



**ROYAUME DU MAROC
COÛT DE LA DÉGRADATION
DES RESSOURCES EN EAU
DU BASSIN DE L'OUM ER-RBIA**

| Version | Document Title | Author | Review and Clearance |
|---------|---|-----------------------------------|--|
| 1 | ROYAUME DU MAROC COÛT DE LA DÉGRADATION DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DE L'OUM ER-RBIA | Sherif Arif et Fadi Doumani | Hosny Khordagui, Stavros Damianidis and Vangelis Konstantianos |



REMERCIEMENTS ET CITATION

Remerciements:

Nous aimerions adresser nos remerciements à M. Abdelkader Benomar, Directeur de la DRPE ainsi qu'à toutes les personnes rencontrées durant la mission du 5 juillet au 10 août, 2012, notamment Messieurs et Mesdames Belguenani, Benjelloun, Ben Abdelfadel, Makhoukh, El Aoufir, Rajil, Fennali, El Maboul, Meslouhi, Nbou, Maktit, Chalabi, Chaoui, Lakfifi, Drissi, Rifki, El Hassan Arejda, Bribri, Belghiti, Mghari, Bourziza et Saadallah. La liste des personnes rencontrées et leur affiliation est en Annexe I.

Un atelier de consultation a eu lieu le 4 décembre 2012 à l'hôtel Golden Tulip Farah de Rabat et a été ouvert par M. Abdelkader Benomar, Directeur de la DRPE et M. Hassane Belguenani, Chargé du programme Eau et Assainissement, Délégation de l'Union européenne au Maroc. La liste des participants et leur affiliation est en Annexe I.

Nous aimerions aussi remercier M. Mohamed Jalil, expert local du Programme SWIM-SM pour son assistance, sa précieuse aide et ses commentaires durant l'élaboration du rapport.

Ce rapport doit être cité comme suit:

Sherif Arif et Fadi Doumani. 2012. *Maroc, Coût de la Dégradation des Ressources en Eau du Bassin de l'Oum Er-Rbia*. Programme de Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM) financé par la Commission européenne et mis en œuvre par le consortium comprenant : LDK Consultants Ingénieurs & Programmeurs S.A. (Chef de file) ; l'Association des Services d'Eau des Pays Arabes (ACWUA) ; le Réseau Arabe pour l'Environnement et le Développement (RAED) ; le Bureau de Conseils DMV B.V., le Global Water Partnership - Mediterranean (GWP-Med) ; le Ministère Grec de l'Environnement, de l'Energie et du Changement Climatique/Département des Relations Internationales et des Affaires de l'Union européenne ; le Ministère Libanais de l'Energie et de l'Eau/Direction Générale des Ressources Hydrauliques et Electriques ; le Ministère Tunisien de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche/Direction Générale des Ressources en Eau ; ainsi que l'Agence Autrichienne pour l'Environnement (Umweltbundesamt GmbH). Bruxelles.



TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction | 14 |
| 2. Le Mécanisme de Soutien à la Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM) | 18 |
| 2.1 Aperçu Général | 18 |
| 2.2 Objectif de l'Etude | 19 |
| 3. Le Bassin Versant de l'Oum Er-Rbia | 20 |
| 3.1 Données Générales du Bassin de l'Oum Er-Rbia | 20 |
| 3.2 La Pollution du Bassin de l'Oum Er-Rbia | 22 |
| 3.3 Cadre Organisationnel et Institutionnel du Bassin de l'Oum Er-Rbia | 24 |
| 3.3.1 Le Ministère de l'Intérieur..... | 27 |
| 3.3.2 Le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime | 27 |
| 3.3.3 Le Ministère de la Santé..... | 27 |
| 3.3.4 L'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia..... | 27 |
| 3.3.5 L'Office National de l'Eau Potable | 28 |
| 3.3.6 Les Offices Régionaux de la Mise En Valeur Agricole | 28 |
| 3.4 Conclusions Générales | 29 |
| 4. Revue des Coûts de la Dégradation Environnementale au Maroc | 30 |
| 5. Methodologie, Calibrage et Limites de l'Evaluation, et Catégorie | 32 |
| 5.1 Méthodologie | 32 |
| 5.2 Calibrage et Limites de l'Evaluation | 34 |
| 5.3 Catégories Evaluées | 34 |
| 6. Coût de la Dégradation du Bassin de l'Oum er-Rbia | 37 |
| 6.1 Aperçu Général des Coûts de la Dégradation | 37 |
| 6.2 Catégorie Eau et Sous-catégories | 40 |
| 6.2.1 Qualité et Traitement de l'Eau Potable..... | 40 |
| 6.2.2 Qualité des Services d'Eau et d'Assainissement en Milieu Périurbain et Rural | 41 |
| 6.2.3 Qualité des Services d'Irrigation..... | 42 |
| 6.2.4 Qualité de la Ressource en Eau | 43 |
| 6.2.5 Salinité..... | 43 |
| 6.2.6 Quantité | 44 |
| 6.2.7 Erosion | 45 |
| 6.2.8 Stockage | 46 |
| 6.2.9 Production Hydroélectrique..... | 46 |
| 6.3 Catégorie Déchets Solides | 47 |
| 6.4 Catégorie Biodiversité | 48 |
| 6.5 Catégorie Catastrophes Naturelles et Environnement Global | 49 |
| 6.5.1 Catastrophes Naturelles..... | 49 |
| 6.5.2 Environnement Global | 49 |
| 6.6 Conclusions | 50 |
| 7. Coût de la Réstauration du Bassin de l'Oum Er-Rbia | 51 |
| 7.1 Aperçu Général des Coûts de la Restauration | 51 |
| 7.2 Efficacité des Systèmes d'Irrigation | 52 |
| 7.3 Eau et Assainissement en Milieu Périurbain et Rural | 52 |
| 7.4 Amélioration de la Gestion des Décharges | 54 |
| 7.5 Réduction de l'Erosion en Amont pour Réduire l'Ensablement des Barrages | 55 |
| 8. Recommandations | 57 |
| 9. References | 60 |
| 10. Annexe I: Mission d'Identification | 63 |
| 11. Annexe II Méthodologie générale pour l'Evaluation des Coûts de la Dégradation | 67 |



| | |
|---|-----------|
| 12. Annexe III Méthodes Spécifiques pour l'Evaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Eau | 71 |
| 13. Annexe IV Méthodes Spécifiques pour l'Evaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Déchets | 73 |
| 14. Annexe V Résultats de la Restauration | 76 |
| 15. Annexe VI Résultats Désagrégés des Coûts de la Dégradation | 77 |



Taux de Change:

€ 1 = Dirham marocain (DM) 11,242 (Décembre 2007)

€ 1 = Dirham marocain (DM) 11,058 (Décembre 2010)

€ 1 = Dirham marocain (DM) 10,774 (Septembre 2012)

\$EU 1 = Dirham marocain (DM) 7,638 (Décembre 2007)

\$EU 1 = Dirham marocain (DM) 8,345 (Décembre 2010)

\$EU 1 = Dirham marocain (DM) 8,380 (Septembre 2012)

Source: <www.oanda.com>

Le contenu de cette publication est de la seule responsabilité des auteurs et ne représente pas nécessairement les vues de la Commission européenne ou celles du Gouvernement marocain.



ACRONYMES

| | |
|------------------------|---|
| A/C..... | Ratio Avantages/Coûts |
| ABH..... | Agence de bassin hydraulique |
| ABHOER..... | Agence de bassin hydraulique de l'Oum Er-Rbia |
| BA..... | Benefit Assessment |
| C/A..... | Coûts/avantages |
| CE..... | Communauté européenne |
| CEs..... | Conductivité électrique des sols saturés |
| CH ₄ | Méthane |
| CO ₂ | Dioxyde de carbone |
| COED..... | Cost of Environmental Degradation |
| DBO ₅ | Demande Biologique d'Oxygène |
| DCO..... | Demande Chimique d'Oxygène |
| dS/m..... | déciSiemens par mètre |
| DRPE..... | Direction de la recherche et de la planification de l'eau |
| EUT..... | Eaux usées traitées |
| FAO..... | Food and Agriculture Organisation |
| g..... | gramme |
| GES..... | Gaz à effet de serre |
| GIRE..... | Gestion Intégrée des Ressources en Eau |
| GIZ..... | Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (précédemment GTZ) |
| gW/h..... | Giga Watt/heure |
| ha..... | Hectare |
| HE..... | hydroélectrique |
| kg..... | Kilogramme |
| km..... | Kilomètre |
| km ² | Kilomètre carré |
| m..... | Mètre |
| m ² | Mètre carré |
| m ³ | Mètre cube |
| MEMEE..... | Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement |
| OMS..... | Organisation mondiale de la santé (WHO) |
| ONEP..... | Office National de l'Eau Potable |
| ORMVA..... | Offices Régionaux de la Mise en Valeur Agricole |
| PIB..... | Produit intérieur brut |
| PNI..... | Protection Nationale contre les Inondations |
| PNA..... | Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées |
| PNEEI..... | Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation |
| PNDM..... | Programme National des Déchets Ménagers et Assimilés |
| PMV..... | Plan Maroc Vert |
| SAU..... | Surface agricole utile |
| SEE..... | Secrétariat d'État de l'Environnement |
| SIG..... | Système d'information géographique |
| STEP..... | Station de Traitement des Eaux Polluées |
| TEEB..... | The Economics of Ecosystems and Biodiversity |
| TRI..... | Taux de Rendement Interne |
| UE..... | Union européenne |
| UNFCCC..... | United Nations Framework Convention on Climate Change |
| VAN..... | Valeur actualisée nette |
| VET..... | Valeur économique totale |
| VVL..... | Valeur d'une vie statistique |
| WFD..... | EC Water Framework Directive |
| WHO..... | World Health Organisation (OMS) |



RESUMÉ

Avec une population de 32,2 millions d'habitants en 2011 et un PIB total de 100,2 milliards de \$EU en 2011, le Maroc demeure confronté à une dotation en eau qui est passée de 2.560 m³/habitant/an en 1960 à 730 m³/habitant/an en 2010, le classant parmi les pays à fort stress hydrique tant au niveau régional (1.100 m³/habitant/an en moyenne) qu'au niveau mondial (6.600 m³/habitant/an en moyenne). Le potentiel hydraulique du pays, qui est évalué à 19-17 milliards de m³, consiste en 15-13 milliards de m³ d'eau de surface et 4 milliards de m³ d'eau souterraine. Ainsi, 87% de ses ressources sont allouées à l'agriculture et l'irrigation, et 13 % sont allouées à l'eau potable, l'industrie et le tourisme. Par ailleurs, 80% des ressources en eau sont situées dans les bassins versants du Centre et du Nord. Le secteur de l'agriculture contribue à hauteur d'environ 15% du PIB et 40% de l'emploi.

Le Maroc a adopté une nouvelle politique dans le domaine de l'eau basée sur la gestion de la demande, la participation des usagers et la dépollution au niveau des bassins versants. La gestion de la demande, contrairement à la gestion de l'offre, pourra garantir l'efficacité et l'efficience opérationnelle et économique de la gestion des ressources en eau. Cette approche consiste à mettre en place une gestion intégrée qui inclue les aspects institutionnels, juridiques, économiques, sociaux et techniques afin de changer le comportement des usagers et de réaliser un équilibre durable entre l'offre limitée de l'eau et sa demande croissante.

Le coût de la dégradation des ressources en eau pour le bassin versant pilote de l'Oum Er-Rbia s'inscrit dans le cadre de l'étude régionale du coût de la dégradation des ressources en eaux à l'échelle des bassins versants et qui est appuyée par le projet SWIM-SM financé par un don de l'Union européenne à hauteur de 7,0 millions d'Euros. SWIM-SM est un programme de soutien technique régional dont l'objectif est d'encourager activement la diffusion élargie des politiques et des pratiques durables de gestion de l'eau dans la région, dans le contexte de la pénurie croissante d'eau associée à la pression sur les ressources en eau par une grande partie des utilisateurs et à la désertification, liées aux changements climatiques.

Le Maroc à travers son point focal national a demandé l'assistance de SWIM-SM pour estimer le coût de la dégradation des ressources en eaux dans le bassin versant de l'Oum Er-Rbia (voir Section 4). Le choix de ce bassin repose sur les raisons suivantes : (i) Oum Er-Rbia est le 2^e fleuve marocain en termes de longueur avec un linéaire de 550 km. Il prend sa source à une altitude de 1.240 m dans le Moyen Atlas à 40 km de la ville de Kenifra et se jette dans l'Océan Atlantique au niveau de la commune d'Azemmour ; (ii) le bassin de l'Oum Er-Rbia d'une superficie de 35.000 km² (soit près de 7 % de la superficie totale du pays) est soumis à des climats différents allant, d'aval en amont, d'un climat modéré sur l'Atlantique passant par un climat aride et semi-aride; (iii) le bassin hydraulique de l'Oum Er-Rbia est considéré parmi les bassins stratégiques du Maroc. Il est « la clé de voûte » du réseau hydroélectrique produisant 70% de l'énergie hydroélectrique nationale, avec une moyenne de 762 gW/h. Par ailleurs, le secteur d'irrigation représentant plus de 20% de la surface agricole utile est considéré comme la plus grande superficie irriguée de tout le Maroc ; (iv) le bassin de l'Oum Er-Rbia compte 16 barrages d'une capacité de stockage totale de 5.100 millions de m³. Il approvisionne l'eau potable et industrielle pour toute la région du bassin ainsi que pour les villes hors du bassin notamment Casablanca, Settat, Berrechid et Marrakech; (v) les activités de ce bassin sont diversifiées et incluent l'agriculture, l'industrie minière et surtout les phosphates, les industries agro-alimentaires et de transformation. Il est l'un des bassins les plus pollués au Maroc arrivant en second rang après le bassin du Sebou. La qualité de l'eau est dégradée à cause des rejets domestiques, agricoles et industriels ; et (vi) le bassin de l'Oum Er-Rbia a fait l'objet de beaucoup de rapports et d'information scientifiques et techniques. Cependant, aucune de ces études n'a traité la dimension économique de la dégradation de ce bassin et les coûts de remise en état pour pallier à cette dégradation.

L'objectif principal est d'évaluer le coût de la dégradation des ressources en eau au niveau du bassin versant de l'Oum Er-Rbia pour aider les décideurs à l'échelle nationale et locale à identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion de ce bassin par le biais du potentiel de financement des projets lié aux avantages environnementaux et à la réduction des externalités.



Les coûts de la dégradation de l'Oum Er-Rbia ont été calculés sur deux années de base, 2007 et 2010, et sont illustrés dans le Tableau 1 et la Figure 1. Il est à noter que 2007 est caractérisée comme étant une année sèche alors que 2010 est caractérisée comme étant une année humide. Cependant, les centres urbains et agricoles desservis par les transferts du Bassin de l'Oum Er-Rbia (1.600 millions de m³/an) comme Casablanca, Safi, El Jadida, El Haouz et Doukkala n'ont pas été inclus dans l'évaluation des coûts de la dégradation du fait que le volume est un transfert annuel constant et l'efficacité et l'efficience de l'utilisation de l'eau devrait faire l'objet d'une analyse séparée.

Ainsi, les coûts totaux de la dégradation de 2007 et 2010 sont comparés aussi bien au PIB marocain courant (616 et 764 milliards de DM respectivement en 2007 et 2010) qu'au PIB du Bassin de l'Oum Er-Rbia (67 et 80 milliards de DM respectivement en 2007 et 2010). Ce dernier a été extrapolé en utilisant le PIB par habitant pour le bassin de l'Oum Er-Rbia (13.118 et 15.773 DM/habitant respectivement en 2007 et 2010 basé sur le revenu disponible) et le multipliant par le nombre d'habitants qui est de 4,9 et 5,1 millions respectivement en 2007 et 2010.

En 2007, les coûts de la dégradation de l'Oum Er-Rbia se montent à 6,2 milliards de DM avec une variation de 4,6 à 7,2 milliards de DM. Ces coûts représentent 9,3% du PIB de l'Oum Er-Rbia, 1% du PIB du Maroc en terme courant mais 1,1% du PIB du Maroc en terme constant (2000). Le coût attribuable à la santé humaine est de 2,19 milliards DM soit 35,2% du coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia.

En 2010, les coûts de la dégradation de l'Oum Er-Rbia se montent à 6,3 milliards de DM avec une variation de 4,7 à 7,4 milliards de DM. Ces coûts représentent 7,9% du PIB de l'Oum Er-Rbia, 0,8% du PIB du Maroc en terme courant mais 1,0% du PIB du Maroc en terme constant (par rapport à 2000). Le coût attribuable à la santé humaine est de 2,27 milliards DM soit 35,8% du coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia.

Tableau 1 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010

| Catégories | Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia | | | |
|--|---|-------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Borne moyenne millions de DM | % | Borne Inférieure millions de DM | Borne Supérieure millions de DM |
| Année sèche 2007 | | | | |
| Eau | 5.121,7 | 82,5% | 3.732,2 | 6.000,1 |
| Déchets | 985,4 | 15,9% | 841,4 | 1098,1 |
| Biodiversité | 7,6 | 0,1% | 6,8 | >7,6 |
| Catastrophe Naturelle et Environnement Global | 97,2 | 1,6% | 28,7 | 100,5 |
| Total | 6.211,7 | 100% | 4.609,2 | 7.198,6 |
| % PIB courant de l'Oum Er-Rbia (67 milliards de DM) | 9,3% | | 6,9% | 10,8% |
| % PIB courant du Maroc (616 milliards de DM) | 1,0% | | 0,7% | 1,2% |
| Année humide 2010 | | | | |
| Eau | 5.033,1 | 79,3% | 3.571,8 | 5.940,5 |
| Déchets | 1.031,5 | 16,2% | 885,4 | 1.153,6 |
| Biodiversité | 8,3 | 0,1% | 7,4 | >8,3 |
| Catastrophe Naturelle et Environnement Global | 278,0 | 4,4% | 202,9 | 278,5 |
| Total | 6.350,9 | 100% | 4.667,6 | 7.372,6 |
| % PIB courant de l'Oum Er-Rbia (80 milliards de DM) | 7,9% | | 5,8% | 9,2% |
| % PIB courant du Maroc (764 milliards de DM) | 0,8% | | 0,6% | 1,0% |

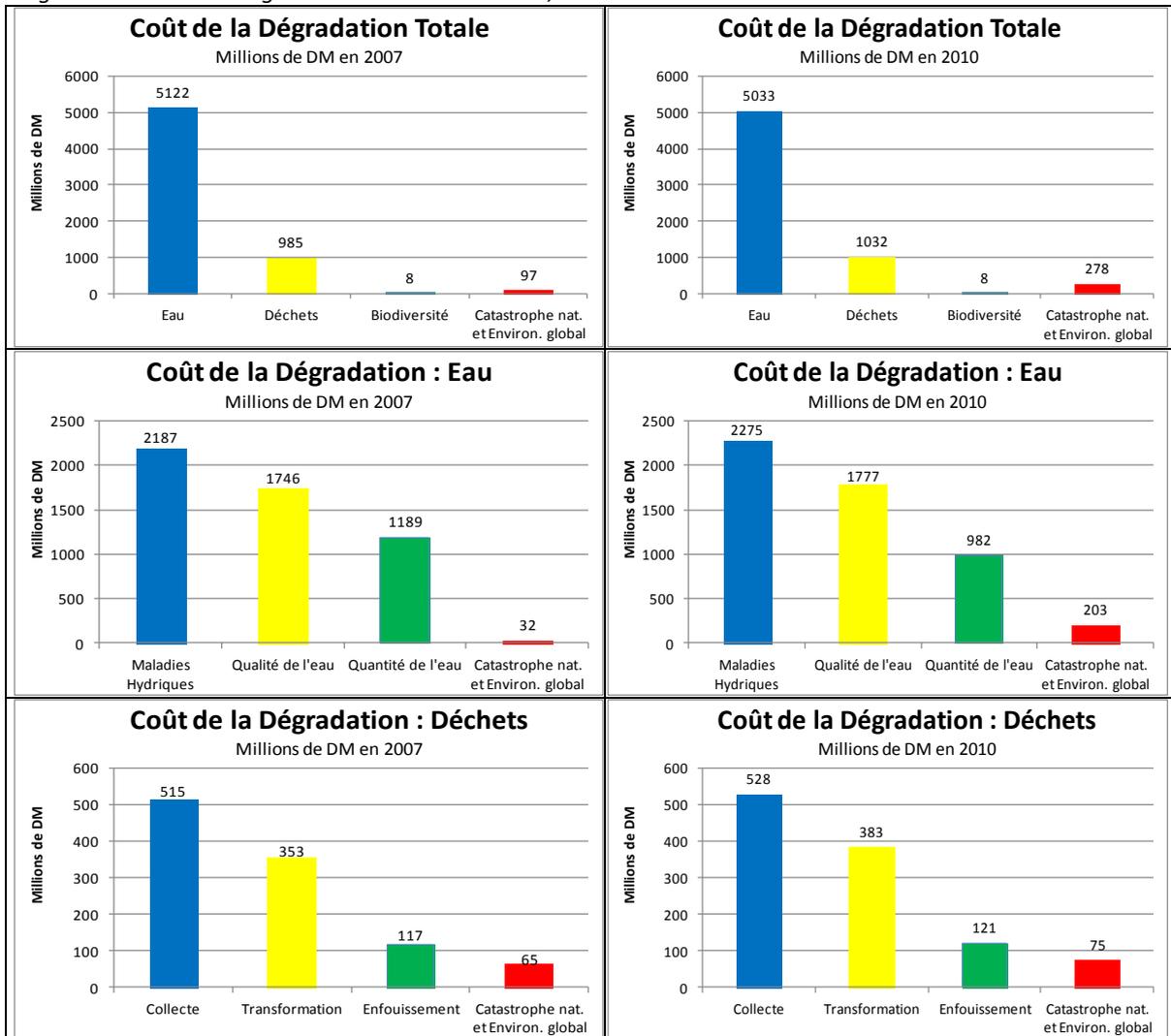
Source : Auteurs.

