacement les objectifs sociaux et politiques, une approche globale de l'intégrité est nécessaire, visant la création d'un environnement favorisant la transparence, la responsabilisation, la participation et la lutte contre la corruption. La mise en place de mécanismes de participation et de responsabilisation, comme la surveillance communautaire ou les audits sociaux ou communautaires, mettant l'accent sur la parité hommes-femmes, constitue une bonne approche pour s'assurer que la mise en œuvre des mesures pour l'eau et les activités génératrices de revenus débouche sur des avantages durables et partagés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abourmane E. M., 2005.** La gestion de l'eau et le tourisme durable, cas de la ville de Marrakech.
- Anonyme, 2001.** Le modèle DPSIR : pour une approche intégrée de la protection de la qualité de l'air. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement.
- Anonyme, 2003.** Country Report on Water Quality and Potential MATEP Interventions; Morocc. 11p.
- Anonyme, 2010.** Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau
- Anonyme, 2015.** Réunion parlementaire à l'occasion de la conférence des Nations Unies sur les changements climatiques.
- Aresmouk M., Saidi E.M., Daoudi L., El Hassane F., et Boukrim S., 2010.** Les crues de l'oued Ourika (Haut Atlas, Maroc) : Événements extrêmes en contexte montagnard semi-aride. *Comunicações Geológicas*, 113-128.
- Babqiqi A., 2008.** Scenarios de changements climatiques à haute résolution au Maroc. Rapport de la Direction de la Météorologie Nationale, Casablanca, Maroc. pp. 18. 2008.
- Banque mondiale, 2009.** Banque mondiale. Improving Food Security in Arab Countries.
- Ben Salem A., 2013.** Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques dans les oasis de la région de TAFILALET- MAROC
- Benamar S., 2005.** Contribution à la gestion intégrée de l'eau dans le bassin hydrographique de Bou Regreg.
- Berkoff J., 1994.** A strategy for managing water in the Middle East and North Africa? 1994. The World Bank, Washington, D.C. 70 pages ;
- Berque J., 1950.** Structure agraire des groupes Chleuhs du Haut-Atlas Occidental. In: Bulletin de l'Association de géographes français, N°210-211, 27e année, Mai-juin 1950. pp. 116-120.
- Bouarais S., 2015.** Contribution à la compréhension des enjeux environnementaux et les jeux d'acteurs qui conditionnent l'exploitation et la gestion des ressources naturelles dans le bassin versant de l'Ourika.

- Boudhar A., 2009.** Télédétection du manteau neigeux et modélisation de la contribution des eaux de fonte des neiges aux débits des Oueds du Haut Atlas de Marrakech. Thèse de Doctorat. FST Marrakech, p: 27-39.
- Bouignane A., Ziyad A., Poncet E., 2014.** Gestion durable des ressources en eau, enjeux et perspectives.
- Bouignane A., Ziyad A., Poncet E., 2014.** Gestion durable des ressources en eau, enjeux et perspectives.
- Bullock A. et Niyonkure C., 2009.** Etude sur la politique sectorielle d'utilisation de l'eau et la sante Certification of Citrus.
- Chehbouni A., 2007.** Gestion rationnelle de l'eau dans le bassin de Tensift. Historique d'une démarche participative.
- Choquette A., Milot N., L. Lepage, , J. Lafitte, V. Larivière, J. Larocque, B. Lefebvre, V. Marquet et A. Veret., 2013.** Adaptation aux changements climatiques et gestion intégrée de l'eau par bassin versant au Québec : une analyse sociopolitique des défis et des opportunités. Montréal, Réalisé dans le cadre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du Gouvernement du Québec, Institut des sciences de l'environnement - UQÀM, 324 p.
- Dai A., et al 2004.** The recent Sahel drought is real. *Int. J. Climat.* (24) 1323–1331.
- Doukkali O., 2003.** Evaluation de la longévité et de la performance des techniques de conservation des eaux et des sols dans le bassin versant de l'Ourika- DREF du Haut Atlas-Maroc. Mémoire de 3ème cycle ENFI, Salé, Maroc, 113 p.
- Duss R., 2009.** Gonet & Cie - Banquiers privés depuis 1845 : Analyse sectorielle de l'eau.
- El Malki O., 2015.** Contribution à la compréhension des enjeux et défis liés à l'utilisation des ressources par l'activité récréative dans la vallée de l'Ourika.
- Er-raki S., 2007.** Estimation des besoins en eau des cultures dans la région de Tensift AL Haouz : Modélisation, Expérimentation et Télédétection.
- FAO, 1990.** Conservation des sols et des eaux dans les zones semi-arides, *Bulletin pédologique*, 57 :182 p.
- Gangbazo G., 2004.** Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau.
- García-Ruiz J. M., et al., 2011.** Mediterranean water resources in a global change scenario.