Ventilée par catégorie en 2007 (Tableau 2 et Figure 2), la dégradation de l'eau est la plus importante dans l'Oum Er-Rbia en valeurs absolue (5,1 milliards de DM en 2007) et relative avec 83% par rapport au total. Les déchets viennent en second lieu (1,1 milliard de DM en 2007) avec relativement 16,9% et la biodiversité 0,1% --les catastrophes naturelles et les GES sont inclus dans les catégories susmentionnées. Ventilée par la sous-catégorie eau, les maladies hydriques représentent la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia suivies par la qualité de l'eau (1,7 milliards de DM), la quantité d'eau (1,2 milliard de DM) et enfin l'environnement global en y incluant les catastrophes naturelles et les émissions de GES (3 millions de DM). Ventilée par la sous-catégorie déchets, la collecte représente la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia (515 millions de DM) suivies par la



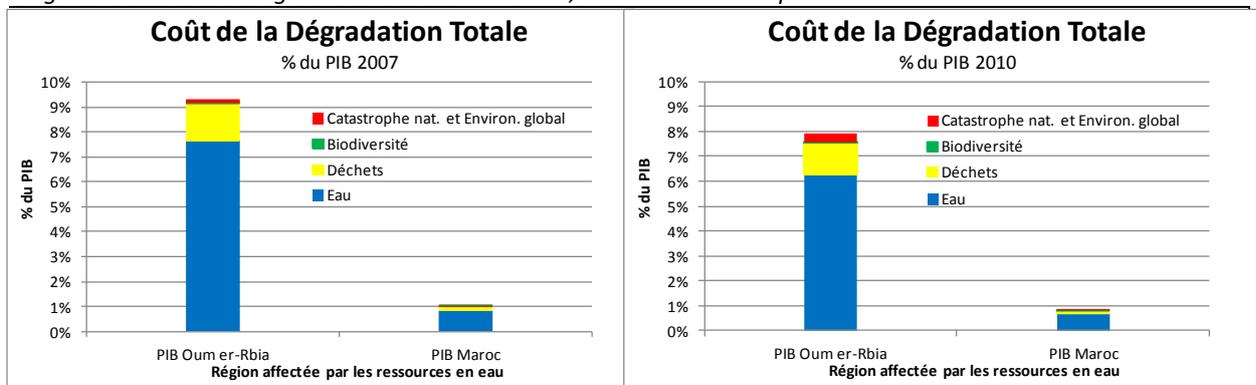
transformation des déchets (353 millions de DM), l'enfouissement (117 millions de DM) et enfin l'environnement global (65 millions de DM).

Figure 1 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010 et en millions de DM



Source : Auteurs.

Figure 2 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010 et équivalent au PIB



Source : Auteurs.



Ventilée par catégorie en 2010 (Tableau 2 et Figure 2), la dégradation de l'eau est la plus importante dans l'Oum Er-Rbia et en valeurs absolue (5,2 milliards de DM en 2010) et relative avec 82,5% par rapport au total. Les déchets viennent en second lieu (1,1 milliards de DM en 2010) avec relativement 17,4% et la biodiversité 0,1% -- les catastrophes naturelles et les GES sont inclusent dans les catégories susmentionnées. Ventilée par la sous-catégorie eau (5,2 milliards de DM en 2010), les maladies hydriques représentent la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia suivies par la qualité de l'eau (1,8 milliards de DM), la quantité d'eau (1 milliard de DM) et enfin l'environnement global en y incluant les catastrophes naturelles et les émissions de GES (203 millions de DM).

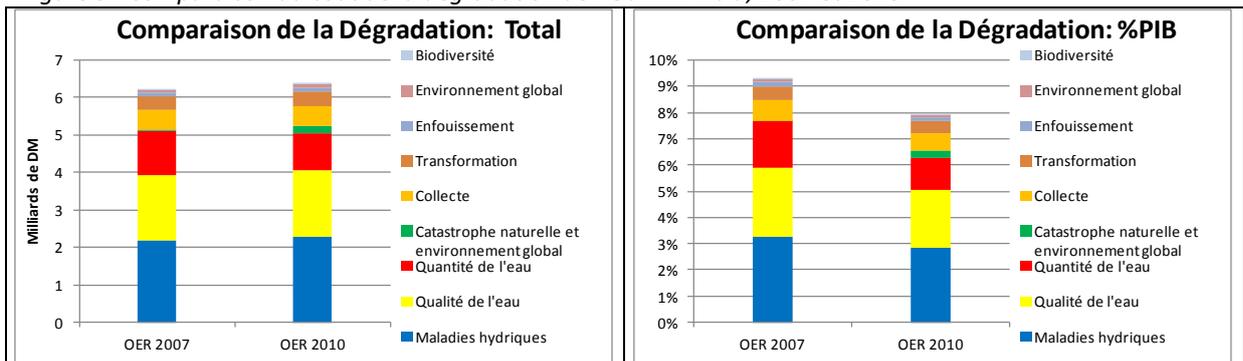
Ventilée par la sous-catégorie déchets, la collecte représente la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia (528 millions de DM) suivies par la transformation des déchets (383 millions de DM), l'enfouissement (121 millions de DM) et enfin l'environnement global (75 millions de DM).

Tableau 2 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia par sous-catégorie, 2007 et 2010

| Catégories et Sous-catégories | Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia Millions de DM | | | |
|--|---|--------|-------|--------|
| | 2007 | % | 2010 | % |
| Eau | 5.154 | 83,0% | 5.237 | 82,5% |
| Maladies hydriques | 2.187 | 35,2% | 2.275 | 35,8% |
| Qualité de l'eau | 1.746 | 28,1% | 1.777 | 28,0% |
| Quantité de l'eau | 1.189 | 19,1% | 982 | 15,5% |
| Catastrophe naturelle et environnement global | 32 | 0,5% | 203 | 3,2% |
| Déchets | 1.050 | 16,9% | 1.106 | 17,4% |
| Collecte | 515 | 8,3% | 528 | 8,3% |
| Transformation | 353 | 5,7% | 383 | 6,0% |
| Enfouissement | 117 | 1,9% | 121 | 1,9% |
| Environnement global | 65 | 1,0% | 75 | 1,2% |
| Biodiversité | 8 | 0,1% | 8 | 0,1% |
| Total | 6.212 | 100,0% | 6.351 | 100,0% |

Note : les coûts associés aux catastrophes naturelles et à l'environnement global ont été agrégés dans chaque catégorie.
Source : Auteurs.

Figure 3 : Comparaison du coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010



Source : Auteurs.

Par ailleurs, la comparaison des coûts de la dégradation en 2007 (année sèche) et 2010 (année humide) laisse apparaître une différence significative en termes de PIB variant entre 1% en 2007 à 0,8% en 2010 par rapport au PIB marocain (Tableau 2 et Figure 3). Mais cette différence est encore plus significative lorsque le PIB de l'OER est considéré : l'écart est de 1,4%. Cependant, cette différence n'est pas entièrement attribuable aux différentes années humides et sèches mais en partie à l'accroissement du PIB sur la période (4,2% par an en moyenne) par rapport à l'accroissement de la pollution. Les trois sous-catégories qui font la différence des années humides et sèches sont: les surcoûts de pompage dus au rabattement des nappes (65 millions de DM) et la réduction de la production hydroélectrique (255 millions de DM comprenant notamment le coût additionnel de GES) devant être



compensée par une production des énergies fossiles en 2007 et des coûts associés aux victimes, dommages et manque à gagner (estimé à 200 millions de DM) en 2010. Ainsi, le coût de la dégradation additionnel en 2007 se monte à 319 millions de DM en 2007 dont le pendant en 2010 est le coût estimé des inondations de 200 millions de DM. Cependant, cette comparaison entre les années n'est que préliminaire et mériterait une analyse plus détaillée afin de dégager les différences telles que l'augmentation de la productivité de l'agriculture pluviale et irriguée qui ont une grande répercussion sur les revenus augmentant ainsi la vulnérabilité des agriculteurs.

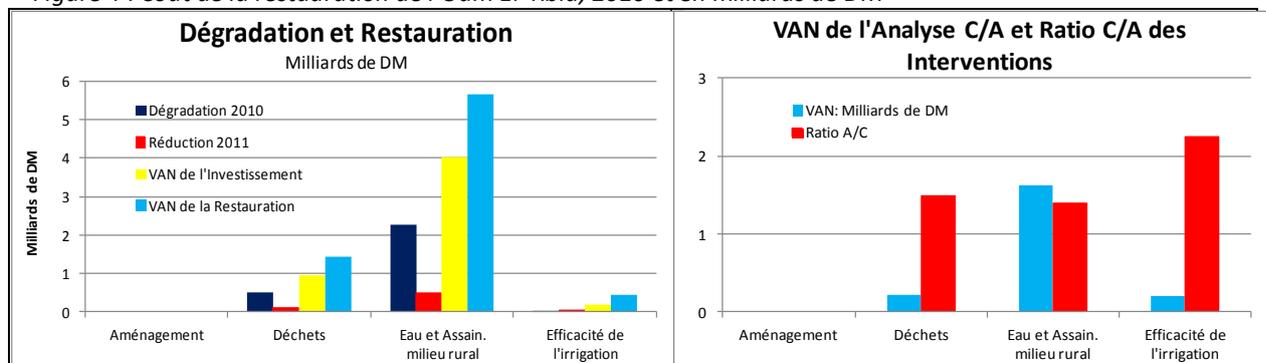
Sur la base de priorités identifiées dans la partie précédente, quatre scénarios d'interventions ont été considérés mais seulement trois ont été réalisés. Seuls, les catégories efficacité de l'irrigation, l'eau potable, eau et assainissement en milieu rural et gestion des décharges ont été évaluées. Les interventions liées à l'aménagement du territoire pour réduire l'érosion et ainsi l'envasement des barrages n'ont pas été considérées faute d'études permettant d'établir une causalité entre l'aménagement et la réduction de l'envasement afin de mener une évaluation économique.

Tableau 3 : Coût de la restauration de l'Oum Er-Rbia, 2010 et en milliards de DM

| Intervention | Dégradation 2010 | Réduction 2011 | VAN de l'Investissement | VAN de la Restauration | Van de l'Analyse C/A |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--|
| | Milliards de DM | Milliards de DM | Milliards de DM | Milliards de DM | Milliards de DM |
| Aménagement | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.497-29.532 DM/ha 6.433-31.579 DM/ha |
| Déchets | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 1,4 | 0,2 |
| Eau et assainissement en milieu rural | 2,3 | 0,5 | 4,0 | 5,7 | 1,6 |
| Efficacité de l'irrigation | 0,04 | 0,04 | 0,19 | 0,43 | 0,20 |

Source : Auteurs.

Figure 4 : Coût de la restauration de l'Oum Er-Rbia, 2010 et en milliards de DM



Source: Auteurs.

Les scénarios les plus efficaces ont été retenus et sont illustrés dans le Tableau 3 et la Figure 4. La rentabilité de l'efficacité de la grande irrigation ne fait aucun doute et pourrait avoir un retour sur investissement positif après seulement 5 ans. Concernant l'eau et l'assainissement en milieu rural, tous les scénarios sont rentables. Pour les déchets, seul, l'alternative tout à la décharge avec génération d'électricité dans des cellules est rentable. Les alternatives avec ségrégation et recyclage ne le sont pas car elles sont trop coûteuses. Ainsi, pour pallier à cette insuffisance, une analyse multicritère pourrait être envisagée pour la prise de décision où des pondérations seraient attribuées non seulement à l'analyse C/A mais aussi à la création d'emploi, la réduction de la pauvreté, etc.

L'analyse des coûts de restauration de trois catégories analysées et basée sur la valeur actualisée nette (VAN) de l'investissement sur 20 ans (21 ans pour les déchets) avec un taux d'escpmpte de 10% et le taux de rendement interne (TRI), a permis de dégager les investissements les plus efficaces et efficaces qui sont les suivants :



- a. Pour l'irrigation, l'investissement permettra d'économiser 200 millions de m³ qui pourront être utilisés pour réduire le déficit structurant dans le bassin ou éventuellement augmenter marginalement les surfaces irriguées. L'analyse dégage une VAN positive de 189 millions de DM, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1.
- b. L'assainissement est rentable avec ou sans l'eau potable et produira une VAN de 1.617 millions de DM, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1.
- c. Le transfert et enfouissement des déchets municipaux n'est rentable que lorsque pour chaque gouvernorat, une station de transfert et une décharge seront établies avec production d'électricité moyennant les émissions du méthane. Cet investissement aura une VAN positive de 226 millions de DM, un TRI de 17% et une VA du Ratio A/C de 1,5.

Le diagnostic et les analyses qui ont été développés dans les précédents chapitres permettent d'arriver à six conclusions d'ordre général :

- Le manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les zones périurbaines et rurales est le coût de la dégradation le plus important qui a été évaluée à 2,2 milliards de DM. Dans son PNA, le Gouvernement marocain a accordé une priorité aux investissements dans les zones urbaines du bassin, cependant l'estimation de la dégradation a montré que l'accès à l'eau potable et l'assainissement est considéré au premier rang des besoins prioritaires de la population rurale et périurbaine de ce bassin, car elle affecte principalement la santé de cette population. Les statistiques marocaines ont montré 1.139 cas de décès dus à la diarrhée sur les 19,36 nouveau-nés par 1.000 habitants en 2010. La prévalence des diarrhées est 2,5 cas par enfant de moins de 5 ans et 0,5 cas pour la population égale ou de plus de 5 ans.¹
- Les déchets non traités constituent la seconde source de la dégradation des ressources en eau du bassin de l'Oum Er-Rbia et estimée à 888 millions de DM. Le PNDM a accordé des investissements importants à la collecte et l'enfouissement des déchets dans les agglomérations urbaines, cependant, ce sont les dépotoirs sauvages et la faiblesse de la collecte et l'enfouissement des déchets en zone périurbaines rurale qui sont aussi significatifs.
- La perte de la productivité agricole irriguée due à la salinité est classé troisième du point de vue dommage et estimée à 775 millions de DM. Malgré l'utilisation d'engrais, un tiers des pertes de productivité du bassin de l'Oum Er-Rbia est attribuable à la dégradation due à la salinité des sols qui est particulièrement liées à la qualité d'eau d'irrigation.
- Les dommages liés à l'érosion sont aussi importants et sont estimés à 285 millions de DM. La relation complexe entre les épisodes de pluie érosive et les taux annuels de perte de sol peut s'expliquer par deux facteurs importants. Le premier facteur est lié au cycle de dégradation du sol qui détermine le potentiel d'érosion des sols du bassin. Le deuxième facteur correspond à l'orientation de la dégradation.
- Les mesures, les données et rapports sur la qualité et la quantité des ressources en eau ainsi que les appréciations qualitatives des impacts sur les ressources naturelles sont généralement bien cernées d'un point de vue technique, cependant, les évaluations économiques de ces impacts sont quasiment inexistantes.
- Le fait que l'eau et l'environnement appartiennent à un même ministère, a renforcé les synergies entre ces deux départements. Cependant le secteur de l'eau et le secteur de l'environnement sont caractérisés par une juxtaposition de deux départements avec des lignes de décisions imprécises sur le problème de la qualité de l'eau. Le département de l'environnement est plutôt focalisé sur le contrôle de la pollution industrielle, cependant, la prise de décision sur la qualité de l'eau ne relève que du département de l'eau et de l'ABHRH et que les compétences du département de l'environnement ne sont considéré qu'à titre d'avis ou de conseil et ceci, faute d'intégrations et de réflexions « transversales ».

Six domaines d'intervention sont proposés pour la gestion intégrée et durable des ressources en eau de l'Oum Er-Rbia qui sous-tendent les recommandations de la présente étude :

¹ Bassi et al. (2011).



- a) **La focalisation en premier lieu sur des investissements efficaces pour le contrôle de la pollution domestique dans les milieux ruraux et périurbains** qui ont été négligés dans le passé. La priorité serait que :
- i. Le Gouvernement marocain investisse d'abord dans l'extension de l'eau potable et de l'assainissement dans le milieu rural du bassin où la pauvreté est prédominante, en utilisant des technologies appropriées. Il existe un vide institutionnel quant à la responsabilité de la planification et la mise en œuvre de l'eau potable et l'assainissement dans les zones rurales du bassin de l'Oum Er-Rbia. Ceci devra être traité par le Ministère de l'Intérieur dans le développement de la stratégie de l'assainissement qui devra se faire de pair avec l'accès à l'eau potable, mais basée sur des éléments économiques et environnementaux persuasifs, et munie des indicateurs de suivi tels que la diminution du coût de la dégradation des ressources en eau.
 - ii. Une stratégie similaire au PNDM pour la gestion des déchets en zone périurbaines et rurales ainsi que la fermeture des dépotoirs sauvages est fortement conseiller. Cependant, les aspects institutionnels (rôle de la commune et des les opérateurs contrôle, infrastructures disponibles) et la capacité financière limitée des communes de l'Oum Er-Rbia, notamment les petites et moyennes d'entre elles, constituent une contrainte majeure pour la gestion des déchets en zone rurales et périurbaines et qui devrait être analysée dans la stratégie proposée.
- b) **La considération des opportunités pour augmenter la productivité agricole en diminuant l'impact de la salinité.** Les opportunités suivantes peuvent être examiné tel que l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation, l'utilisation de la micro-irrigation comme le goutte à goutte, et la considération d'autres produits agricoles qui sont tolérants à la salinité (blé, betterave à sucre et agrume) au lieu des cultures maraîchères et dans les terres où les concentrations de salinité sont très élevées.
- c) **La réorientation progressive de la politique d'intensification d'exploitation des ressources naturelles,** notamment dans le cadre de la mobilisation des ressources en eau de surface et souterraines qui sont surexploitées dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. Cette réorientation pourra se faire sur la base de critères qui incluent explicitement la performance économique et la dégradation et la rareté des ressources du bassin. Ceci devra permettre d'une part une meilleure valorisation des ressources de l'eau et d'autre part intégrer les préoccupations de conservation du patrimoine « sols et eaux », et l'amélioration de leur productivité.
- d) **La planification des interventions en amont susceptibles de réduire l'envasement des barrages** nécessitant de dériver les déterminants de l'envasement et d'évaluer l'impact exact de la lutte antiérosive qui concerne la maîtrise et la mobilisation des eaux de surface et l'adaptation des techniques antiérosives en vue de leur utilisation effective par les exploitants.
- e) **Un réseau d'information décentralisé pour l'observation, le suivi, la surveillance continue des milieux et des ressources naturelles du bassin de l'Oum Er-Rbia.** Ce réseau devrait être réorienté en partenariat avec les institutions de l'eau, l'ABHOER et de l'environnement. Ce réseau aura pour objectif de :
- i. définir et valider des protocoles continus d'échange et de coopération avec d'autres sources d'information et bases de données ;
 - ii. entreprendre des mesures de l'état des sols et des eaux dans le but de refléter la compréhension et l'évaluation du milieu et ses impacts sur la santé et la dégradation du capital naturel permettant ainsi de contribuer à la prise de décision basée sur des données et informations précises et régulières et ;
 - iii. fournir à tout usager, toutes les informations et données sur la nature et qualité des eaux et des sols ainsi que les contraintes et incitations.
- f) **Une dimension d'action horizontale pour une réflexion globale et intégrée sur la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Oum Er-Rbia est fortement recommandée.** Les investissements efficaces et efficients ne sont pas suffisants pour assurer la multi-sectorialité et la coopération entre les ministères, l'ABHOER, les institutions locales et les bénéficiaires. La Commission Provinciale de l'Eau de l'Oum Er-



Rbia pourra constituer un groupe d'étude transversal composée des représentants des ministères (Eau et Environnement, Intérieur, Agriculture et Santé), leur institutions de tutelles tels que l'ONEP, et l'ABHOER ainsi que les représentants des usagers aura comme mandat dans un premier lieu de :

- i. développer une expertise de l'évaluation des avantages et dommages et en économie de l'eau, et un conseil dans les modes et moyens de l'intégration de ces aspects dans les programmes et stratégies sectorielles de développement ; et
- ii. mettre en place un système d'évaluation et de suivi pour les investissements et activités du bassin.



COÛTS DE LA DÉGRADATION ET RESTAURATION DES RESSOURCES EN EAU AU MAROC : BASSIN DE L'OUUM ER-RBIA

1. Introduction

1. Avec une population de 32,2 millions d'habitants en 2011 et un Produit intérieur brut (PIB) total de 100,2 milliards de \$EU en 2011,² le Maroc demeure confronté à une dotation en eau qui est passée de 2.560 m³/habitant/an en 1960 à 730 m³/habitant/an en 2010, le classant parmi les pays à fort stress hydrique tant au niveau régional (1.100 m³/habitant/an en moyenne) qu'au niveau mondial (6.600 m³/habitant/an en moyenne). Le potentiel hydraulique du pays, qui est évalué à 19-17 milliards de m³, consiste en 15-13 milliards de m³ d'eau de surface et 4 milliards de m³ d'eau souterraine. Ainsi, 87% de ses ressources sont allouées à l'agriculture et l'irrigation, et 13 % sont allouées à l'eau potable, l'industrie et le tourisme. Par ailleurs, 80% des ressources en eau sont situées dans les bassins versants du Centre et du Nord. Le secteur de l'agriculture contribue à hauteur d'environ 15% du PIB et 40% de l'emploi.
2. La pénurie de l'eau sera exacerbée à l'horizon de 2030 par une dotation prévue d'atteindre 520 m³/habitant due notamment à la croissance démographique et aux changements climatiques. Déjà dans la majorité des bassins versants, les eaux souterraines sont largement surexploitées. La demande annuelle de l'eau pour l'agriculture est prévue de diminuer de 18% et les ressources en eau potable diminueront de 20%.³ L'étude récente sur les changements climatiques⁴ a suggéré que ces ressources diminueront d'environ 16% en 2030, 15-35 % à l'horizon 2050 et de 27%-44% à l'horizon 2080 suite à une augmentation de la sécheresse due à une augmentation de la température et une diminution de la pluviométrie. Ceci entrainera une surexploitation dangereuse des eaux souterraines et une diminution des eaux de surface avec des disparités entre les bassins versants dues à la variabilité spatiale des précipitations. Le rapport sur le développement mondial (2010) classe le Maroc parmi les pays qui, à l'échelle mondiale, souffrira le plus des impacts négatifs du changement climatique sur les rendements agricoles.
3. La superficie des terres arables au Maroc est de 44,7 millions d'hectares (ha) soit 1,6 ha/habitant. Par ailleurs, 19% de ces terres, soit 8,7 millions d'ha, sont sévèrement ou très sévèrement dégradés:⁵ 93% des sols est sujet à une aridité importante (désertique et aride à semi-aride) et 7% des sols est classé comme humide et semi humide. La fragilité de ces sols est due, d'une part à leur faible teneur en matière organique, inférieure à 2% et d'autre part à leur forte exposition à une érosion essentiellement hydrique et éolienne. Cette surexploitation des ressources en eau et la gestion non durable des sols engendrent une perte des terres arables, une baisse des rendements de ces terres et une réduction de leurs productivités ainsi qu'une contribution importante dans l'intensification du phénomène d'envasement des barrages.⁶ Le coût de la dégradation des sols a été estimé entre 975 et 1.900 millions de DM, soit une moyenne de près de 1.440 millions de DM (0,41% du PIB de 2000) chiffre qui n'inclut pas les coûts de la dégradation dues à la salinité.⁷
4. Les grands barrages du Maroc⁸ sont au nombre de 128 et offrent une capacité totale d'environ 17,2 milliards de m³ d'eau mobilisable. L'envasement des barrages, estimé à 65 millions de m³ par an⁹, se traduit par une réduction de leur capacité de stockage d'eau et de production hydroélectrique. De même,

² Site web : <www.worldbank.org/en/country/morocco>.

³ Groupement CACG/ADI, Etude du PDAIRE du bassin de l'Oum Rbia Décembre 2010.

⁴ Kingdom of Morocco, Agriculture and Climate Change: Impacts and Policy Implications, The World Bank, 2010.

⁵ FAO Land Resources Potential and Constraints at Regional and Country Level, World Soil Resources Report 90, Rome, 2000.

⁶ Banque mondiale (2003).

⁷ Banque mondiale (2003).

⁸ Site web : <www.water.gov.ma>.

⁹ Resing, Inventaire du degré de la Pollution des Eaux Superficielles, contrat n°34/DSPR/2005.



le Maroc est soumis depuis une dizaine d'années à des orages d'été et des crues torrentielles¹⁰ qui ont causé des pertes en vie humaine ainsi que des dégâts importants touchant les infrastructures, les terres agricoles et les propriétés privées. Le Plan National de Protection contre les Inondations et les impacts des ouvrages de protection sur l'environnement, préparés par la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau en 2001, a identifié 392 sites prioritaires qui présentent un risque d'inondation, dont 63 sont situés dans le bassin du Sebou. L'exemple type d'inondation est la ville de Casablanca¹¹ qui a été la plus touchée par le débordement de l'oued Bouskoura, lors de l'événement météorologique du 30 novembre 2010, suite à des pluies torrentielles enregistrant 195 mm en 24 heures, soit 50% de la moyenne annuelle enregistrée uniquement en une journée.

5. Le Maroc doit faire face à un défi due la raréfaction et la surexploitation des ressources souterraines et la dégradation de leur qualité, la pollution hydrique, la dégradation des écosystèmes et l'érosion des sols.¹² Les systèmes d'irrigation sont encore peu performants à défaut d'adoption de pratiques optimales, et eu égard à la faible efficacité dans les services, facteurs qui ont diminué la productivité agricole. En effet, la valeur ajoutée de l'eau irriguée a été estimée à 1,63 DM/m³ qui est beaucoup moins que le potentiel de 4 DM/m³.¹³
6. Cependant, le Maroc a réalisé d'importants résultats dans le domaine de la maîtrise et la mobilisation des ressources en eau et l'adoption de la gestion intégrée de l'eau. Entre 1970 et 2005,¹⁴ la production d'eau potable a augmenté par un facteur de 3,8 soit de 240 million de m³ à 915 million de m³. Le taux de branchement individuel est passé de 52% à environ 100% dans le milieu urbain. En milieu rural, l'accès à l'eau potable a augmenté de 14% en 1994 à environ 80% en 2005. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement dans le milieu urbain est de l'ordre de 70%, cependant, le taux d'épuration est de l'ordre de 7%. La superficie d'irrigation a augmenté entre 1960 et 2005, de 200.000 ha à 1,5 millions d'ha entre 1960-2001. C'est grâce à l'établissement des grandes structures hydrauliques de barrages ainsi que la construction de puits et de forages que l'eau potable a été sécurisée pour la population et ne s'est pas interrompue, que l'irrigation à grande échelle a été développée et que les inondations ont été partiellement maîtrisées.
7. Le Maroc a adopté une nouvelle politique dans le domaine de l'eau basée sur la gestion de la demande, la participation des usagers et la dépollution au niveau des bassins versants. La gestion de la demande, contrairement à la gestion de l'offre, pourra garantir l'efficacité et l'efficacité opérationnelle et économique de la gestion des ressources en eau. Cette approche consiste à mettre en place une gestion intégrée qui inclue les aspects institutionnels, juridiques, économiques, sociaux et techniques afin de changer le comportement des usagers et de réaliser un équilibre durable entre l'offre limitée de l'eau et sa demande croissante.¹⁵
8. Cette politique se base sur 3 axes :¹⁶
 - a. L'intégration et la mise en cohérence des programmes et des politiques de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement ;
 - b. Le renforcement de la gestion décentralisée, concertée et participative des ressources en eau, et la poursuite des réformes législatives et réglementaires ; et
 - c. L'adoption d'un plan national de l'eau dont les orientations sont largement débattues, concertées et approuvées par les acteurs concernés.

¹⁰ Problématique de l'inondation dans la zone d'études, Etude du PDAIRE du bassin de l'Oum Rbia, Décembre 2010.

¹¹ Situation des ressources en eau et de remplissage des barrages 2010-2011. Site web : <www.water.gov.ma>.

¹² Groupement CACG/ADI, Etude du PDAIRE du bassin de l'Oum Er-Rbia, Décembre 2010.

¹³ Banque mondiale, DPL pour le support du Plan Vert, 2011.

¹⁴ Groupement CACG/ADI, Etude du PDAIRE du bassin de l'Oum Er-Rbia, Décembre 2010.

¹⁵ Chapitre II – Cadre institutionnel et juridique CACG/ADI PDAIRE Oum Er-Rbia Mai 2010. Mission III « Elaboration du PDAIRE.

¹⁶ Site web : <www.ondh.ma/pdf/STRATEGIE_NATIONALE_EAU.pdf>.



9. En 2009, le Gouvernement Marocain a adopté une nouvelle stratégie dans le domaine de l'eau.¹⁷ Elle consiste à :
 - a. Economiser 2,5 milliards de m³ par an par la gestion de la demande ;
 - b. Mobiliser 2,5 milliards de m³/an à travers des ressources non conventionnelles telles que le dessalement et l'utilisation des eaux usées traitées ; et
 - c. Augmenter le taux d'accès à l'assainissement à 90 % dans les zones urbaines.
10. Afin de mettre en œuvre cette stratégie, le Gouvernement a poursuivi un programme sur la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) qui a été instauré depuis la promulgation de la loi 10-95 sur l'eau (voir Section 3) et qui a les 4 sous-objectifs suivants :¹⁸
 - a. L'amélioration de la concertation, de la mise en œuvre, du contrôle et du suivi de la planification des ressources en eau ;
 - b. La préservation des eaux souterraines ;
 - c. La réutilisation des eaux usées ; et
 - d. Le renforcement de la participation des acteurs au suivi, à la gestion et à la préservation des ressources en eau.
11. Outre la politique et la stratégie de l'eau, le Maroc a développé des politiques et programmes sectoriels principalement dans le domaine de l'irrigation, de l'agriculture, de l'assainissement liquide et des déchets municipaux.
12. *Le Plan Maroc Vert (PMV)*¹⁹ est une stratégie gouvernementale instaurée en 2008 et vise à transformer l'agriculture en un moteur de croissance économique équitable. Le PMV a pour objectif de doubler la valeur ajoutée agricole en dix ans. Il se base sur deux piliers : (a) soutien des exploitants pour les inciter à opérer leur intégration dans l'économie mondiale ; et (b) soutien aux exploitations agricoles de subsistance tenues par les petits exploitants des zones marginales et leur intégration au marché national ainsi que le renforcement de leur capacités à l'adaptation aux changements climatiques vis-à-vis desquels ils sont les plus vulnérables.
13. *Le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI)*²⁰ fait partie intégrale des réformes du PMV et de son agenda d'investissement. Son objectif est d'améliorer les revenus agricoles par l'adaptation des technologies et des pratiques efficaces, ainsi que la valorisation de l'eau au niveau de la production et du marketing. La PNEEI est un programme étalé sur 15 ans pour introduire l'irrigation localisée sur 500.000 ha.
14. *Le Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées (PNA)*²¹ a été lancé en 2006 par le Gouvernement pour pallier aux retards et lacunes causées par le secteur de l'assainissement. Le PNA a pour objectif :
 - D'atteindre un taux de raccordement global au réseau d'assainissement de plus de 80% en milieu urbain à l'horizon 2020 pour atteindre 100% en 2030; et

¹⁷ Site web : <www2.gtz.de/dokumente/bib-2011/giz2011-0058fr-programmes-projets-maroc.pdf>.

¹⁸ Site web : <www2.gtz.de/dokumente/bib-2011/giz2011-0058fr-programmes-projets-maroc.pdf>.

¹⁹ Site web : <www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2011/03/18/000020953_20110318161204/Rendered/PDF/AB62270MA0FR0integrating0climate0change.pdf>.

²⁰ World Bank. 2012. *Morocco - Second Development Policy Loan in support of the Plan Maroc Vert Project*. Washington D.C. - The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/04/16250272/morocco-second-dpl-support-plan-maroc-vert>

²¹ Ministère de l'Intérieur et Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Janvier 2006.



- De réduire la pollution de 60% conformément aux objectifs décrits dans le cadre de la stratégie nationale de Protection de l'Environnement, en atteignant des volumes des eaux usées traitées de 80% en 2020 et 100% en 2030.
15. *Le Programme National des Déchets Ménagers et Assimilés (PNDM)*²² a été lancé en 2008 pour remédier aux problèmes causés par le manque adéquat de collecte, de traitement et d'enfouissement des déchets ménagers. L'objectif de ce programme est de moderniser le secteur des déchets, étendre la professionnalisation des services de collecte et moderniser les pratiques d'enfouissement et de recyclage. Le programme a pour objectif l'augmentation du taux de la collecte en milieu urbain de 70% à 90% en 2021, l'enfouissement de 100% des déchets ménagers dans les décharges contrôlées et la fermeture ou la réhabilitation des 300 décharges sauvages existantes.
16. Le Gouvernement marocain a mis en place des politiques et des programmes dans le domaine de l'eau pour répondre au défi majeur d'une gestion durable des ressources en eau qui est rare et qui est influencée par une forte demande et affectée par la sécheresse. La gestion de la demande exige une prise en compte du facteur économique de l'exploitation de l'eau dans les divers secteurs qui n'est pas encore maîtrisé. En effet, la valeur réelle de la rareté de l'eau²³ et surtout celle des eaux souterraines n'a pas encore été analysée. Les seuls coûts payés partiellement par les usagers sont les coûts d'exploitation et de maintenance et non pas la valeur réelle de l'eau. Afin d'ancrer la GIRE, il serait important d'étudier la valeur socio-économique et environnementale (valeur directe et indirecte) de l'eau ainsi que les aspects économiques pour minimiser les impacts environnementaux. C'est dans ce contexte que l'étude sur les coûts de la dégradation des ressources en eau a été développée au niveau du bassin versant pilote de l'Oum Er-Rbia.

²² Ministère de l'Intérieur et Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, 2008.

²³ Chapitre II – Cadre institutionnel et juridique CACG/ADI PDAIRE Oum Er-Rbia Mai 2010. Mission III « Elaboration du PDAIRE ».



2. Le Mécanisme de Soutien à la Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM)

2.1 Aperçu Général

17. Le coût de la dégradation des ressources en eau du bassin versant pilote de l'Oum Er- Rbia s'inscrit dans le cadre de l'étude régionale du coût de la dégradation des ressources en eaux à l'échelle des bassins versants et qui est appuyée par le projet SWIM-SM. SWIM-SM²⁴ est un programme de soutien technique régional dont l'objectif est d'encourager activement la diffusion élargie des politiques et des pratiques durables de gestion de l'eau dans la région, dans le contexte de la pénurie croissante d'eau associée à la pression sur les ressources en eau par une grande partie des utilisateurs et à la désertification, liées aux changements climatiques. De portée régionale et visant à ajouter de la plus-value et à compléter les autres processus régionaux à travers des activités régionales et nationales reproductibles, le projet SWIM-SM s'attache à :
- Fournir un appui stratégique aux neuf pays²⁵ sud méditerranéens Partenaires de l'Union européenne pour le développement et la mise en œuvre des politiques et des plans de gestion durable de l'eau, impliquant un dialogue intersectoriel et la consultation des institutions concernées.
 - Contribuer au renforcement institutionnel et au développement des compétences de gestion et de planification nécessaires et faciliter le transfert du savoir-faire.
18. L'une des cinq composantes de ce projet est l'amélioration de la gouvernance de l'eau et l'intégration des problématiques de l'eau dans les politiques sectorielles telles que les politiques des secteurs de l'agriculture, l'industrie, le tourisme, etc., et ceci, afin que l'eau devienne un élément important dans les politiques et les stratégies nationales de développement.
19. Bien que les problèmes d'eau et leurs impacts sur l'économie aient été évalués à l'échelle nationale (voir Section 4), la situation est différente au niveau des bassins versants car aucune identification précise des problèmes et aucune évaluation des coûts associés à la dégradation n'ont encore été réalisées. Cependant, des décisions doivent être prises au niveau du bassin en ce qui concerne la gestion et la protection des ressources en eau, en collaboration étroite avec les autorités locales, et en particulier pour les systèmes de conservation des eaux et des sols, de traitement des eaux usées aux niveaux régional et local. Le coût de la dégradation des ressources en Eau (*Cost of Water Resources Degradation ou CWRD en anglais*) permettra aux institutions locales de disposer d'outils nécessaires leur permettant de discuter en termes monétaires avec leurs ministères nationaux, et en particulier avec les ministères des Finances, les autres autorités compétentes et le public, tout ce qui concerne les différents types de coûts de la dégradation et les politiques nécessaires pour réduire ces coûts.
20. Le Maroc à travers son point focal national a demandé l'assistance de SWIM-SM pour estimer le coût de la dégradation des ressources en eaux dans le bassin versant de l'Oum Er-Rbia (voir Section 4). Le choix de ce bassin repose sur les raisons suivantes :²⁶
- a. Oum Er-Rbia, est le 2^e fleuve marocain en termes de longueur avec un linéaire de 550 km. Il prend sa source à une altitude de 1.240 m dans le Moyen Atlas à 40 km de la ville de Kenifra et se jette dans l'Océan Atlantique au niveau de la commune d'Azemmour.

²⁴ Site web : <www.swim-sm.eu>.

²⁵ Les neufs Pays sont l'Algérie, l'Égypte, Israël, la Jordanie, le Liban, le Maroc, les Territoires Palestiniens Occupés, la Syrie et la Tunisie.

²⁶ Etude du PDAIRE du bassin de l'Oum Er-Rbia Décembre 2010 ; et Resing, Inventaire du degré de la Pollution des Eaux Superficielles, contrat n°34/DSPR/2005.



- b. Le bassin de l'Oum Er-Rbia d'une superficie de 35.000 km² (soit près de 7 % de la superficie totale du pays) est soumis à des climats différents allant, d'aval en amont, d'un climat modéré sur l'Atlantique passant par un climat aride et semi-aride dans les plaines de Rhamna et Tadla respectivement, à un microclimat de montagne dans le Moyen Atlas. L'étude de l'impact des changements climatiques sur l'agriculture²⁷ a montré que ce bassin sera principalement affecté par une pénurie d'eau suite à une augmentation potentielle qui diminuera les eaux de barrages qui stockent plus du tiers de l'eau de surface au niveau national.
- c. Le bassin hydraulique de l'Oum Er-Rbia est considéré parmi les bassins stratégiques du Maroc. Il est « la clé de voûte »²⁸ du réseau hydroélectrique produisant 70% de l'énergie hydroélectrique nationale, avec une moyenne de 762 gW/h. Par ailleurs, le secteur d'irrigation représentant plus de 20% de la surface agricole utile (SAU) est considéré comme la plus grande superficie irriguée de tout le Maroc.
- d. Le bassin de l'Oum Er-Rbia compte 16 barrages d'une capacité de stockage totale de 5.100 millions de m³ et 7 systèmes de transfert d'eau. Il approvisionne l'eau potable et industrielle pour toute la région du bassin ainsi que pour les villes hors du bassin notamment Casablanca, Settat, Berechid et Marrakech avec une capacité d'environ 160 millions de m³/an.
- e. Les activités de ce bassin sont diversifiées et incluent l'agriculture, l'industrie minière et surtout les phosphates, les industries agro-alimentaires et de transformation. Il est l'un des bassins les plus pollués au Maroc arrivant en second rang après le bassin du Sebou. La qualité de l'eau est dégradée à cause des rejets domestiques, agricoles et industriels.
- f. Le bassin de l'Oum Er-Rbia a fait l'objet de beaucoup de rapports et d'information scientifiques et techniques. Cependant, aucune de ces études n'a traité la dimension économique de la dégradation de ce bassin et les coûts de remise en état pour pallier à cette dégradation.

2.2 Objectif de l'Etude

21. L'objectif principal est d'évaluer le coût de la dégradation des ressources en eau au niveau du bassin versant de l'Oum Er-Rbia pour aider les décideurs à l'échelle nationale et locale à identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion de ce bassin par le biais du potentiel de financement des projets lié aux avantages environnementaux et à la réduction des externalités.
22. Les résultats visés sont :
 - a. Un aperçu des aspects économiques des problèmes de gestion du bassin versant ;
 - b. Une évaluation du coût de la dégradation des ressources en eau dans le bassin de l'Oum Er-Rbia incluant la dégradation écologique et la salubrité de l'environnement ;
 - c. Une analyse économique pour certaines alternatives prioritaires; et
 - d. Des recommandations concrètes sous forme de plans d'investissements afin d'intégrer les avantages sur l'environnement et d'améliorer la gestion de ce bassin.
23. Le coût de la dégradation des ressources en eau peut être envisagé comme une mesure du bien-être perdu en raison de la dégradation des ressources en eau. Une perte en termes de bien-être comprend, sans s'y limiter nécessairement :
 - Une perte en termes de vie en bonne santé et de bien-être de la population (par exemple, le fardeau de la maladie) ;
 - Des pertes économiques (par exemple, des revenus auxquels certains agents économiques ont dû renoncer) ; et
 - Une perte en termes d'opportunités relatives à l'environnement et à l'eau (par exemple, une perte en termes de tourisme, de ressources halieutiques et de biodiversité).

²⁷ World Bank, 2010. Kingdom of Morocco, Agriculture and Climate Change: Impacts and Policy Implications. Washington, D.C.

²⁸ Le Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia: Une plate forme importante et un pôle économique et stratégique, Brochure agence.

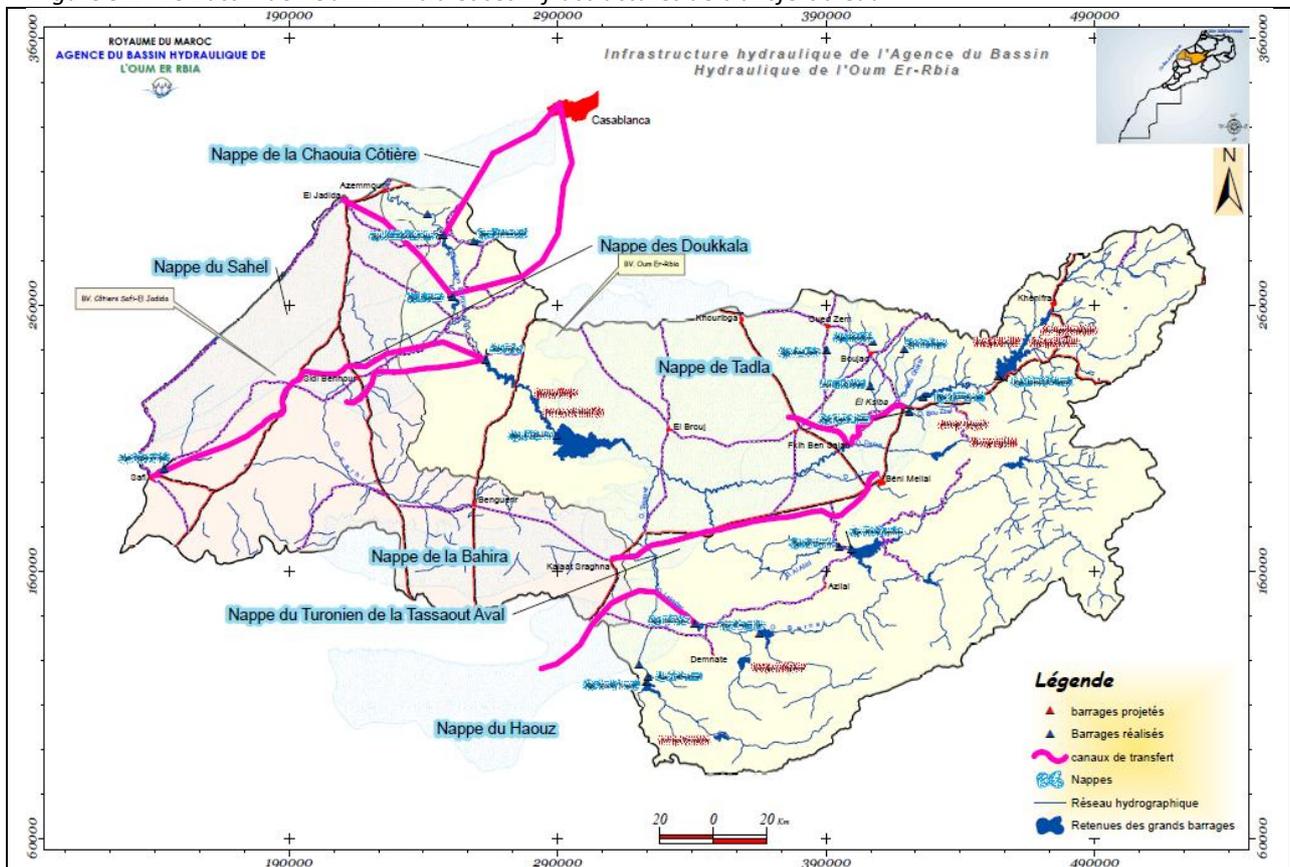


3. Le Bassin Versant de l'Oum Er-Rbia

3.1 Données Générales du Bassin de l'Oum Er-Rbia

24. D'une longueur de 550 km, le fleuve de l'Oum Er-Rbia draine le bassin de l'Oum Er-Rbia avec une surface d'environ 35,000 km² et les bassins côtiers atlantiques, situés entre El Jadida et Safi d'une surface de 13,070 km². La superficie totale du bassin hydrographique est de 48,070 km², soit 7% de la superficie totale de pays. Elle couvre 16 provinces d'une population totale d'environ 5,2 millions d'habitants soit 16,3% de la population du Royaume en 2010. La population urbaine est d'environ 2,1 million d'habitants et la population rurale compte environ 3,1 million d'habitants. La densité moyenne de la population a été estimée à 108 habitants par km² en 2010. Avec une pluviométrie variant entre 300 à 1.100 mm, le bassin de l'Oum Er-Rbia est soumis à des zones climatiques différentes allant du climat littoral sur la côte atlantique, à un climat orographique dans les montagnes du Moyen Atlas, en passant par un climat aride dans la plaine de Rhamna et semi aride dans la plaine de Tadla.