- GIEC, 2000.** Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. 2000.
- GIEC, 2007a.** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press: 996. 2007.
- GIEC, 2007b.** Summary for Policymakers. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2007.
- Giorgi F., 2008.** Climate change projections for the Mediterranean region. Glob. Planet. Change
- GWP et RIOB, 2009.** Intégrée des Ressources en Eau par Bassin
- GWP-RIOB, 2006.** Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin
- HCEFLCD, 2012.** Rapprt d'achèvement du Projet de développement du bassin versant de l'oued Ourika financé par le Fonds Hassan II.
- Houdode J., 2015.** Contribution à l'évaluation des aménagements de lutte antiérosive du bassin versant de l'Ourika, Tensift.
- JICA, 2007.** Etude du plan de gestion intégrée des ressources en eau dans la plaine du Haouz
- Johanet H., 1998.** Guide de l'eau, vingt-huitième édition JOHANET, Paris France 11-135p.
- Kotlicki M. J., 2008.** Les activités économiques dans le monde lié à l'eau
- Lahlou A., 1994.** « Envasement des barrages au Maroc ». WALLADA, Casablanca- Maroc 286 p.
- Langevin P., Mugnier R., Marcelpoil E., 2008.** Changement climatique et développement des territoires de montagne : quelles connaissances pour quelles pistes d'action ?
- Lopez O. et al., 2002.** Integrated water management to address environmental degradation in the Mediterranean region. IUCN Mediterranean Office. 43p+annexes.
- MADREF, 2000.** Investir en agriculture, partie II- le secteur agricole.
- Mahdi A., 1985.** Innovation et système social. Ecole Nationale d'Agriculture.

- McMahon A., Rodriguez D. J., et Berg C. V. D. 2012.** Investing in Water Infrastructure: Capital, Operations and Maintenance. Méditerranéennes, Série B/021-Proceedings of the Mediterranean Network on
- Messouli M., 2010a.** Messouli et al. Effects of changes in climate, land use and land cover in the High Atlas, Morocco, in Spehn EM, Rudmann-Maurer K, Körner C, Maselli D (eds.) Mountain Biodiversity and Global Change.
- Messouli M., 2010b.** Messouli M., Bounoua, L., Babqiqi, A., Wahid, N., Rochdane, S., Ben Salem, A., Ghallabi, LB. Et Hammadi, FZ. Vulnerability assessment and risk level of ecosystem services for climate change impacts and adaptation in Moroccan oases. University Cadi Ayyad, Marrakech- CDRT. START Grants for Global Environmental Change Research in Africa. Final report.
- ONU, 2013 :** Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2013
- ONU, 2015.** Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau, L'eau pour un monde durable
- OREDD, 2013.** Rapport de l'état de l'environnement de la Région de Marrakech Tensift Al Haouz.
- PDAIRE, 2006.** Etude de révision du Plan Directeur d'Aménagement Intégrée des Ressources en Eau dans le Bassin du Tensift.
- PNUD, 2014.** Rapport sur le développement humain 2014 ; pérenniser le progrès humain : réduire les vulnérabilités et renforcer la résilience
- PNUD, 2016.** Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2016 : L'EAU ET L'EMPLOI.
- Radius et BlueCap, 2014.** Enjeux et opportunités d'une gestion durable de l'eau.
- Radius, 2014.** ENJEUX ET OPPORTUNITÉS D'UNE GESTION DURABLE DE L'EAU
- Ramarolafy H. T.** Typologie et évaluation des paysages dans le sous bassin versant de l'Ourika
- Rihane R., 2015.** Contribution à l'évaluation des services hydrologiques de la forêt et des aménagements anti-érosifs dans le bassin versant de l'Ourika.
- Rochdane S., 2013.** Vulnérabilité au changement climatique au Maroc : Sécurité alimentaire nationale et profils de vulnérabilité environnementale et hydrique du bassin versant Rheraya Royaume du Maroc.
- Saadi, Z., & Baou, A. (2005).** *Conséquences géographiques et socio-économiques des inondations dans la vallée de l'Ourika (Maroc), Exemple des crues du 17/08/1995 et du*

- 28/10/1999. Mémoire de fin d'études de Master en Sciences Techniques en Hydrogéologie, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech.
- Sadeq H. T., 2007.** Du droit de l'eau au Droit à l'eau au Maroc et ailleurs.
- Sadoff C. et Muller M., 2010** Social Equity and Integrated Water Resources Management.
- SEI. 2005.** WEAP water evaluation and planning system, Tutorial, Stockholm Environmental.
- Sinan M., 2000, Huvelin 1973, Moukhchane, 1983.** Télédétection du manteau neigeux et modélisation de la contribution des eaux de fonte des neiges aux débits des oueds du Haut Atlas de Marrakech Institute, Boston Center, Tellus Institute.
- UNESCO, 2014.** Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2014 : EAU ET ENERGIE

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

- http://worldclim.org/cmip5_30s
- <http://www.memoireonline.com/07/09/2329/La-gestion-de-leau-et-le-tourisme-durable-cas-de-laville-de-Marrakech.html>
- <https://vertigo.revues.org/2319>
- <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/10000016-FR><http://www.oieau.fr/#>
- <http://www.riob.org/inbo/papers-and-photos-of-past-events/article/7th-world-water-forum-3881>
- <http://hal.cirad.fr/cirad-00178260/document>