Figure 3.1 : Le Bassin de l'Oum Er-Rbia et ses infrastructures de transfert d'eau



Source : procurée par l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abhor.ma>.

25. La ressource annuelle du bassin de l'Oum Er-Rbia a nettement baissé, passant de 3,85 milliards de m³ au cours de la période 1941-1980 à 2,31 milliards de m³ au cours de la période 1981-2008.²⁹ Cependant, le volume des apports d'eau de surface atteint un maximum de 8,3 milliards de m³/an et un minimum de 1,3 milliards de m³/an.³⁰ Le potentiel d'eau mobilisable est d'environ 4.000 millions de m³ dont 3.365 millions de m³ sont déjà mobilisés. Le taux de mobilisation des ressources d'eau de surface et souterraines

²⁹ PDAIRE (2010).

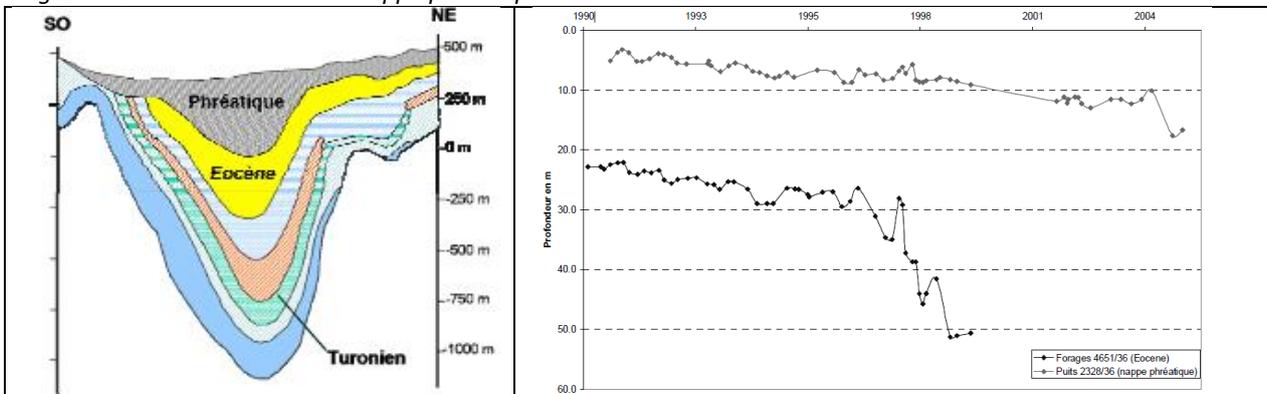
³⁰ Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia.



dépassent 93%. Par ailleurs, 86% de ces eaux sont allouées à l'irrigation et 14% à l'eau potable et l'industrielle. Le volume d'eau transféré en dehors du bassin à Casablanca, Settat, Berechid et Marrakech est d'environ 160 millions de m³/an. Tous ces volumes sont déjà affectés par les changements climatiques.

26. Le potentiel mobilisable en eau souterraine est d'environ 350 millions m³/an. Ces nappes sont surexploitées et souffrent d'un manque de contrôle des prélèvements. Cette baisse de la ressource a poussé les usagers (l'alimentation en eaux potable et industrielle et l'irrigation) à recourir de plus en plus au pompage des nappes phréatique, éocène et même turonienne. Dans la région de Tadla, 8.310 points d'eau ont été recensés et se répartissent de la façon suivante : 2.560 forages (31%) ; 4.990 puits (60%) ; et 708 puits-forages (9%). Par ailleurs, un nombre important d'ouvrages recensés (1.961) ont été abandonnés à cause notamment du rabattement ou au tarissement de la nappe, le faible débit de pompage, le coût de pompage élevé comparativement au coût de l'eau de surface et les conflits familiaux tel que l'héritage.³¹ Le rabattement des nappes est illustré dans la Figure 3.2 avec une tendance négative s'accroissant durant les années de sécheresse.

Figure 3.2 : Rabattement de la nappe phréatique et éocène de Tadla



Source : Hammani et al. (2006) ; et Hammani et Kuper (2008).

27. Le bassin a une vocation agricole et d'élevage et possède la plus grande superficie irriguée du pays avec 494.000 ha dont plus de 90% des terres sont destinés à la céréaliculture.³² A cela s'ajoutent 426 unités industrielles,³³ dont l'industrie agro-alimentaire, qui représente 44 % de l'activité industrielle telle que les conserveries, les sucreries et les huileries ; l'industrie chimique de phosphate, les industries mécaniques, métallurgiques et électriques ainsi que la fabrication de textiles et de cuirs.
28. Les aménagements hydrauliques du bassin consistent en 16 barrages (Tableau 3.1) qui servent de réservoirs de stockage d'eau avec une capacité de 5.096,6 millions de m³ et dont certains sont utilisés pour la production hydroélectrique d'une capacité totale de 760 MW soit 70% du parc hydroélectrique national. Ces barrages sont aussi utiles pour le stockage des eaux en période de crues, pour régulariser leur évacuation pour les besoins d'agriculture et d'irrigation et d'utilisation de ces eaux pendant les périodes de sécheresse. Le grand barrage Al Massira (superficie de bassin de 14.000 ha) sert aussi de régulateur des eaux du bassin. Compte tenu des fortes érosions des bassins drainés et des volumes importants d'apports solides dans les cours d'eau, ces barrages ont subi des envasements qui ont diminué leur capacité de stockage.
29. Le bassin de l'Oum Er-Rbia a été constamment soumis à de fortes inondations qui ont particulièrement affecté les grandes villes comme Béni Mellal, El Jadida, Benguerir et Kelâat Des Sraghna et qui ont causé des dommages matériels et humains lors de la dernière décennie. En effet, 61 points chauds dans 32

³¹ Hammani et Kuper (2008).

³² CACG Etude du PDAIRE du bassin de l'Oum Er-Rbia Décembre 2010, Mission 1.2, Marché 13/2006.

³³ Secrétariat d'Etat de l'Environnement, 2005.



centres urbains ont été recensés avec des degrés de risques variés suivant l'état de gravité et de dégâts potentiels ou réels. Un Plan Directeur de Protection Nationale contre les Inondations (PNI) a été développé et sa mise en œuvre est en cours de réalisation.

Tableau 3.1 : Barrages sur le Bassin de l'Oum Er-Rbia

| Barrage | Puissance installée MW | Cours d'eau | Date de mise en service | Utilisation | Capacité (Mm ³) |
|-------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Bin El Ouidane (**) | | Laabid | 1954 | Irrigation, E, | 1 243 |
| Ait Ouarda (**) | | Laabid | 1954 | Irrigation, E, | 4 |
| My Hassan 1er (*) | | Lakhdar | 1986 | Irrigation, E, AEPI | 243 |
| Sidi Driss (*) | | Lakhdar | 1980 | Irrigation, E AEPI | 0,98 |
| My Youssef (*) | | Tassaout | 1969 | Irrigation, Energie | 150 |
| Timin' Outine (*) | | Tassaout | 1979 | Irrigation | 2,4 |
| Agadir Bouchiba (*) | | Tassaout | 1960 | Irrigation | 0,1 |
| Kasba Tadla (*) | | Oum Er-Rbia | 1929 | Irrigation | 0,1 |
| Al Massira (*) | | Oum Er-Rbia | 1979 | Irrigation, E, AEPI | 2 657 |
| Imfout (**) | | Oum Er-Rbia | 1940 | Irrigation, E, AEPI | 17,3 |
| Daourat (**) | | Oum Er-Rbia | 1950 | AEP, E | 10,7 |
| Sidi Said Maachou (**) | | Oum Er-Rbia | 1929 | AEP, E | 1,5 |
| Digue de Safi (*) | | Canal de Doukkala | 1965 | AEPI | 3 |
| Ahmed El Hansali (*) | | Oum Er-Rbia | 2002 | Irrigation, E, AEP | 744 |
| Ait Messoud (*) | | Oum Er-Rbia | 2003 | Irrigation, E, AEP | 14 |
| Digue de Sidi Daoui (*) | | Oum Er-Rbia | 1984 | AEPI | 5,5 |
| Total | 760 | | | | 5.096,6 |

(*) : Barrages entretenus par l'ABH de l'Oum Er-Rbia.

(**) : Barrages entretenus par l'ONE.

Source : adapté du Site web de l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abhor.ma>.

3.2 La Pollution du Bassin de l'Oum Er-Rbia

30. Le bassin de l'Oum Er-Rbia est l'un des bassins les plus pollués du Maroc. Les sources de pollution sont d'origine domestique (eaux usées urbaines et rurales, déchets), agricole, industrielle et minière (Figure 3.3). Les rejets domestiques de 70 centres urbains sont de l'ordre de 49,0 millions de m³/an³⁴ et sont prévus d'atteindre 66,5 millions de m³/an en 2020.³⁵ La pollution en DBO₅ a été estimée environ à 27.000 tonnes/an et la pollution en DCO est de 56.000 tonnes/an. De plus, 53% de ces rejets sont versés dans les oueds, environ 30% dans l'océan Atlantique, et environ 17% sont percolés dans les sols. Sur les 70 centres urbains du bassin de l'Oum Er-Rbia, environ 15 centres sont équipés de réseau d'assainissement avec un taux de couverture de 35% et 30 centres ont un taux de couverture supérieur à 90%.³⁶ Il existe 16 stations d'épuration dont 8 (Khouribga, Béni Mellal, Boujâad, Boujniba, Hattane, d'Oued Zem, d'El Qualidia et Ben Guerir) sont partiellement en opération. Les volumes des rejets domestiques dans les zones rurales n'ont pas été encore estimés. Ces rejets sont soit versés dans des fosses septiques ou dans des puits perdus ou percolés dans les sols.

31. La salinité varie entre 1 et plus de 5,0 deciSiemens par mètre (dS/m) à l'aval hydraulique de la région de Tadla et touche environ 19.500 ha et les nappes phréatiques (Figure 3.4). Par ailleurs, la salinité globale du sol est d'habitude positivement corrélée à celle de l'eau d'irrigation qui peut donc produire des moyennes inférieures ou supérieures dans certaines régions de l'Oum Er-Rbia surtout en région côtière.

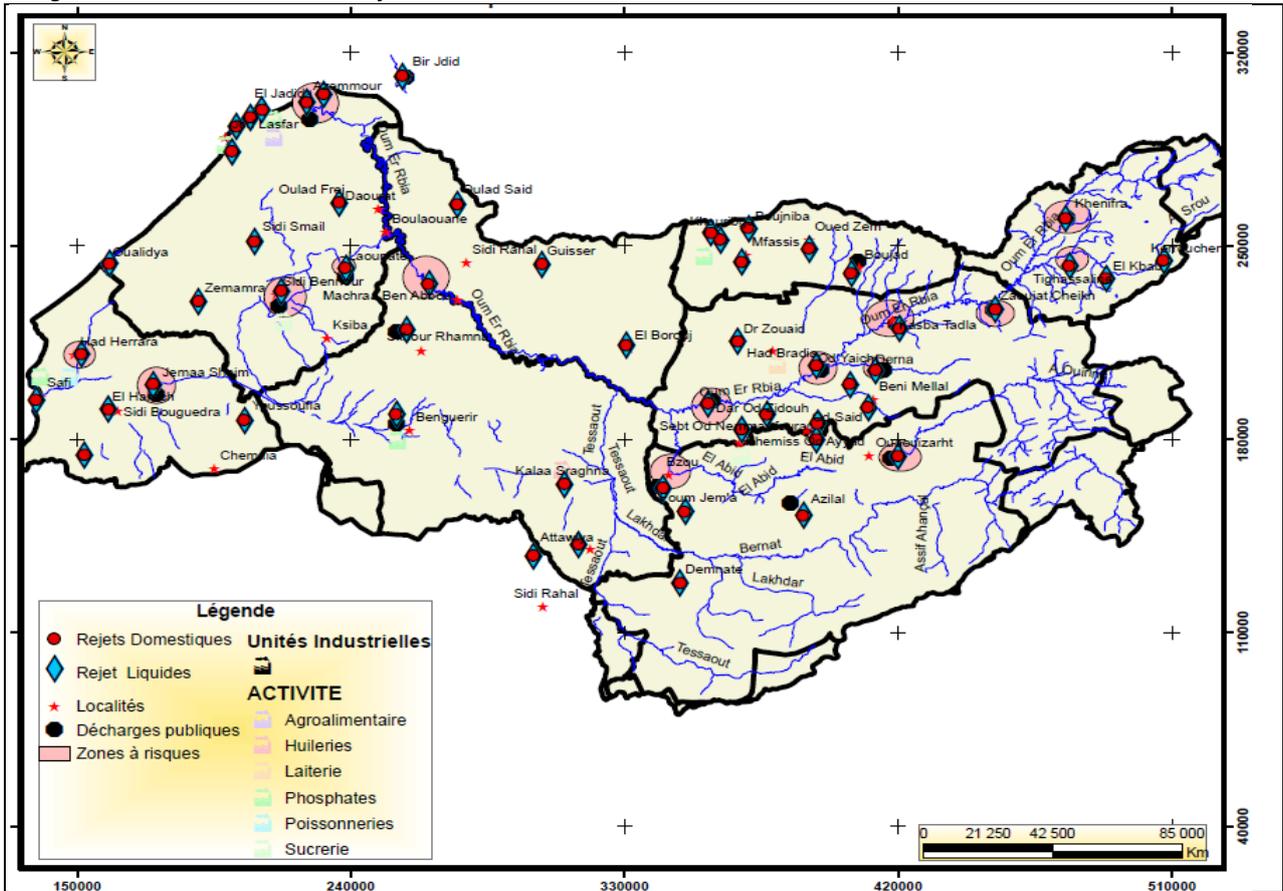
³⁴ Secrétariat d'État de l'Environnement (SEE) 2005.

³⁵ Resing. Inventaire du degré de la Pollution des Eaux Superficielles, contrat n°34/DSPR/2005.

³⁶ Secrétariat d'État de l'Environnement (SEE) 2005.

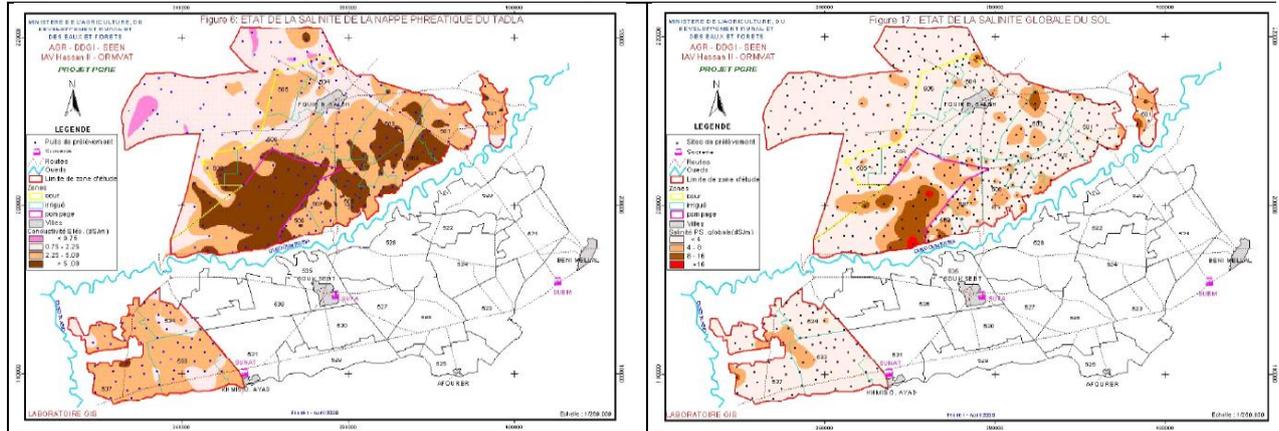


Figure 3.3 : Points chauds des rejets sur le bassin de l'Oum Er-Rbia



Source : procurée par l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abhor.ma>.

Figure 3.4 : Salinité des nappes et des sols dans la région de Tadla



Source : Badraoui et al. (2001).

32. Les déchets domestiques constituent aussi une source importante de pollution. La quantité des déchets ménagers en milieu urbain a été estimée sur la base d'une dotation par habitant de 0,76 kg/jour³⁷ soit 511,000 tonnes/an. Ces déchets sont enfouis dans 59 décharges sauvages et trois décharges contrôlées à El Jadida, Khouridga et Béni Mellal. Seule la décharge d'El Jadida est opérationnelle. Ces déchets sont souvent mélangés avec des déchets hospitaliers et industriels et sont situés entre 200 m et 4.000 m des

³⁷ Secrétariat d'État de l'Environnement (SEE) (2005).



cours d'eau³⁸ créant une pollution hydrique et bactériologique due au lessivage des eaux pluviales et aussi à une infiltration du lixiviat dans les eaux souterraines. La quantité des déchets dans le milieu rural n'a pas encore été estimée. Cependant, sur la base nationale d'une dotation de 0,3 kg/an/habitant en milieu rural,³⁹ la quantité des déchets en milieu rural peut atteindre 328.000 tonnes/an.

33. La pollution agricole est principalement due à une utilisation intensive des engrais phosphatés et azotés ainsi que des pesticides. Ces produits polluent les eaux de surface et les eaux souterraines dues au lessivage des périmètres irrigués. La quantité d'azote a été estimée à 3.500 tonnes par an et la pollution due aux pesticides a été estimée à 2,2 tonnes/an.⁴⁰
34. La pollution industrielle et minière est engendrée par les industries agro-alimentaires notamment les sucreries et huileries,⁴¹ et l'industrie des engrais de l'Office Chérifien de Phosphate. Le volume annuel des rejets a été estimé à 16 millions de m³ dont 13 millions de m³ sont stockés dans les bassins d'épandage de cet Office. L'industrie agro-alimentaire engendre environ 11.500 tonnes de DBO₅ et 21.300 tonnes de DCO.
35. Il en ressort que la qualité des eaux de surface est considérée bonne mais se dégrade à l'aval dans la région entre Kasba Tadla et Dar Oulad Zidouh et ceci due à la pollution domestique et industrielle des sucreries et des huileries. Les eaux des retenues des barrages sont généralement moins contaminées par les coliformes. Les eaux souterraines sont particulièrement dégradées à cause des concentrations élevées de nitrates qui atteignent 2.000 par 100 mg/litres⁴² dépassant la limite maximale de 50/100 mg/litres pour l'eau potable, et de la salinité minéralogique. Cependant la pollution bactériologique est faible et la concentration des coliformes ne dépasse pas 2.000/100 coliformes par 100 ml (une qualité d'eau considérée comme bonne varie de 20 à 2.000 coliformes par 100 ml). Au niveau des barrages la qualité des eaux est considéré comme bonne à moyenne due principalement à la concentration des coliformes fécaux et de la quantité de phosphate totale. Par ailleurs, la carpe est utilisée avec succès principalement pour la lutte contre l'eutrophisation des barrages et des canaux d'irrigation.

3.3 Cadre Organisationnel et Institutionnel du Bassin de l'Oum Er-Rbia

36. La mise en œuvre de la politique hydraulique de 2002 a été accompagnée par un cadre institutionnel au niveau national et local dont les principaux acteurs se résument comme suit (Figure 3.2):

- **Le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat** : Ce Conseil, sous la présidence effective de SM le Roi a été établi en 1981 avant la loi 10/95 sur l'Eau mais a renforcé son existence. Il est composé des représentants de l'État concernés par l'eau ainsi que les représentants des usagers, des élus et des associations professionnelles. Ses attributions consistent à donner son avis sur et examiner le plan de l'eau, la stratégie nationale des changements climatiques et son impact sur les ressources en eau, les plans de développement intégré des bassins hydrauliques en se focalisant sur l'allocation de l'eau entre les secteurs et usagers d'un même bassin ainsi que la conservation et la valorisation de l'eau. Depuis sa création, le Conseil n'a tenu que 9 réunions, la dernière était présidée le 21-22 juin, 2001 par SM le Roi. Au cours de la sixième session qui s'est tenue à Rabat le 22-23 janvier, 1992, le Conseil a examiné le plan directeur intégré du bassin de l'Oum Er-Rbia.
- **Le Comité Interministériel de l'Eau**. Établi depuis juillet 2001, ce comité est présidé par le Chef du Gouvernement et inclut tous les ministres concernés par les ressources en eau. Ses fonctions sont de dynamiser l'action gouvernementale, de coordonner et faire le suivi sur la politique de l'eau, la

³⁸ Etude de la stratégie de gestion des ressources en eau de l'OER, sous mission II.1 et II.2.3, 2003.

Inventaire du degré de pollution des eaux superficielles.

³⁹ SWEEP-NET. The Solid Waste Management Situation in the Mashrek and Maghreb Countries, 2010.

⁴⁰ Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia.

⁴¹ Secrétariat d'État de l'Environnement (SEE) 2005.

⁴² Groupement CG/ACDI, Étude de la Qualité de l'Eau dans la Zone d'Action de l'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia (2006-2007).



mise en application de la loi sur l'eau, le programme d'assainissement et l'amélioration des réseaux de distribution de l'eau potable et de l'irrigation.

- **Les Commissions Préfectorales et Provinciales de l'Eau** sont instituées par décret en application de l'article 101 de la loi n° 10-95 sur l'eau et sont sous la présidence du gouverneur de la préfecture ou de la province. Elles sont formées par des représentants de départements ministériels, des établissements publics concernés (notamment l'ONEP et les ORMVA), les chambres d'agriculture, de commerce, d'industrie et de services, des agences des bassins hydrauliques concernées, des représentants des conseils communaux et des représentants des collectivités ethniques. La commission préfectorale ou provinciale de l'eau :
 - apporte son concours à l'établissement des plans directeurs d'aménagement intégré des eaux du bassin hydraulique ;
 - encourage l'action des communes en matière d'économie d'eau et de protection des ressources en eau contre la pollution ; et
 - entreprend toute action susceptible de favoriser la sensibilisation du public à la protection et à la préservation des ressources en eau.
- **Le Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE)** est composé de trois départements de l'Eau, de l'Environnement, de l'Énergie et des Mines. La mission principale du département de l'eau⁴³ est de veiller à la mise en application de la politique et la stratégie de l'eau, notamment par la planification des ressources en eau, la gestion, l'évaluation, la conservation et la protection de ces ressources ainsi que la recherche et le développement dans les domaines du climat et de l'eau. Le département dispose de quatre directions centrales : la Direction de l'hydraulique, la Direction des aménagements hydrauliques, la Direction de la recherche et de la planification de l'eau (DRPE) et la Direction de la Météorologie Nationale. La DRPE est le vis à vis du Project SWIM. De même le département supervise et offre le support technique aux neuf agences de bassin hydrauliques (ABH) dont celle de l'Oum Er-Rbia. La DRPE a mis en œuvre avec l'assistance de la Coopération Allemande (GIZ), le Programme AGIRE⁴⁴ «*Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau* » qui vise l'amélioration de la gestion durable et intégrée des ressources en eau au Maroc. Ses objectifs sont d'améliorer le cadre institutionnel, juridique, organisationnel et humain de trois ABH : Tensift, Sousse Massa et Oum Er-Rbia.

37. Le Département de l'Environnement⁴⁵ est responsable de mettre en œuvre la politique nationale de l'environnement et du développement durable. Les priorités environnementales sont définies dans la stratégie de proximité de ce Département dont l'objectif ultime est de résorber le retard accusé dans la maîtrise de la gestion de l'environnement, de restaurer les conditions environnementales des milieux naturels, de valoriser les ressources environnementales et de répondre aux besoins des citoyens et des territoires dans le but d'asseoir les bases solides du développement local durable.

38. La mise en œuvre de cette stratégie est basée sur le croisement de 3 approches complémentaires :

- Approche territoriale conduite par des actions de renforcement de la présence du Département auprès des principaux acteurs régionaux et locaux, l'amélioration de la connaissance de l'état de l'environnement au niveau local et l'appui aux collectivités locales pour intégrer la dimension environnementale dans leurs stratégies et plans d'action.
- Approche partenariale conduite à travers des conventions de coopération avec les acteurs locaux dans le but d'accroître la cadence des réalisations et d'assurer l'appropriation des projets par les acteurs locaux visant l'amélioration du cadre environnemental des citoyens dans la perspective d'un développement local durable.
- Approche programmatique conduite à travers des programmes intégrés traitant de l'assainissement liquide, des déchets ménagers, de la prévention de la pollution industrielle et des risques, de la protection et de valorisation de la biodiversité, etc.

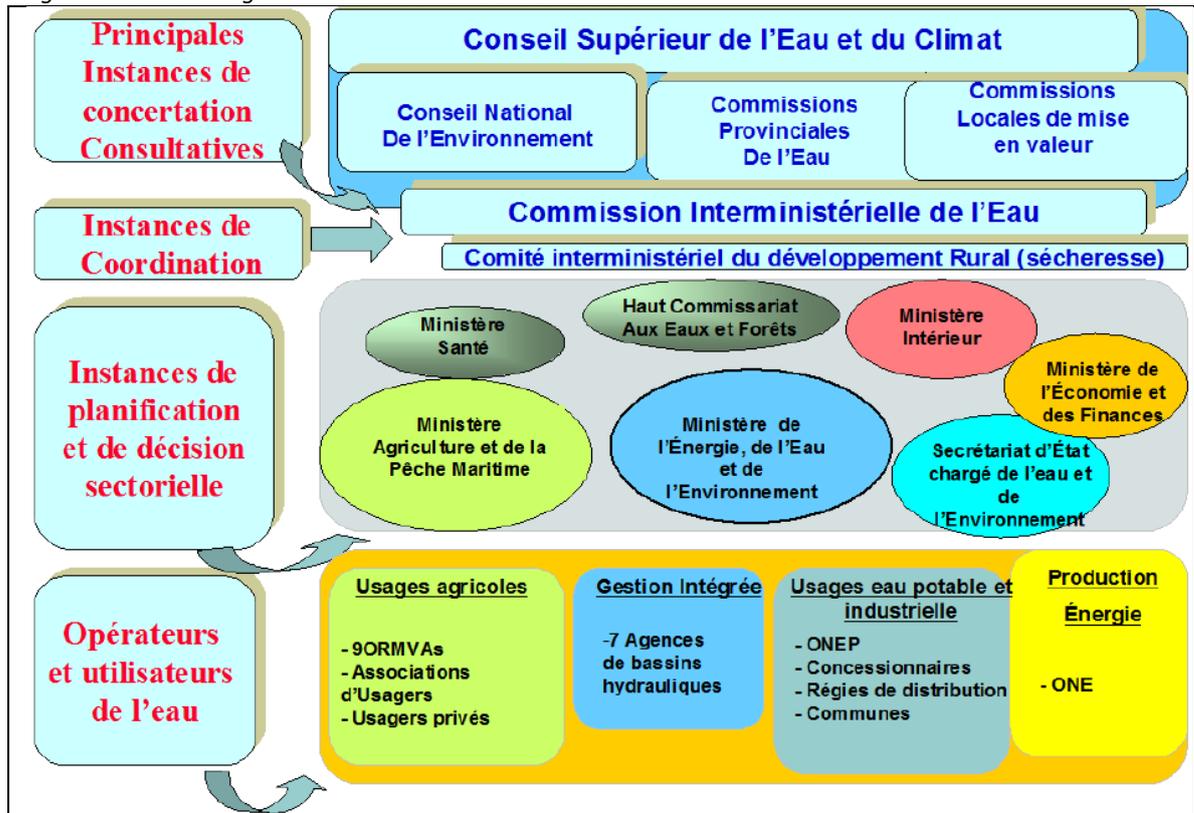
⁴³ Site web du Département Eau : <www.water.gov.ma>.

⁴⁴ Site web de l'AGIRE : <www.agire-maroc.org>.

⁴⁵ Site web des Départements Environnement et Mines : <www.minenv.gov.ma>.



Figure 3.2 : Cadre organisationnel du secteur de l'eau au Maroc



Source : Belghiti (2011).

39. Dans le domaine de l'eau, le département coordonne avec le département de l'eau pour protéger la qualité de l'eau, mettre en place un système de surveillance et de contrôle, et prévenir et lutter contre toutes les formes de pollution et nuisances. La direction de la surveillance et de la prévention des risques a mis en place un programme de Mécanisme Volontaire de Dépollution Industrielle Hydrique financé par un don de l'Union européenne de 100 millions de DM (11,7 millions de \$EU) et duquel les industries polluantes du Bassin de l'Oum Er-Rbia peuvent bénéficier. De même la direction a préparé un inventaire des degrés de pollution des eaux superficielles et a aussi défini les points chauds parmi lesquels figurent des centres dans le bassin. La direction des études de la planification et de la prospective a sélectionné un bureau d'études marocain pour la préparation d'un rapport sur l'État de l'Environnement du bassin de l'Oum Er-Rbia qui sera complété au courant du premier semestre de 2013. Les résultats de cette étude du coût de la dégradation des ressources de l'eau peut servir de complément pour ce rapport traitant de l'aspect économique et faisant ressortir la dégradation de l'eau due à la pollution industrielle.
40. Les principales institutions publiques responsables de la gestion et/ou contribuant au contrôle de la pollution du bassin de l'Oum Er-Rbia sont :
- Le Ministère de l'Intérieur ;
 - Le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime ;
 - Le Ministère de la Santé ;
 - L'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia ;
 - L'Office National de l'Eau Potable ; et
 - Les Offices Régionaux de la Mise En Valeur Agricole.



3.3.1 Le Ministère de l'Intérieur

41. Le Ministère de l'Intérieur est l'institution de tutelle des collectivités locales. Il contrôle les régies et les sociétés privées concessionnaires de services de distribution de l'eau et d'électricité à travers la direction de l'eau et de l'assainissement. Il offre un support technique et financier aux collectivités locales en matière d'assainissement liquide par le biais du PNA et en matière des déchets ménagers à travers le PNDM qui est cofinancé par la Banque mondiale au moyen de deux prêts d'une enveloppe totale de 200 millions d'Euros. L'assainissement des grandes villes du bassin telles que Béni Mellal, Tadla et El Jadida est confié à des régies tandis que l'assainissement des petites et moyennes villes et des centres à caractère urbain est confié à l'Office Nationale de l'Eau Potable (ONEP voir ci-dessus). La réutilisation des eaux usées épurées dans le milieu urbain n'a pas encore été considérée et l'assainissement rural n'a pas encore commencé. Une étude sur l'assainissement liquide en milieu rural financée par l'Union européenne a été lancée en septembre 2012 et durera un an. Cette étude servira de base pour la préparation d'une stratégie pour l'assainissement rural.

3.3.2 Le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime

42. Le bassin de l'Oum Er-Ria est considéré le plus stressé du point de vue agricole. Ainsi, les politiques du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime pendant les périodes humides et de sécheresses se basent sur la dimension technique et physique (planification et allocation de l'eau dans les différents secteurs et programmation), mais ces politiques n'ont pas été étudiées du point de vue socio-économique (diminution d'emploi, exode rural pendant la période de sécheresse). Le Maroc à travers l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II est membre du Project MEDROPLAN⁴⁶ (Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning) financé par l'Union européenne, et qui a pour objectif l'élaboration d'un guide pour la préparation des plans contre la sécheresse. Ce guide⁴⁷ a été appliqué dans le sous bassin de Tadla et a montré que les indicateurs utilisés pour la caractérisation de la période et l'intensité de la sécheresse ont été vérifiés sur le tas.

3.3.3 Le Ministère de la Santé

43. Le Ministère de la Santé est chargé d'appliquer la politique gouvernementale pour la protection de la santé de la population. Il exerce des mesures de contrôle de surveillance de l'eau potable à la sortie des réservoirs et dans les réseaux de distribution d'eau. Sa direction de l'épidémiologie et de la lutte contre les maladies a pour prérogative notamment de surveiller la situation épidémiologique de la population et de réaliser les programmes de lutte contre toutes maladies et particulièrement les maladies d'origine hydrique. La Direction surveille également les pesticides à usage sanitaire et à usage agricole. Le Ministère utilise les rapports préparés par l'initiative de l'OMS-GLAAS⁴⁸ (Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water) pour l'assister dans la prise de décision en matière d'assainissement et d'eau potable. Il a aussi lancé un plan de la gestion de la sécurité sanitaire de l'eau potable (PGSSE) en collaboration avec le Ministère de l'Intérieur, le Département de l'Environnement et l'ONEP, basé sur le guide de l'OMS relatif au plan de la sécurité de l'eau (Water Safety Plan).⁴⁹ Ce plan a pour objectif d'assurer la sécurité de l'eau potable à travers une étude de risque et de gestion de risque qui touche toute la chaîne de l'eau potable. Cette étude a été pilotée à Kenitra (El Gharb).

3.3.4 L'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia

44. L'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia (ABHOER) a été la première agence de bassin créée en 1996. C'est un organe exécutif doté d'une autonomie financière et morale. Sa mission⁵⁰ est « d'assurer la planification et la gestion intégrée et concertée des ressources en eau dans la perspective de garantir un développement durable du bassin de l'Oum Er-Rbia à travers : (a) une gestion harmonieuse, planifiée, rationnelle et durable de l'eau ; (b) une gestion décentralisée basée sur la concertation et le partenariat;

⁴⁶ Site web : <www.emwis.net/initiatives/fo1060732/proj914255>.

⁴⁷ Site web : <www.iamz.ciheam.org/medroplan/archivos/Synthesis%20testing%20Morocco.pdf>.

⁴⁸ Site web : <www.who.int/water_sanitation_health/glaas/about_glaas/en/index.html>.

⁴⁹ Site web : <en.wikipedia.org/wiki/Water_safety_plan>.

⁵⁰ Site web : <www.abhoer.ma>.



(c) une solidarité entre les usagers de l'eau ; et (d) une maîtrise de la ressource et la reconnaissance de sa valeur économique ». L'ABHOER a un conseil d'administration composé de 47 membres et présidé par le Ministère de tutelle. L'ABHOER a un système d'information sur SIG des cartes thématiques de ses huit provinces qui incluent les besoins d'eau en irrigation, les besoins en eau potable, les sites des barrages, les sites inondables, les sources de pollution industrielle et le taux de desserte. L'ABHOER publie aussi régulièrement la situation des barrages et la situation hydrologique. Les Partenaires de l'ABHOER consistent en 16 institutions, ministères, établissements publics et des usagers, autorités locales, chambres agricoles et d'industrie. Chacun de ces partenaires a des interventions particulières au profit de leur tutelle. Cette multiplicité des intervenants exige des moyens humains et techniques qui font défaut à l'ABHOER pour « développer une gestion globale, intégrée, participative et décentralisée » au niveau du bassin.⁵¹ En particulier, la mission de « Police de l'eau » visant le contrôle des prélèvements d'eau, les déversements et l'utilisation du domaine public hydraulique est un maillon faible de l'Agence par faute de moyens humains, logistiques et budgétaires.

45. L'ABHOER comme tous les autres ABHs, fonctionne sur la base de gestion par résultats. L'agence est responsable de fournir les résultats sur le plan technique, cependant sur le plan financier, cette responsabilité est partagée puisque que c'est l'Etat qui fixe les redevances de prélèvements et de déversements et leur taux mais c'est l'ABHOER qui est responsable du recouvrement de ces redevances, ce qui ne lui permet pas d'avoir une autonomie et flexibilité financières pour fournir les résultats sur la base des revenus réels qu'elle peut contrôler. Une étude sur la GIRE a été entreprise pour le bassin de l'Oum Er-Rbia avec une modélisation ainsi qu'un contrat de nappe a été formulé pour la nappe de Tadla. De même, l'Agence Internationale de la Coopération Japonaise (JICA) a fourni à travers la Banque mondiale un don de 1,0 million de \$EU pour étudier l'impact des changements climatiques sur ce bassin.

3.3.5 L'Office National de l'Eau Potable

46. L'Office National de l'Eau Potable (ONEP) est responsable de la production, la distribution et la vente de l'eau en gros aux régions et aux opérateurs privés (Tableau 3.2). Il est aussi le plus grand opérateur d'eau potable pour plus de 500 petites et moyennes villes (2.000-250.000 habitants) et couvre environ 35% de la population nationale. Depuis 2004, l'ONEP a été chargé d'installer et de faire fonctionner 46 stations de traitement où elle produit l'eau potable et d'étendre l'assainissement dans les petites villes. L'ONEP a reçu en Juin 2010, un prêt de la Banque mondiale de 43 millions de \$EU⁵² pour le projet d'assainissement de l'Oum Er-Rbia. L'objectif de ce projet est d'augmenter l'accès à l'assainissement et la réduction de la pollution causée par les eaux usées dans 11 villes du bassin et ainsi que de tester à titre pilote, des technologies non conventionnelles pour l'épuration des eaux usées. De même une étude est en cours pour développer une stratégie nationale et un plan directeur des eaux épurées. L'ONEP n'a pas l'intention de s'occuper de l'assainissement rural dont une étude est déjà en cours.

Tableau 3.2 : Production et distribution d'eau potable en milieu urbain, 2010

| Entité | Production (en volume) | Distribution (en nombre d'abonnés) |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| ONEP | 80 % | 28 % |
| Régies et sociétés Privées | 14 % | 70 % |
| Communes et autres | 6 % | 2 % |

Source : Site web de l'ONEP : <www.onep.ma>.

3.3.6 Les Offices Régionaux de la Mise En Valeur Agricole

47. Les Offices Régionaux de la Mise En Valeur Agricole (ORMVA)⁵³ sont des établissements dotés d'une autonomie financière et morale pour la gestion de l'eau à l'usage agricole pour les périmètres de grandes

⁵¹ Chapitre II – Cadre institutionnel et juridique 10CACG/ADI PDAIRE Oum Er-Rbia Mai 2010, Mission III « Elaboration du PDAIRE ».

⁵² Banque mondiale, Projet No 098459, 15 Juin 2010.

⁵³ Inventaire du degré de pollution des eaux superficielles, Mission II : Diagnostic du Réseau de Surveillance de la Qualité des Eaux Superficielles.



hydrauliques. Les ORMVA dont l'OMRVA de Tadla réalisent des aménagements hydro-agricoles, assurent la maintenance et l'exploitation des équipements agricoles et offrent un support technique en matière de développement agricole. Les ORMVA ont reçu en mai 2010, un prêt de la Banque mondiale de 70 million de \$EU⁵⁴ pour la modernisation de l'agriculture irriguée de 22.000 ha dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. L'objectif de ce projet est d'augmenter la productivité et promouvoir l'utilisation durable de l'eau d'irrigation pour réduire les déficits actuels et futurs de l'eau.

3.4 Conclusions Générales

48. Le diagnostic et les analyses qui ont été développés par un grand nombre d'institutions permettent de dégager trois conclusions :
- Les appréciations qualitatives et quantitatives des impacts sur l'eau sont généralement bien cernées d'un point de vue technique, cependant, les évaluations économiques de ces impacts sont quasiment inexistantes ;
 - La pollution hydrique due surtout au manque d'assainissement rural, d'épuration des eaux usées, de gestion des déchets ménagers ainsi que la pollution agricole et industrielle est un facteur remarquable de dégradation des ressources en eau. A cela, s'ajoutent les effets des changements climatiques qui affectent non seulement la quantité des ressources en eau mais aussi la productivité des sols ;
 - Les organes chargés de l'exécution et du suivi des programmes et l'élaboration des rapports techniques correspondants travaillent chacun dans un secteur bien défini. Ce cloisonnement sectoriel rend la coordination et les échanges d'information et d'expérience ainsi que le contrôle et le suivi sur le bassin de l'Oum Er-Rbia faibles voire même parfois inexistantes. Pour cela, des renforcements horizontaux entre ces institutions sont à prévoir.
49. C'est dans ce cadre que l'évaluation des coûts de la dégradation des ressources en eau, dans la mesure où elle permet de quantifier --même approximativement-- le coût économique des impacts écologiques les plus importants à l'échelle macro-économique, permet une appréciation de l'ordre de grandeur du manque à gagner global, et aide également, à travers la ventilation sectorielle de ces coûts, à l'établissement des priorités sectorielles.

⁵⁴ Projet No 093719, Banque mondiale, 27 mai 2010.



4. Revue des Coûts de la Dégradation Environnementale au Maroc

50. De nombreuses études sur la dégradation de l'environnement à l'échelle nationale, régionale et sectorielle ou sur les avantages tirés suite à une réduction de la pollution ont été réalisées au Maroc au cours des douze dernières années. Les résultats de ces évaluations, qui couvrent d'habitude une année de base, sont illustrés dans la Figure 4.1.
51. La Banque mondiale, le Ministère chargé de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, l'Economic Research Forum en Egypte et la Commission Européenne ont estimé le coût de la dégradation de l'environnement ou des avantages au niveau national, en utilisant chacun des méthodologies différentes. Les résultats sont comme suit :
- **En 2003, la Banque mondiale a publié le coût de la dégradation de l'environnement en utilisant les données de l'année 2000 couvrant 6 catégories : air ; eau ; déchets ; sols et biodiversité ; zones côtières et patrimoine culturel ; et environnement global.**⁵⁵ Ces coûts ont été estimés entre 9,7 et 16,5 milliards de DM en 2000, soit 2,8 à 4,7% du PIB, avec une estimation moyenne de 13,1 milliards de DM soit 3,8% du PIB en 2000. A cela s'ajoute le coût des dommages sur l'environnement global estimé à près de 0,9% du PIB. Le coût de la dégradation due à l'eau a été estimée à 1,22% du PIB soit un coût moyen de 4,4 milliards de DM en 2000. En comparaison avec d'autres pays de la région, le coût de la dégradation due à l'eau est le second plus élevé après l'Irak parmi les 8 pays de la Région du Machrek et du Maghreb où le coût de la dégradation a été évalué. Cependant, ces coûts sont significatifs et indiquent que les dommages les plus importants se situeraient dans la pollution de l'eau, manque de services adéquats d'eau potable et d'assainissement et leur impact sur la santé (et particulièrement sur les maladies diarrhéiques chez les enfants), les maladies respiratoires liées à la pollution de l'air, et l'impact du manque d'élimination et de traitement des déchets.⁵⁶
 - **En 2006, le Ministère chargé de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement a estimé le coût de la dégradation de l'environnement du Bassin versant du Sébou (4 catégories) qui se monte à 3,74 milliards de DM soit 1,07% du PIB national en 2000. Le coût de la dégradation due à l'eau a été estimée à 0,44% du PIB national soit de 1,5 milliards de DM en 2000.**
 - **En 2011, l'Economic Research Forum a ré-estimé le coût de la dégradation couvrant 3 catégories : air ; eau (maladies hydriques) ; et dégradation des terres agricoles.**⁵⁷ Les coûts ont été estimés à environ 3,05% du PIB total dont l'impact sur l'eau était aux environs de 0,87% PIB national soit 762 millions de DM pour les maladies hydriques en 2008. Cette estimation a été calculée 8 ans après celle de la Banque mondiale et montre une réduction par rapport à l'étude de la Banque mondiale qui se réfère à 2000.
 - **En 2011, la Commission européenne a estimé les avantages accrus pour l'environnement couvrant 5 catégories : air ; eau ; nature ; déchets ; et environnement global.**⁵⁸ Les avantages tirés ont été estimés à 3,8% du PIB de 987,5 milliards de DM en 2020 au cas où la pollution venait à être réduite de $\pm 50\%$ en 2020 par rapport à 2008. La part de l'eau dans ces avantages a été estimée à 1,3% du PIB de 2020 soit 12,8 milliards de DM comprenant les maladies hydriques ainsi que la dégradation des ressources en eau. En d'autres termes, au cas où la pollution ne pourrait pas être réduite de 50% en 2020, le coût de la dégradation considéré comme un avantage perdu pourrait atteindre au minimum l'équivalent de 4% du PIB en 2020.

⁵⁵ Banque mondiale (2003).

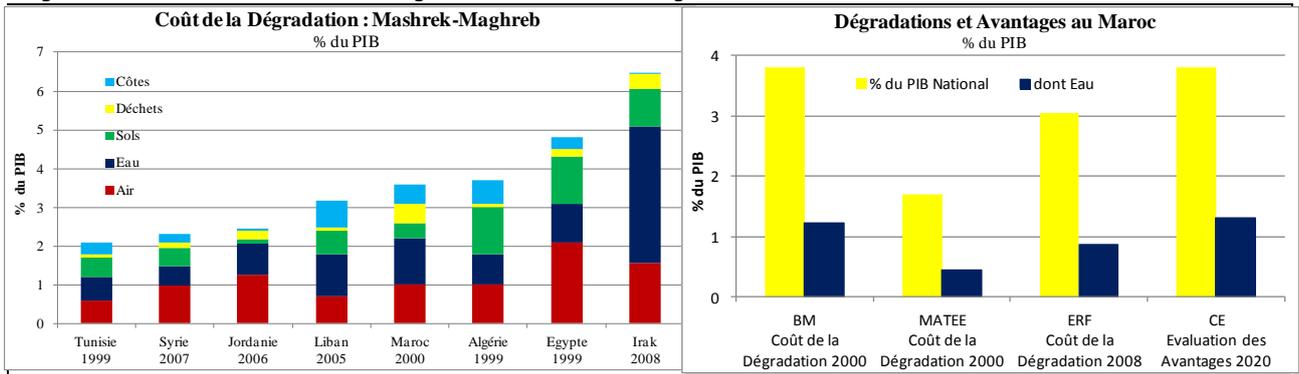
⁵⁶ Il est important de noter que la faiblesse relative du coût de la dégradation de l'environnement dû au problème de gestion des déchets est essentiellement du au fait qu'il n'a pas été possible d'entamer une estimation exhaustive de l'impact des déchets sur la santé et les ressources naturelles. Ainsi, l'impact du manque de traitement des déchets industriels et hasardeux n'est pas inclus dans l'estimation.

⁵⁷ ERF (2011).

⁵⁸ EC ENPI (2011).



Figure 4.1 : Revue des coûts de la dégradation et des avantages environnementaux au Maroc



Source : Banque mondiale (2003) ; MATEE (2006) ; ERF (2011) ; EC ENPI (2011) ; et Auteurs.

52. Les résultats des coûts de la dégradation environnementale ont montré les mêmes ordres de grandeur de la dégradation de l'eau en fonction du PIB (0,87-1,22% du PIB) malgré que ces études ne reposent pas sur les mêmes méthodologies, ne couvrent pas les mêmes et le nombre de catégories, et n'ont pas la même année de base pour l'évaluation. Cependant, en valeur relative, ce ratio a été plus ou moins maintenu vu que le taux de croissance du PIB au Maroc peut être supérieur au taux de croissance de la pollution. En valeur absolue, le coût de la dégradation augmentera vu que le PIB effectif aux prix courants⁵⁹ soit passé de 393,4 milliards de DM en 2000 à 688,8 milliards de DM en 2008 pour atteindre 764,3 milliards de DM en 2010 malgré que le taux de pollution soit supposé diminué, vu le programme ambitieux du gouvernement se rapportant à l'eau potable, l'assainissement urbain et la gestion des déchets.

53. L'étude du coût de la dégradation des ressources en eau du bassin de l'Oum Er-Rbia tiendra compte de ces estimations préalables mais se focalisera pertinemment sur les dommages causés par la pollution hydrique et par la dégradation des ressources naturelles.

⁵⁹ World Bank Indicators (2011).



5. Méthodologie, Calibrage et Limites de l'Évaluation, et Catégorie

54. Les coûts de la dégradation ont été évalués en utilisant les données disponibles dont la source ne peut pas être entièrement fiable. De plus, les lacunes dans les données ont nécessité de faire plusieurs hypothèses. Les résultats sont donc considérés à titre indicatif et permettent de fournir un ordre de grandeur. Cependant, les résultats sont considérés comme utiles afin de montrer le potentiel en valeurs relatives et peuvent ainsi avoir un usage comparatif.
55. Par ailleurs, il est difficile de délimiter de façon précise la dégradation de l'environnement qui est strictement d'origine naturelle et celle qui est strictement d'origine anthropogénique. Dans certains cas de figure, il y a chevauchement entre les deux causes de la dégradation où se produit un renforcement mutuel comme par exemple, la salinité naturelle des sols et de l'eau qui est exacerbée par les pratiques humaines.

5.1 Méthodologie

56. Les techniques d'estimation d'impact et d'évaluation économique retenues sont principalement dérivées des méthodes éprouvées et synthétisées dans le Manuel de la Banque mondiale sur le **Coût de la Dégradation**,⁶⁰ le Manuel de la Commission européenne sur le **Benefit Assessment**⁶¹ ainsi que d'autres manuels et sources de référence comme les publications de **The Economics of Ecosystems and Biodiversity** (TEEB), elles aussi financées par la Commission européenne en coopération avec le Gouvernement allemand.⁶² Les principales méthodes d'estimation d'impacts se regroupent autour de 3 piliers (Figure 5.1):
- Changement dans la production.
 - Changement de l'état de santé avec la dose-réaction afin d'établir la fonction entre polluant (inhalation, ingestion, absorption ou exposition) et maladie.
 - Changement de comportement avec deux sous-impacts: préférences révélées ; et préférences énoncées.
57. Les méthodes d'évaluation économique sont regroupées sous chaque pilier (Figure 5.1).
58. Pour le changement dans la production, trois méthodes sont suggérées :
- Valeur des changements dans la productivité comme par exemple une baisse de la productivité agricole due à la salinité et/ou la perte de matières nutritives dans les sols;
 - Approche du coût de l'opportunité comme par exemple le manque à gagner à ne pas réutiliser et revendre les matières recyclées des déchets ;
 - Approche du coût de remplacement lorsque par exemple le coût de la construction d'un barrage qui doit remplacer un barrage qui a été ensablé.
59. Pour le changement de santé, deux méthodes sont suggérées :
- Valeur associée à la mortalité à travers 2 méthodes : le manque à gagner future dû à la mort prématurée ; et le consentement à payer pour réduire le risque de mort prématurée. Seule, cette dernière méthode est utilisée dans cette étude.
 - L'approche des coûts médicaux comme par exemple les coûts engendrés lorsqu'un enfant de moins de 5 ans est pris à l'hôpital pour être guéri d'une diarrhée.
60. Pour le changement de comportement, deux méthodes sont suggérées :
- Comportement révélé en dérivant des coûts associés au comportement : coût hédonique pour par exemple les coûts de terrains autour d'une décharge ; méthode du voyage en essayant de dériver les

⁶⁰ Site web de la Banque mondiale : <www.worldbank.org>.

⁶¹ Site web de l'EC ENPI BA : <www.environment-benefits.eu>.

⁶² Site web de TEEB: <www.teebtest.org>.

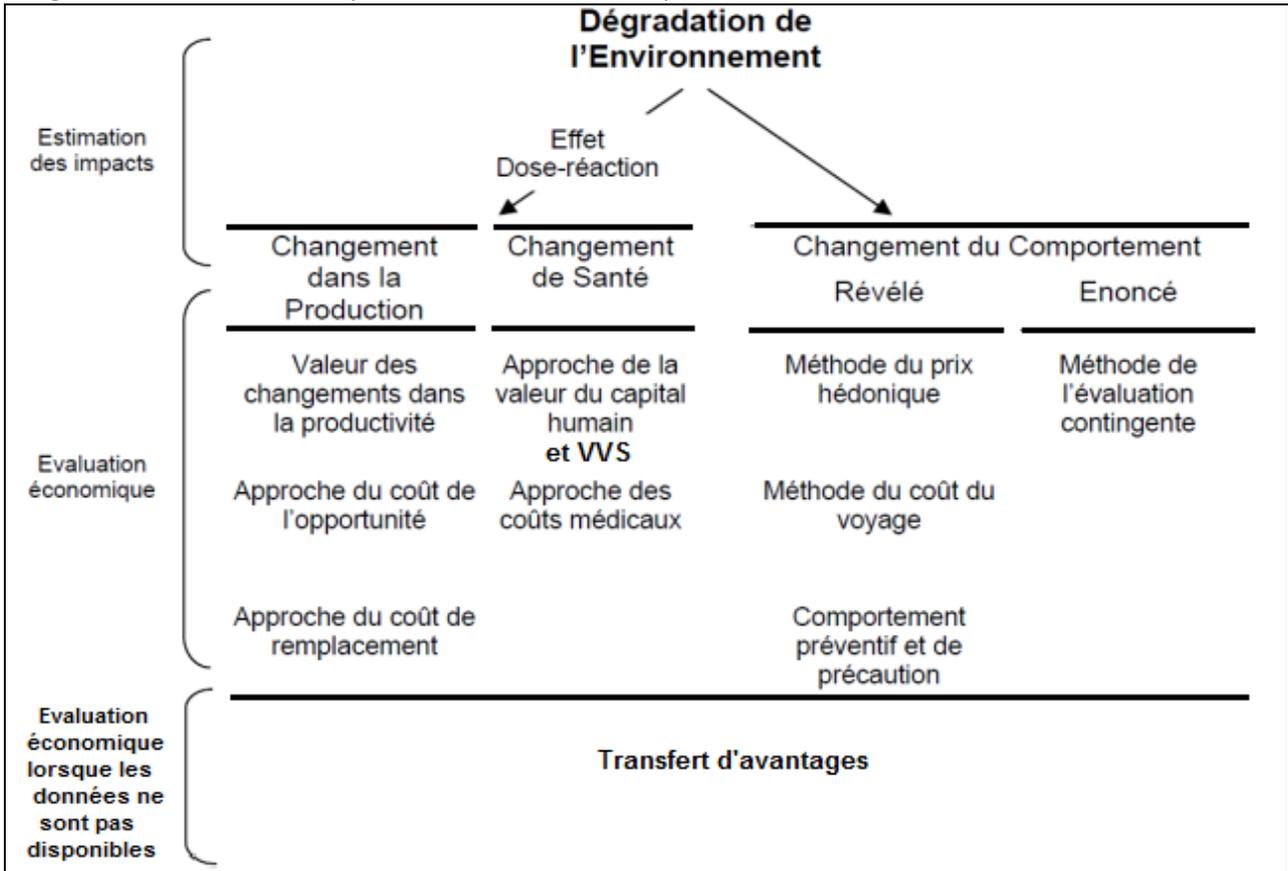


coûts du voyage pour visiter un lieu spécifique comme la Mosquée Hassan II à Casablanca ; comportement préventif comme lorsqu'un ménage achète un filtre pour l'eau potable.

- Comportement énoncé où une évaluation contingente permet de dériver un consentement à payer grâce à une enquête comme par exemple, améliorer la qualité des ressources en eau.

61. Au cas où les données ne sont pas disponibles, un transfert d'avantages peut être effectué d'études ayant été faites dans d'autres pays en ajustant les résultats pour le différentiel du revenu, d'éducation, de préférence, etc. Les résultats d'origine reposent sur l'une des méthodes d'évaluation économique des 3 piliers susmentionnés.

Figure 5.1 : Estimation des impacts et évaluation économique



Source : Adapté de Bolt et al. (2005).

62. Les années 2007 et 2010 ont été retenues comme année de base pour l'estimation des coûts de la dégradation pour faire la différence entre une année sèche et une année humide. L'évaluation des avantages (coût de la dégradation réduite sur une année) sera utilisée pour dériver les coûts de la restauration qui sont calculées pour certaines sous-catégories prioritaires. Les coûts de la restauration reposent sur une analyse coûts/avantages (C/A) estimée au cas par cas et qui couvre la durée de vie de chaque investissement (les coûts d'investissement et le flux des avantages générés lors de la restauration) lorsque celui-ci est considéré dans l'évaluation. Trois indicateurs sont pris en compte dans l'analyse C/A afin de déterminer la rentabilité du projet avec un taux d'escompte économique de 10% :

- La valeur actualisée nette (VAN) qui est la différence entre les avantages et les coûts totaux actualisés;
- Le taux de rendement interne (TRI), qui est le taux d'actualisation qui remet à zéro la VAN ou, le taux d'intérêt qui rend la VAN de tous les flux monétaires égal à zéro ; et



- Le ratio A/C, qui est le rapport de la valeur actualisée des avantages sur la valeur actualisée des coûts au cours de la durée de vie du projet, doit être égal ou supérieur à 1.

5.2 Calibrage et Limites de l'Évaluation

63. En plus des contraintes de ressource et de temps contraignant, les techniques utilisées ont leurs propres limites méthodologiques. En règle générale, dans le processus de recherche des faits, il était clair que la disponibilité, l'accessibilité et l'actualité des informations ont posé de nombreux problèmes qui ont été cependant surmonté par l'identification et la rencontre des contacts clés au sein des autorités nationales, régionales et locales.
64. Les résultats permettent une marge d'erreur grâce à des gammes de sensibilité (borne inférieure-borne supérieure) qui ont été prises en compte. En outre, l'analyse marginale a été tentée dans certains cas afin d'évaluer les avantages (réduction du coût de dégradation de l'environnement) et les coûts d'investissement.
65. La plupart des techniques d'évaluation utilisées ont leurs limites intrinsèques en termes de biais, de prémices hypothétiques, d'incertitude surtout lorsqu'il s'agit de biens non marchands. De plus, les résultats sont bien entendu sensibles au contexte. L'utilisation des transferts d'avantages pourrait donc exacerber le biais des résultats et des incertitudes. Par conséquent, certains résultats sont mentionnés dans le texte et devrait faire l'objet d'une analyse plus approfondie lorsque les investissements seront pris en considération.

5.3 Catégories Évaluées

66. Quatre principales catégories ont été retenues pour l'évaluation du bassin versant: eau ; déchets ; biodiversité ; et le continuum catastrophes naturelles et changements climatiques. Des sous-catégories ont aussi été retenues pour répondre aux divers impacts touchant le bassin versant qui sont illustrées dans le Tableau 5.1. Cependant, la pollution de l'air n'a été retenue que lorsqu'il y a des émissions de gaz à effet de serre (GES) et quand la génération d'hydroélectricité est substituée par des énergies fossiles en période de sécheresse et qu'il y a des émissions de méthane des décharges. Les effets sur les zones côtières n'ont été couverts que dans la mesure de la pollution du milieu marin (comportement énoncé sur l'amélioration de la qualité des ressources en eau) dans le cadre de cette étude. Par ailleurs, certains investissements considérés pour une sous-catégorie donnée pourraient tout aussi bien avoir un impact positif sur d'autres catégories, par exemple, une meilleure gestion des décharges (sous-catégorie Déchets urbain et rural) pourrait avoir un impact positif sur la sous-catégorie Qualité des ressources en eau et/ou la catégorie Biodiversité.
67. Ainsi, le coût de la dégradation couvre toutes les sous-catégories alors que le coût de la restauration couvre seulement 4 sous-catégories. Le critère de sélection pour calculer les coûts de la restauration a été basé sur les sous-catégories qui connaissent une dégradation importante.
68. Les catégories, sous-catégories, impacts et méthodes pour évaluer le coût de la dégradation et de la restauration de l'environnement sont développées dans le Tableau 5.1. La description générale et spécifique des méthodes des sous catégories se trouvent dans les Annexes II à IV.



Tableau 5.1: Catégories, sous-catégories, impacts et méthodes utilisées pour l'évaluation de la dégradation et de la restauration de l'Oum Er-Rbia

| Catégorie | Sous-catégorie | Impact | Coûts de la dégradation | Coûts de la restauration |
|---|---|---|--|--|
| Eau | Qualité et traitement : eau potable en milieux urbain et rural | Préférence du consommateur (eau du robinet vs. eau en bouteille) ; voir Qualité des Services pour les maladies hydriques | CR et CC (coûts en sus de traitement) | Dessalement de l'eau potable pour dilution et investissements en amont (voir ici-bas) |
| | Qualité des services : eau et assainissement en milieux urbain et rural, et irrigation | Maladies liées à l'adduction et la qualité d'eau, l'assainissement et l'hygiène ; coûts des sources alternatives d'eau (bouteille, citerne, puits, etc.); pertes techniques ; et le temps perdu à transporter l'eau | CH/VVS et CS CR | Meilleure prestation, efficacité des services et taux de couverture de l'eau potable, de l'assainissement et sensibilisation pour l'hygiène |
| | Qualité de la ressource (anthropogénique) : rejets, effluents et eaux de ruissellement (voir Déchets) | Qualité de l'eau de surface affectant : l'usage de l'eau (domestique, agricole, halieutique, industriel et minier) ; l'écosystème du bassin et (eutrophisation, etc.) des zones côtières; les terrains ; et l'éco-tourisme | EC (restauration de la qualité de l'eau) | Investissements dans les STEP, la réduction des rejets industriels (marges) et réduction de l'utilisation de pesticides et nitrates (voir Déchets) |
| | | Qualité de l'eau souterraine affectant : l'usage de l'eau (industriel, agricole et potable) ; l'écosystème du bassin/côte; et l'éco-tourisme | EC et RC (restauration de la qualité de l'eau) | Recharge artificielle pour dilution ; puits de substitution ou dessalement/transport de l'eau |
| | Salinité (anthropogénique et naturelle): eaux de surface et souterraines, env. marin et sols | Salinité des sols, effets sur la santé (voir Qualité et traitement), réduction de la productivité agricole et halieutique, et effets sur l'écosystème | CP (productivité agricole) | Augmentation des engrais (mesures à court terme) et aménagement du territoire (mesures à long terme pour réduire la salinité) |
| | Quantité (anthropogénique et naturelle) : réduction du flux des eaux de surface et abaissement du niveau des nappes souterraines | Surface : utilisation des eaux usées traitées ou non traitées pouvant causer la contamination de la chaîne alimentaire ; et dans les cas extrêmes, besoin de substitution via le dessalement | CP (productivité agricole et coût additionnel de pompage/substitution) | Coûts d'opportunité de l'eau traitée et réutilisée ; et du dessalement/transport de l'eau |
| | | Souterraines : Pompage plus en profondeur, puits de substitution ou dessalement (abaissement rapide ou eau fossile) pour pallier aux besoins domestiques et/ou maintenir la productivité agricole | CP (productivité agricole et coût additionnel de pompage/substitution) | Coûts d'opportunité de l'eau de pompage/substitution |
| | Erosion et Stockage : gestion est affectée par l'érosion et exacerbée par les changements climatiques | Perte nutritive des terres et ensablement et sédimentation des barrages, des lacs collinaires, des lits des fleuves et des côtes exacerbés par une utilisation inadéquate des sols en amont due à la déforestation, la gestion irresponsable des sols, l'érosion hydrique et éolienne, etc. | CP et RC (dragage ; relèvement des barrages ; ou construction de nouveaux lacs/barrages) | Coûts : Aménagement du territoire pour prévenir/réduire l'érosion |
| Production hydroélectrique : affectée par un plus long cycle des sécheresses | Réduction de la production en cas de sécheresse et substitution par des centrales alimentées par des énergies fossiles (émissions de polluants et de GES) | RC, CC (substitution par des centrales alimentées par des énergies fossiles) | Coûts : substitution par des centrales alimentées par des énergies renouvelables | |
| Déchets | Chaîne des déchets solides y compris les boues : urbain, | Inconfort ; santé ; pollution visuelle, olfactive, auditive, de l'air, des sols et des ressources en eau (ruissellement des lixiviats) ; et | CP, CR, RC, PH et CC | Coûts : de la collecte, des stations de transfert, des stations de séparation et recyclage ; des |



| Catégorie | Sous-catégorie | Impact | Coûts de la dégradation | Coûts de la restauration |
|--|--|---|----------------------------------|---|
| | rural, agro-industriel et agricole | impact sur le coût des terrains/bâtisses/appartements | | décharges sanitaires |
| | Chaîne des déchets médicaux et dangereux | Inconfort ; santé ; pollution visuelle, olfactive, auditive, de l'air, des sols et des ressources en eau (ruissellement toxiques et contamination radioactive) ; et sur le coût des terrains/bâtisses/appartements | Non-couvert | Non-couvert |
| Biodiversité | Divers empiètements | Perte des écosystèmes et de plantes médicinales | EC méta-analyse; CR | Investissements en amont (voir ici-haut) |
| Catastrophes naturelles et Environnement global | Inondations, sécheresses, événements extrêmes, etc. | Exacerbation de l'intensité et de la fréquence avec un impact sur : la santé (mortalité, blessures, noyade, maladies contagieuses) ; les biens ; les services ; les infrastructures ; la productivité ; les ressources (lâchage avec réduction de la ressource et effets sur l'écosystème) ; etc. | CH/VVS et CS AR, CP, RC et RC | Etat de préparation et efficacité de la réponse |
| | Emissions de GES | Les effets de 5 variables du changement climatique sur l'utilisation des sols, l'eau, l'évapotranspiration, l'agriculture, la migration, etc. | CP, RC, RC et CC | Divers investissements d'adaptation, de mitigation et de résilience en cours ou en projet |

Note: CC: changement de comportement; CS: coût des soins; CP: changement de production; CR: coût de restauration; PH: prix hédonique; EC: évaluation contingente; CH: capital humain; AR: analyse des risques; RC: coût de remplacement; VVS: valeur d'une vie statistique ; et CC : Crédits carbonés.

Source: Auteurs.



6. Coût de la Dégradation du Bassin de l'Oum er-Rbia

6.1 Aperçu Général des Coûts de la Dégradation

69. Les coûts de la dégradation de l'Oum Er-Rbia ont été calculés avec deux années de base, 2007 et 2010, et sont illustrés dans le Tableau 6.1 et la Figure 6.1. Il est à noter que 2007 est caractérisée comme étant une année sèche alors que 2010 est caractérisée comme étant une année humide. Cependant, les centres urbains et agricoles desservis par les transferts du Bassin de l'Oum Er-Rbia (1.600 millions de m³/an) comme Casablanca, Safi, Settat, Berchid, El Jadida, El Haouz et Doukkala n'ont pas été inclus dans l'évaluation des coûts de la dégradation du fait que le volume est un transfert annuel constant et l'efficacité et l'efficience de l'utilisation de l'eau devrait faire l'objet d'une analyse séparée.
70. Ainsi, les coûts totaux de la dégradation de 2007 et 2010 sont comparés aussi bien au PIB marocain courant (616 et 764 milliards de DM respectivement en 2007 et 2010) qu'au PIB du Bassin de l'Oum Er-Rbia (67 et 80 milliards de DM respectivement en 2007 et 2010). Ce dernier a été extrapolé en utilisant le PIB par habitant pour le bassin de l'Oum Er-Rbia (13.118 et 15.773 DM/habitant respectivement en 2007 et 2010 basé sur le revenu disponible) et le multipliant par le nombre d'habitant de 4,9 et 5,1 millions respectivement en 2007 et 2010. Les résultats désagrégés sont disponibles dans l'Annexe VI.
71. En 2007, les coûts de la dégradation de l'Oum Er-Rbia se montent à 6,2 milliards de DM avec une variation de 4,6 à 7,2 milliards de DM. Ces coûts représentent 9,3% du PIB de l'Oum Er-Rbia, 1% du PIB du Maroc en terme courant mais 1,1% du PIB du Maroc en terme constant (2000). Le coût attribuable à la santé humaine est de 2,19 milliards DM soit 35,2% du coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia.
72. En 2010, les coûts de la dégradation de l'Oum Er-Rbia se montent à 6,3 milliards de DM avec une variation de 4,7 à 7,4 milliards de DM. Ces coûts représentent 7,9% du PIB de l'Oum Er-Rbia, 0,8% du PIB du Maroc en terme courant mais 1,0% du PIB du Maroc en terme constant (2000). Le coût attribuable à la santé humaine est de 2,27 milliards DM soit 35,8% du coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia.

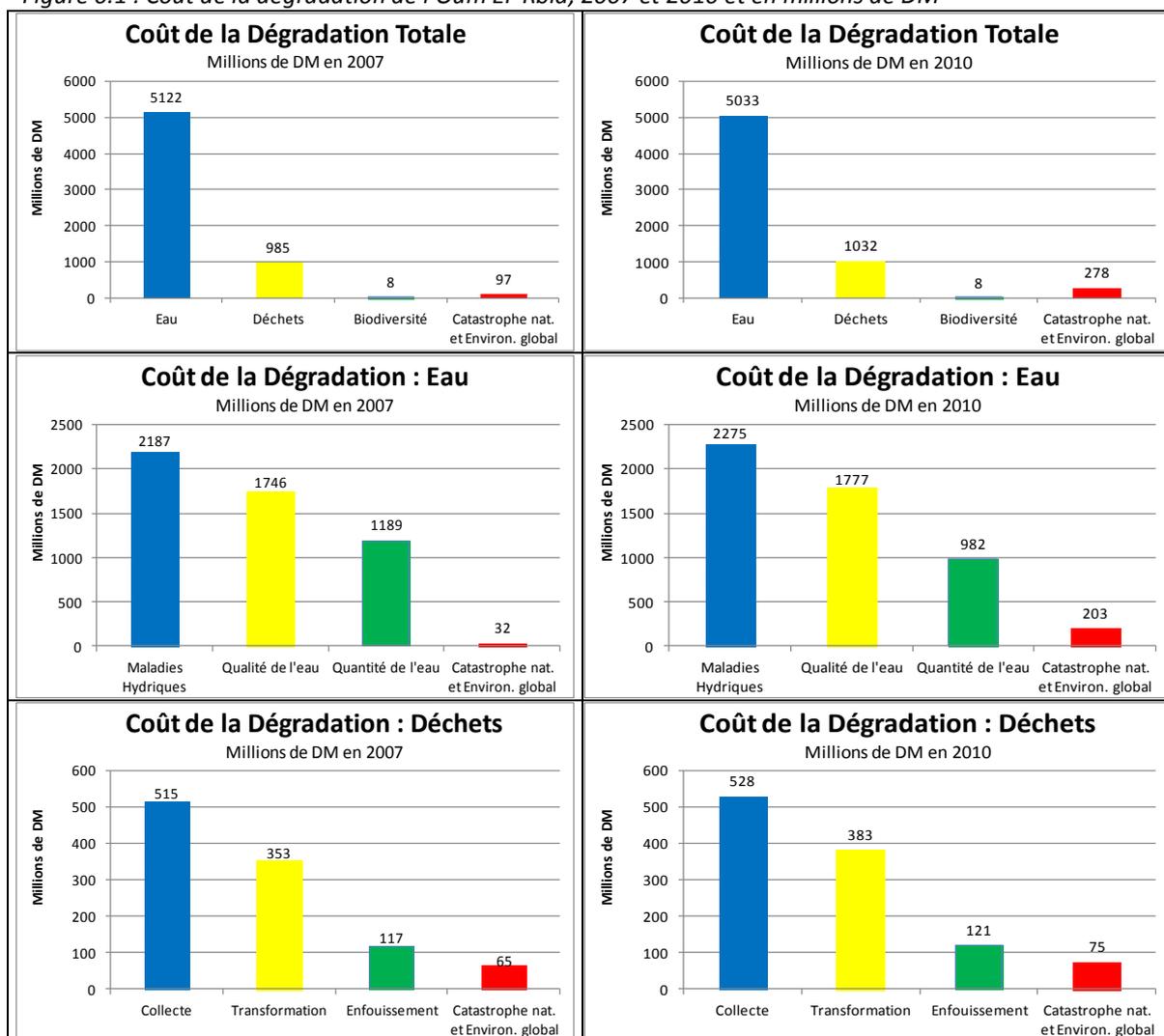
Tableau 6.1 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010

| Catégories | Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia | | | |
|---|---|-------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Borne moyenne millions de DM | % | Borne Inférieure millions de DM | Borne Supérieure millions de DM |
| Année sèche 2007 | | | | |
| Eau | 5.121,7 | 82,5% | 3.732,2 | 6.000,1 |
| Déchets | 985,4 | 15,9% | 841,4 | 1098,1 |
| Biodiversité | 7,6 | 0,1% | 6,8 | >7,6 |
| Catastrophe Naturelle et Environnement Global | 97,2 | 1,6% | 28,7 | 100,5 |
| Total | 6.211,7 | 100% | 4.609,2 | 7.198,6 |
| % PIB courant de l'Oum Er-Rbia (67 milliards de DM) | 9,3% | | 6,9% | 10,8% |
| % PIB courant du Maroc (616 milliards de DM) | 1,0% | | 0,7% | 1,2% |
| Année humide 2010 | | | | |
| Eau | 5.033,1 | 79,3% | 3.571,8 | 5.940,5 |
| Déchets | 1.031,5 | 16,2% | 885,4 | 1.153,6 |
| Biodiversité | 8,3 | 0,1% | 7,4 | >8,3 |
| Catastrophe Naturelle et Environnement Global | 278,0 | 4,4% | 202,9 | 278,5 |
| Total | 6.350,9 | 100% | 4.667,6 | 7.372,6 |
| % PIB courant de l'Oum Er-Rbia (80 milliards de DM) | 7,9% | | 5,8% | 9,2% |
| % PIB courant du Maroc (764 milliards de DM) | 0,8% | | 0,6% | 1,0% |

Source : Auteurs.



Figure 6.1 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010 et en millions de DM



Source : Auteurs.

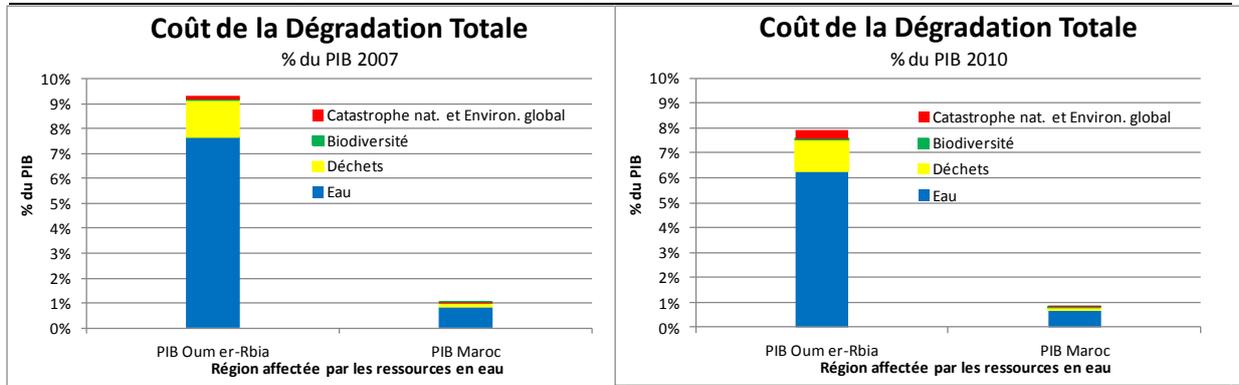
73. Ventilée par catégorie en 2007 (Tableau 6.2 et Figure 6.2), la dégradation de l'eau est la plus importante dans l'Oum Er-Rbia en valeurs absolue (5,1 milliards de DM en 2007) et relative avec 83% par rapport au total. Les déchets viennent en second lieu (1,1 milliard de DM en 2007) avec relativement 16,9% et la biodiversité 0,1% --les catastrophes naturelles et les GES sont incluent dans les catégories susmentionnées. Ventilée par la sous-catégorie eau, les maladies hydriques représentent la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia suivies par la qualité de l'eau (1,7 milliards de DM), la quantité d'eau (1,2 milliard de DM) et enfin l'environnement global en y incluant les catastrophes naturelles et les émissions de GES (3 millions de DM). Ventilée par la sous-catégorie déchets, la collecte représente la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia (515 millions de DM) suivies par la transformation des déchets (353 millions de DM), l'enfouissement (117 millions de DM) et enfin l'environnement global (65 millions de DM).

74. Ventilée par catégorie en 2010 (Tableau 6.2 et Figure 6.2), la dégradation de l'eau est la plus importante dans l'Oum Er-Rbia et en valeurs absolue (5,2 milliards de DM en 2010) et relative avec 82,5% par rapport au total. Les déchets viennent en second lieu (1,1 milliards de DM en 2010) avec relativement 17,4% et la biodiversité 0,1% -- les catastrophes naturelles et les GES sont incluent dans les catégories susmentionnées. Ventilée par la sous-catégorie eau (5,2 milliards de DM en 2010), les maladies hydriques représentent la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia suivies par la qualité de l'eau



(1,8 milliards de DM), la quantité d'eau (1 milliard de DM) et enfin l'environnement global en y incluant les catastrophes naturelles et les émissions de GES (203 millions de DM). Ventilée par la sous-catégorie déchets, la collecte représente la majorité des coûts de l'Oum Er-Rbia (528 millions de DM) suivies par la transformation des déchets (383 millions de DM), l'enfouissement (121 millions de DM) et enfin l'environnement global (75 millions de DM).

Figure 6.2 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010 et équivalent au PIB



Source : Auteurs.

Tableau 6.2 : Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia par sous-catégorie, 2007 et 2010

| Catégories et Sous-catégories | Coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia Millions de DM | | | |
|--|---|--------|-------|--------|
| | 2007 | % | 2010 | % |
| Eau | 5.154 | 83,0% | 5.237 | 82,5% |
| Maladies hydriques | 2.187 | 35,2% | 2.275 | 35,8% |
| Qualité de l'eau | 1.746 | 28,1% | 1.777 | 28,0% |
| Quantité de l'eau | 1.189 | 19,1% | 982 | 15,5% |
| Catastrophe naturelle et environnement global | 32 | 0,5% | 203 | 3,2% |
| Déchets | 1.050 | 16,9% | 1.106 | 17,4% |
| Collecte | 515 | 8,3% | 528 | 8,3% |
| Transformation | 353 | 5,7% | 383 | 6,0% |
| Enfouissement | 117 | 1,9% | 121 | 1,9% |
| Environnement global | 65 | 1,0% | 75 | 1,2% |
| Biodiversité | 8 | 0,1% | 8 | 0,1% |
| Total | 6.212 | 100,0% | 6.351 | 100,0% |

Note : les coûts associés aux catastrophes naturelles et à l'environnement global ont été agrégés dans chaque catégorie.

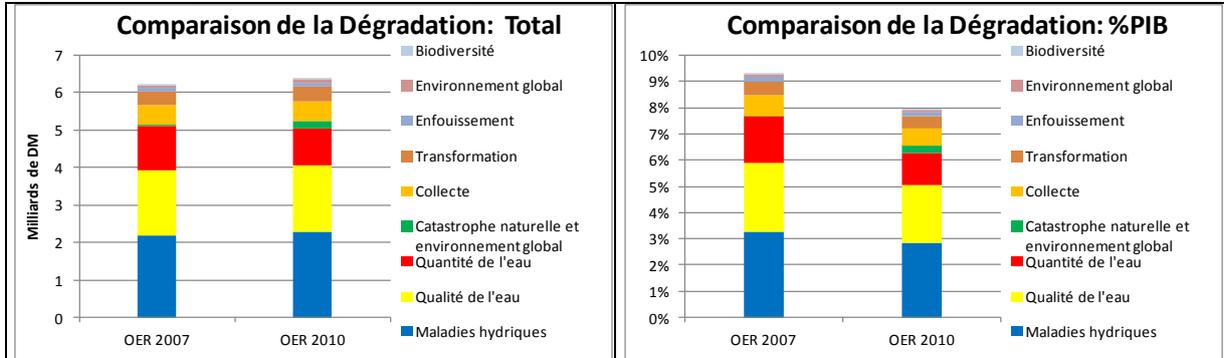
Source : Auteurs.

75. Par ailleurs, la comparaison des coûts de la dégradation en 2007 (année sèche) et 2010 (année humide) laisse apparaître une différence significative en termes de PIB variant entre 1% en 2007 à 0,8% en 2010 par rapport au PIB marocain (Tableau 6.2 et Figure 6.3). Mais cette différence est encore plus significative lorsque le PIB de l'OER est considéré : l'écart est de 1,4%. Cependant, cette différence n'est pas entièrement attribuable aux différentes années mais en partie à l'accroissement du PIB sur la période (4,2% par an en moyenne) par rapport à l'accroissement de la pollution. Les trois sous-catégories qui font la différence des années humides et sèches sont: les surcoûts de pompage dus au rabattement des nappes (65 millions de DM) et la réduction de la production hydroélectrique (255 millions de DM comprenant notamment le coût additionnel de GES) devant être compensée par une production des énergies fossiles en 2007 et des coûts associés aux victimes, dommages et manque à gagner (estimé à 200 millions de DM) en 2010. Ainsi, le coût de la dégradation additionnel en 2007 se monte à 319 millions de DM en 2007 dont le pendant en 2010 est le coût estimé des inondations de 200 millions de DM. Cependant, cette comparaison entre les années humides et



sèches n'est que préliminaire et mériterait une analyse plus détaillée afin de dégager les différences telles que l'augmentation de la productivité de l'agriculture pluviale et irriguée qui a une grande répercussion sur les revenus augmentant ainsi la vulnérabilité des agriculteurs.

Figure 6.3 : Comparaison du coût de la dégradation de l'Oum Er-Rbia, 2007 et 2010



Source : Auteurs.

6.2 Catégorie Eau et Sous-catégories

76. Seules les sous-catégories de l'année 2010 sont revues ci-après à l'exception des sous-catégories montrant une différence significative due à l'année sèche de 2007. Cependant tous les résultats de 2007 et de 2010 sont désagrégés dans l'Annexe VI.

6.2.1 Qualité et Traitement de l'Eau Potable

77. La perception de la qualité de l'eau potable reflète une toute autre image de la qualité de l'eau potable servie aux usagers. Toujours est-il que c'est surtout la salinité de l'eau qui pose problème avec une salinité moyenne des eaux distribuées supérieure au maximum de 0,2 g/l préconisé par la directive européenne 98/83 EC. Le consommateur marocains préfère de plus en plus l'eau minérale et par extension en bouteille. En fait, la consommation de l'eau en bouteille ne fait qu'augmenter avec plus de 15 litres d'eau en bouteille consommées par habitant par an en 2010.⁶³

Tableau 6.3 : Coût de la dégradation dû à la qualité de l'eau potable, 2010

| Région | Population | Consommation moyenne par habitant | Coût moyen de l'eau en bouteille | Total | Equivalent du coût de l'eau du réseau non-utilisé | Coût Net de la Dégradation |
|-------------------------|------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|---|----------------------------|
| | millions | l/an | DM/l | millions de DM | millions de DM | millions de DM |
| Oum Er-Rbia | 5,1 | 15 | 3,6 | 276,9 | 0,11 | 277 |
| <i>Borne inférieure</i> | | | | 184,6 | 0,07 | 185 |
| <i>Borne supérieure</i> | | | | 369,3 | 0,11 | 369 |

Note : Toute la population a été considérée car la consommation est nationale. Le coût moyen de l'eau par litre en bouteille est la moyenne du prix de la bouteille de 0,33 l et la bouteille de 5 litres (respectivement 1,9 et 7,8 DM).

Source: Auteurs.

78. Le coût de la dégradation a été dérivé de cet excès d'utilisation d'eau en bouteille dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. Cet excès est semblerait-il en partie dû à une perception du consommateur quant à la mauvaise qualité de l'eau mais surtout au goût de l'eau à cause de la teneur en sel de l'eau du robinet. Le coût de la dégradation se monte à 277 millions de DM avec une fourchette oscillant entre 185 et 369 millions de DM (Tableau 6.3). Ce montant demeure conservateur vue la croissance annuel de l'usage de l'eau en bouteille par le consommateur.

⁶³ Site web de l'Economiste : <www.leconomiste.com/article/883563-eaux-en-bouteille-la-guerre-des-prix-enclenchee>.



6.2.2 Qualité des Services d'Eau et d'Assainissement en Milieu Périurbain et Rural

79. Le taux de desserte en eau potable est quasiment de 93% en milieu urbain et de 91% en milieu rural en 2010 selon l'ONEP qui est responsable de 80% de la production d'eau potable au Maroc.⁶⁴ Pour les 20% des volumes restants, les statistiques manquent et elles sont difficiles d'accès. Cependant, le taux de desserte de l'assainissement atteint 70% en milieu urbain avec un très bas taux d'épuration équivalent à 7%. Par contre, le taux de couverture pour l'assainissement en milieu rural demeure très bas. Cependant, il est difficile d'avoir un taux exact de couverture aussi bien de l'eau potable que de l'assainissement du fait de la dualité des responsabilités institutionnelles (voir Section 3) et le Tableau 6.5 reflèterait un taux de couverture plus réaliste pour l'eau potable et l'assainissement en milieux urbain et rural au Maroc avec les mêmes taux de couverture considérés pour 2010. L'accès à l'eau amélioré est de l'ordre de 81% et à l'assainissement amélioré de l'ordre de 69% au Maroc. Ces taux sont utilisés pour le milieu rural dans le bassin de l'Oum Er-Rbia (Tableau 6.4).

Tableau 6.4 : Typologie d'accès à l'eau potable et l'assainissement, % population considérée, 2010

| Typologie d'accès au Maroc | Urbain | Rural | Total |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|
| Eau Potable | | | |
| Desserte améliorée | 88% | 19% | 58% |
| Autre desserte améliorée | 10% | 41% | 23% |
| Desserte non-améliorée | 2% | 40% | 19% |
| Assainissement | | | |
| Toilette reliée aux réseaux d'égout | 82% | 1% | 46% |
| Autre assainissement amélioré | 1% | 51% | 23% |
| Assainissement non-amélioré | 17% | 48% | 31% |
| - Dont: défécation dans la nature | 0% | 38% | 17% |

Source : adapté de Van Breusegem et Belhaj Soulami (2011).

80. La prévalence des diarrhées et la mortalité attribuable aux diarrhées dans le bassin de l'Oum Er-Rbia en milieu périurbain et rural ont été dérivées des statistiques nationales avec 1.139 cas de décès sur les 19,36 nouveau-nés par 1.000 habitants en 2010. La prévalence des diarrhées est 2,5 cas par enfant de moins de 5 ans et 0,5 cas pour la population égale ou de plus de 5 ans.⁶⁵ Le coût de la dégradation se monte à 2,3 milliards de DM en 2010 avec une fourchette variant entre et 2,1 et 2,5 milliards de DM (Tableau 6.5).

Tableau 6.5 : Coût de la Dégradation associés à l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, 2010

| Population rurale | 2010 | Coefficient pour la diarrhée # | Mortalité due à la diarrhée # | Cas de diarrhée Million | Valeur par cas DM | Coût de la Dégradation |
|--|------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| | | | | | | Millions de DM |
| Population de l'Oum Er-Rbia (million) | 5,1 | | | | | |
| Taux de natalité (Nombre de nouveau-nés par 1.000 habitants) | 19,4 | 4,5 | 1.139 | | 1,606,475 | 1.830 |
| Population < 5 ans (million) | 0,5 | 2,5 | | 1,2 | 191 | 231 |
| Population ≥ 5 ans (million) | 4,8 | 0,5 | | 2,4 | 90 | 214 |
| Total | | | | | | 2.275 |
| <i>Borne inférieure</i> | | | | | | <i>2.071</i> |
| <i>Borne supérieure</i> | | | | | | <i>2.478</i> |

Source : adapté de Bassi et al. (2011); World Development Indicators (2011); et Auteurs.

81. Le *American Water Works Association*⁶⁶ suggère un point de référence (benchmark) de 10% pour les pertes acceptables d'eau pour les prestataires de service. Une fourchette de plus de 10% à 25% est

⁶⁴ Site web de l'ONEP: <www.onep.ma>.

⁶⁵ Bassi et al. (2011).

⁶⁶ Site web de l'AWWA: <www.awwa.org>.



considérée comme intermédiaire et devrait faire l'objet d'une attention particulière pour ramener les pertes à moins de 10%. Les pertes d'eau au dessus de 25% sont considérées chroniques et requièrent une attention immédiate. Ainsi, la production d'eau potable au Maroc enregistre des pertes surtout dans le réseau pour la distribution de l'eau potable qui est de 32% pour l'ONEP. Les données ne sont pas disponibles pour les régions et les communes et autres prestataires de services dans la région de l'Oum Er-Rbia. En matière d'amélioration de l'efficacité de l'eau, un projet de contrat programme entre l'Etat et l'ONEP a été envisagé pour la période 2007-2010 pour réduire les pertes de 72% à 80% qui n'avait semble-t-il toujours pas encore été ratifié en 2010. Ainsi, 18% de la production pourrait être considéré comme un coût supporté par les contribuables sans aucun retour sur investissement équivalent à en moyenne à 27,8 million de m³ en 2010 soit à une perte de 5,5 m³ de perte par habitant pour la région du Bassin de l'Oum Er-Rbia. Le coût d'opportunité pour la population du bassin de l'Oum Er-Rbia a été considéré égal à la moitié du 1^{er} et 2^{ème} niveau du tarif progressif de l'ONEP équivalent à 1,5 DM par m³ qui a été introduit en 2008. Le coût de la dégradation se monte ainsi à 40,5 millions de DM avec une variation de 27 à 54 millions de DM en 2010 pour la population de l'Oum Er-Rbia. (Tableau 6.6). Cette démarche pourrait éventuellement être considérée pour les centres urbains desservis par les transferts du Bassin de l'Oum Er-Rbia (la partie des 1.600 millions de m³/an destinée à l'eau potable) comme Casablanca, Settat, Berchid, Safi, El Jadida, El Haouz et Doukkala.

Tableau 6.6 : Coût de la dégradation associé aux pertes techniques évitables de distribution, 2010

| Services dans le Bassin de l'Oum Er-Rbia | Consommation moyenne par habitant | Population | Pertes techniques évitable (18% de la production) | Pertes techniques évitable | Coût d'opportunité de l'eau (1 ^{ère} et 2 ^{ème} tranche du tarif de l'eau potable/2) | Coût de la Dégradation |
|--|-----------------------------------|------------|---|--------------------------------|--|------------------------|
| | l/jour | # | l/j | Millions de m ³ /an | DM/m ³ | Millions de DM |
| Total | 70 | 5.086.215 | 15,0 | 27,8 | 1,5 | 40,5 |
| Borne inférieure | | | 10,0 | | | 27,0 |
| Borne supérieure | | | 20,0 | | | 54,0 |

Note : Le pourcentage de pertes de l'ONEP a été considéré pour les autres prestataires de services. Toute la population a été considérée car la consommation est nationale.

Source : Site web de l'ONEP : <www.onep.ma>.

6.2.3 Qualité des Services d'Irrigation

82. Les projets PAGI 1 et 2 ainsi que ceux de la Banque mondiale et la KfW ont mis l'accent sur la réhabilitation des infrastructures d'irrigation et l'amélioration des conditions de gestion des ORMVA (voir Section 3). Ainsi, la mise à niveau des équipements et la poursuite des réformes institutionnelles reste une priorité pour la réduction des pertes techniques de l'irrigation et surtout la grande irrigation.

Tableau 6.7 : Coût de la dégradation associé aux pertes techniques évitables d'irrigation, 2010

| Tadla | Culture | | Productivité | | Gain de productivité | | Production additionnelle | | Valeur ajoutée | | Coût totaux | | Coût de la Dégradation |
|-------------------------|-----------|------------|--------------|--------------|----------------------|------------|--------------------------|---------------|----------------|------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | Plant. ha | Maraic. ha | Plant. t/ha | Maraic. t/ha | Plant. t/ha | Maraic. DM | Plant. Tonne | Maraic. Tonne | Plant. DM | Maraic. DM | Plant. Millions de DM | Maraic. Millions de DM | |
| Total | 3723 | 1277 | 21 | 23 | 4 | 9 | 15412 | 11751 | 1600 | 1400 | 24,7 | 16,5 | 41,1 |
| Borne inférieure | | | | | | | | | | | | | 34,9 |
| Borne supérieure | | | | | | | | | | | | | 47,3 |

Source : Belghiti (2011).

83. Les coûts de la dégradation ont été calculé en dérivant les pertes des rendements agricoles où **changement de productivité** des plantations et des cultures maraichères dus à la perte technique de



la grande irrigation dans la région de Tadla.⁶⁷ Le coût de la dégradation se monte ainsi à 41,1 millions de DM avec une variation de 35 à 47 millions de DM en 2010 pour Tadla dans l'Oum Er-Rbia. (Tableau 6.7). Cette démarche pourrait éventuellement être considérée pour les centres de la grande irrigation desservis par les transferts du Bassin de l'Oum Er-Rbia (la partie des 1.600 millions de m³/an destinée à l'irrigation) comme par exemple El Haouz et Doukkala.

6.2.4 Qualité de la Ressource en Eau

84. Pour ce qui des ressources en eau, la qualité des eaux souterraines se dégrade continuellement : les taux des nitrates observés ont évolués sur les quinze dernières années pour atteindre des niveaux préoccupant (des taux supérieurs à 50 mg/l pour la majorité des stations échantillonnées) alors des taux élevés en salinité sont relevés dans certaines nappes (Béni Amir, Abda Doukkal et Béni Moussa Ouest). Cependant, la qualité des eaux de surface est généralement bonne en amont du bassin (en amont de Khénifra) mais elle se dégrade en aval du fait de tous les rejets urbains ou industriels. Ainsi, le tronçon situé entre l'aval rejet Kasba-Tadla et l'aval rejet Dar Ouled Zidouh sur l'Oued de l'Oum Er-Rbia est particulièrement pollué par l'effet conjugué des rejets industriels et domestiques. Ce tronçon connaît une dégradation excessive durant les mois d'été due à l'activité sucrière et aux autres rejets sans épuration.⁶⁸ En général, 70% des eaux de l'Oum Er-Rbia sont considérées comme bonnes à excellentes et 30% sont considérées passables à mauvaises.

85. Vu la multiplicité des sources de pollution et du nombre de polluants le long de l'Oum Er-Rbia et le long de la zone côtière où il se jette, une méthode reposant sur les **préférences énoncées** a été retenue pour l'évaluation des coûts de la dégradation. Par ailleurs, certains investissements pour la réduction de la pollution sont en cours mais l'estimation de tous les investissements nécessaires pour réduire la pollution et le rétablissement ou le maintien des fonctions et services de l'écosystème dépassent largement le cadre de cette étude. Ainsi, Baker et al. (2007) a récemment conduit une enquête afin d'estimer la valeur économique accordée par les ménages anglais et gallois pour l'amélioration de la qualité de l'eau aussi bien au niveau des bassins versants que des zones côtières dans le cadre de la mise en œuvre de la directive eau de la CE (voir Annexe II). Un **transfert d'avantages** est ainsi considéré pour dériver le coût de la dégradation du bassin de l'Oum Er-Rbia et le long de la zone côtière où il se jette. Après avoir fait le transfert d'avantages, le consentement à payer se monte à 742 DM par ménage par an pour une amélioration tangible après 6 ans. Ainsi, le coût de la dégradation se monte à 725 millions de DM pour la population de l'Oum Er-Rbia avec une variation de 259 à 1.192 millions de DM en 2010 (Tableau 6.8).

Tableau 6.8 : Coût de la dégradation de la qualité de l'eau de l'Oum Er-Rbia, 2010

| Zone | Population Million | Nombre d'habitants par ménage # | Consentement à payer DM/an | | | Coût de la dégradation Millions de DM | | |
|-------------|-----------------------|--|-------------------------------|------------------|---------------------|--|------------------|---------------------|
| | | | Borne inférieure | Borne moyenne | Borne supérieure | Borne inférieure | Borne moyenne | Borne supérieure |
| Oum Er-Rbia | 5,1 | 5,2 | 264 | 742 | 1.219 | 259 | 725 | 1.192 |

Source: Baker et al. (2007); World Bank (2011); et Auteurs.

6.2.5 Salinité

86. La salinité, même à faible dose, peut affecter la production agricole. Ainsi, des seuils de salinité et des **réductions de productivité** ont été développés par Kotuby-Amacher et al. (2003) et Evans (2006)⁶⁹ pour chaque culture et sont basées sur la conductivité électrique des sols saturés (CEs) exprimée en dS/m. Cependant, d'autres facteurs pourraient affecter le seuil de tolérance des cultures (variété,

⁶⁷ Belghiti (2011).

⁶⁸ Site web de l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abh.ma>.

⁶⁹ Site web du Gouvernement australien: <www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/resources/soils/salinity/crops/tolerance-irrigated>.



climat, etc.) et par conséquent, les seuils sont simplement suggérés à titre indicatif. La réduction de la productivité due de la salinité affectant la production agricole ne touche que les plantations et les cultures maraichères mais n'inclut pas le blé qui a une grande tolérance au sel. Cependant, les coûts d'opportunité de la valeur ajoutée associée à la production agro-industrielle des trois cultures n'ont pas été considérés (par exemple, l'huile d'olive, etc.). La perte de productivité se monte à 2,3 milliards de DM avec une variation de 1,9 à 2,8 milliards de DM en 2010 (Tableau 6.9). Ce montant, qui ne considère que la région en aval de Tadla, est basé sur des taux conservateurs de salinité. Cependant, l'utilisation additionnelle d'engrais devrait compenser ces pertes de productivité tout en créant un cercle vicieux (ruissellement) mais il n'est pas possible de déterminer le coût de ce *comportement préventif*. Ainsi, nous estimons que malgré l'utilisation d'engrais, un tiers des pertes de productivité est attribuable à la dégradation due à la salinité des sols. Ainsi, le coût de la dégradation s'élève à 0,7 milliard de DM avec une variation de 0,6 à 0,9 milliards de DM en 2010 (Tableau 6.9).

Tableau 6.9 : Pertes de productivité agricole due à la salinité en aval de la région de Tadla, 2010

| Principales cultures | Surface affectée par la salinité ha | Production Tonnes | Seuil de salinité CEs dS/m | Réduction moyen du rendement des cultures CEs | | Prix de gros DM/ tonne | Coût de la Dégradation | | |
|------------------------|--|----------------------|----------------------------------|--|----------------|------------------------------|---|--|--|
| | | | | -10% avec dS/m à : | -10% Tonnes | | Borne moyenne à -10% Millions de DM | Borne Inférieure à -10% Millions de DM | Borne Supérieure à -10% Millions de DM |
| | | | | | | | | | |
| Plantation | 14.146 | 13.165.623 | 1,2 | 1,5 | 14.482.185 | 1600 | 2.106,5 | 1.685,2 | 2.527,8 |
| Maraichère | 4.854 | 1.549.903 | 1,3 | 1,8 | 1.704.893 | 1400 | 217,0 | 173,6 | 260,4 |
| Total | 190.00 | | | | | | 2.323,5 | 1.858,8 | 2.788,2 |
| Coût de la Dégradation | | | | | | | 774,5 | 619,6 | 929,4 |

Note : la réduction des rendements est une moyenne pour les plantations et les cultures maraichères.

Source : Kotuby-Amacher et al. (2003) ; et Evans (2006).

87. Par ailleurs, un autre cas fréquent de perte de valeur des sols est celui de l'engorgement hydrique chronique, voire permanent, du terrain, dû à la remontée de la nappe phréatique consécutive à un aménagement hydro-agricole défectueux (irrigation excessive et mal dosée, drainage insuffisant).⁷⁰ La région de Tadla est touchée par ce phénomène mais ce dernier ne sera pas quantifié et monétisé faute de données.

6.2.6 Quantité

88. Concernant les ressources souterraines, la quantité des ressources en eau est affectée par un rabattement de la nappe phréatique de 0,5 m et des ressources profondes de 2 m par an qui nécessite un pompage supplémentaire. Ce rabattement demeure très conservateur et nécessite des données plus récentes (voir Section 3). Ainsi, le **changement de production** est considéré pour dériver le coût additionnel de pompage équivalent au coût de la dégradation. Le coût de la dégradation s'élève ainsi à 12,4 millions de DM avec une variation de 10,5 à 14,3 millions de DM en 2010 (Tableau 6.10). Par secteur, le coût de la dégradation est ventilé comme suit : 9,6 millions de DM pour l'irrigation et 2,8 millions pour l'alimentation en eaux potable et industrielle en 2010.

89. Le même exercice a été répété pour l'année 2007 qui été une année de sécheresse avec un rabattement de la nappe phréatique de 3 m et des ressources profondes de 10 m par an en considérant les mêmes volumes que 2010. Aussi, ce rabattement demeure très conservateur et nécessite des données plus récentes (voir Section 3). Ainsi, le **changement de production** est considéré pour dériver le coût additionnel de pompage équivalent au coût de la dégradation. Le coût de la dégradation s'élève ainsi à 64,5 millions de DM avec une variation de 54,8 à 72,2 millions de DM en 2007. Par secteur, le coût de la dégradation est ventilé comme suit : 52 millions de DM pour l'irrigation et 14 millions pour l'alimentation en eaux potable et industrielle en 2007.

⁷⁰ Debbah et Badraoui (2002).



Tableau 6.10 : Coût additionnel du pompage dans le bassin de l'Oum Er-Rbia, 2010

| Coût de pompage | Unité | Ressources phréatiques à des fins agricoles | Ressources phréatiques pour l'alimentation en eaux potable et industrielle | Ressources profondes à des fins agricoles | Ressources profondes pour l'alimentation en eaux potable et industrielle | Coût de la dégradation |
|--|----------------------------------|---|--|---|--|------------------------|
| Ressources concernées par le rabattement | Millions de m ³ | 164 | 4 | 121 | 46 | |
| Consommation moyenne de diesel | l/m de profondeur/m ³ | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | |
| Rabattement annuel moyen de la nappe | m | 0,5 | 0,5 | 2,0 | 2,0 | |
| Prix du marché | DM/litre de Diesel | 7,42 | 7,42 | 7,42 | 7,42 | |
| Coût annuel du pompage diesel | Millions de DM/an | 2,43 | 0,06 | 7,18 | 2,73 | 12,4 |
| Borne inférieure | | | | | | 10,5 |
| Borne supérieure | | | | | | 14,3 |

Source : Site web de l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abh.ma>; et Hamami et Kuper (2008).

90. Pour les ressources de surface, le non remplacement de la perte de capacité des barrages due à l'envasement peut conduire à la réduction de la disponibilité en eau pour les usagers (voir Stockage ici-bas). Puisque l'agriculture est un important consommateur de l'eau des barrages au Maroc, l'impact de leur envasement sur l'agriculture irriguée a été évalué en suivant le **changement de production**. En considérant une consommation de 5.000 m³/ha pour l'irrigation intensive, un manque à gagner serait la différence entre la valeur ajoutée de la production agricole entre l'irrigation intensive et non-intensive. Tous les autres facteurs restant constant, un manque à gagner de 11.800 DM/ha toutes cultures confondues a été retenu. Le coût de la dégradation s'élève ainsi à 98 millions de DM avec une variation de 89 à 108 millions de DM en 2010 (Tableau 6.11).

Tableau 6.11 : Moins-value agricole due à la perte de stockage des barrages de l'Oum Er-Rbia, 2010

| Barrage | Envasement en 2010 | Allocation pour l'irrigation-intensive | Plus-value agricole due à l'irrigation intensive | Coût de la dégradation |
|-------------------------|----------------------------|--|--|------------------------|
| | Millions de m ³ | m ³ /ha | DM/ha | Millions de DM |
| Total | 5,0 | 5.000 | 1.500 | 12,5 |
| Borne inférieure | | | | 11,3 |
| Borne supérieure | | | | 13,8 |

Source : adapté du Site web de l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abhor.ma>; Banque mondiale (2007) ; et Auteurs.

6.2.7 Erosion

91. Dans les terres agricoles, l'érosion des sols se manifeste surtout par un décapage généralisé et pernicieux des sols et par des ravinements localisés sur les pentes fortes. La relation complexe entre les épisodes de pluie érosive et les taux annuels de perte de sol peut s'expliquer par deux facteurs importants. Le premier facteur est lié au cycle de dégradation du sol qui détermine le potentiel d'érosion des sols du bassin. Le deuxième facteur correspond à l'orientation de la dégradation. Les études de télédétection ont permis de déterminer une perte de 315 tonnes par km² dans la région de l'Oum Er-Rbia avec 28.500 km² de sols affectés par l'érosion.⁷¹ Ainsi, cette érosion des sols se traduit par une perte nutritive qui devrait être compensée par des engrais. Par ailleurs, l'érosion est aussi responsable d'une perte de séquestration de carbone qui n'est pas comptabilisé dans cette étude.

⁷¹ MEMEE (2010).



92. Le **coût de remplacement** pour le calcul du coût de la dégradation de la productivité agricole due à l'érosion consiste à compenser la perte de la valeur nutritive des sols par des engrais. Une tonne d'engrais basé sur un mixage des engrais chimiques et organiques dont le coût est de 100 DM par ha est nécessaire pour remplacer la valeur nutritive des sols érodés. Le coût est ainsi de 10.000 DM par km². Ainsi, le coût de la dégradation se monte à 285 millions de DM avec une variation de 228 à 342 millions de DM en 2010 (Tableau 6.12).

Tableau 6.12: Perte nutritive des sols due à l'érosion des sols dans l'Oum Er-Rbia, 2010

| Bassin | Superficie affectée | | | Erosion | Coût de l'engrais | Coût de la dégradation | | |
|--------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------|-------------------|------------------------|------------------|------------------|
| | Borne Moyenne : 1/4 | Borne inférieure : 1/8 | Borne supérieure : 1/2 | | | Borne moyenne | Borne inférieure | Borne supérieure |
| | Km ² | Km ² | Km ² | | | Millions de DM | | |
| Total | 28.500 | 22.800 | 34.200 | 315 | 10.000 | 285,0 | 228,0 | 342,0 |

Source : MEMEE (2010).

6.2.8 Stockage

93. Le **coût de remplacement** pour le calcul du coût de la dégradation des barrages, qui sont uniquement considérés dans cette étude, est basé sur une borne inférieure consistant en une élévation des barrages pour remplacer les volumes de stockage perdu (basée sur l'élévation de coûts du barrage) et se monte à 0,2 DM/m³ et une borne supérieure consistant à la construction de nouveaux barrages comme borne supérieure et se monte à 7,66 DM/m³ en 2010. Ainsi, le coût de la dégradation se monte à 19,2 millions de DM avec une variation de 0,2 à 38,3 millions de DM en 2010 (Tableau 6.13). Il est important de noter que le coût de dragage n'a pas été considéré vu la qualité des sédiments qui pourrait avoir un impact négatif dans les zones où ils seraient déchargés.

Tableau 6.13: Envasement des barrages de l'Oum Er-Rbia, 2010

| Barrage | Envasement jusqu'à 2010 | Envasement en 2010 | Coûts de remplacement Borne inférieure | | Coûts de remplacement Borne supérieure | | Coût de la dégradation |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|--|----------------|--|----------------|------------------------|
| | Millions de m ³ | Millions de m ³ | DM/m ³ | Millions de DM | DM/m ³ | Millions de DM | Millions de DM |
| Oum Er-Rbia | 65 | 5,0 | 0,04 | 0,2 | 7,66 | 38,3 | 19,2 |

Source : adapté du Site web de l'ABH de l'Oum Er-Rbia : <www.abhor.ma>; Banque mondiale (2007) ; et Auteurs.

6.2.9 Production Hydroélectrique

94. La production hydroélectrique (HE) du bassin de l'Oum Er-Rbia, qui représente 70% de l'hydroélectricité installée et produite au Maroc, est fortement corrélée à la pluviométrie. La production moyenne est de 1.680 millions de kW/h. Par ailleurs, deux nouvelles turbines sont en cours d'installation à Tanafnit (18 MW) et Tqlit (22 MW) avec la mise en service en 2012 portant ainsi la puissance installée à 800 MW.

95. Cependant, l'envasement des barrages réduit le potentiel de production hydroélectrique (HE) dans le bassin de l'Oum Er-Rbia.⁷² Par ailleurs, ce potentiel relatif à la production hydroélectrique est considéré être compensé par une production à base d'énergies fossiles comme le gaz ou fuel. Le coût de la dégradation a été calculé en utilisant le coût de la première tranche tarifaire de l'Office nationale de l'Electricité pour la substitution de la production d'électricité et le coût du carbone pour les émissions de GES. Cependant, les effets des émissions de polluants ambiants associées à l'utilisation des énergies fossiles n'ont pas été évalués. Sur la base de la moyenne de la perte potentielle de 30 à 40 millions de kW/h par an, la perte d'hydroélectricité est de 35 millions de kW/h en 2010. Le coût de la dégradation se monte ainsi à 31 millions de DM avec 28 millions de DM comme coût de substitution

⁷² Banque mondiale (2003).



pour produire l'électricité en utilisant des énergies fossiles et 3,4 millions DM pour l'équivalent d'émissions carbonées en 2010 (Tableau 6.14).

Tableau 6.14 : Coût de la dégradation hydroélectrique du fait de l'envasement des barrages, 2010

| Effets des Fluctuations Hydriques | Perte de production HE par rapport au potentiel | HE : émission de CO ₂ | Fuel/Gaz : émission de CO ₂ | Emissions nettes de CO ₂ | Emissions totales de CO ₂ | Coût global de l'émission de CO ₂ | Facteurs de production | Coût de la dégradation |
|------------------------------------|---|----------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------|------------------------|
| | Millions de kW/h | CO ₂ /kW/h | CO ₂ /kW/h | CO ₂ /kW/h | Tonne | DM/tonne | DM/kW/h | Millions de DM |
| Coût de substitution : 2010 | 35 | | | | | | 0,79 | 27,7 |
| <i>Borne inférieure</i> | 30 | | | | | | 0,9 | 27,0 |
| <i>Borne supérieure</i> | 40 | | | | | | 0,7 | 28,0 |
| Excès de GES : 2010 | 35 | 0,004 | 0,887 | 0,883 | 0,03 | 111 | | 3,4 |
| <i>Borne inférieure</i> | 30 | 0,004 | 0,887 | 0,883 | 0,03 | 111 | | 2,9 |
| <i>Borne supérieure</i> | 40 | 0,004 | 0,887 | 0,883 | 0,04 | 111 | | 3,9 |
| Total | | | | | | | | 31,1 |

Source: Site web Green It <www.greenit.fr>; Site web Perspective Monde : <www.perspective.usherbrooke.ca> ; et Auteurs.

96. Par ailleurs, la production HE est fortement corrélée à la pluviométrie entre les années 2000 et 2010. La production moyenne HE sur la période pour le Bassin de l'Oum Er-Rbia est de 1.375 millions de kW/h avec une moyenne de 5,2% de la production totale d'électricité du Maroc (Tableau 6.15).

Tableau 6.15 : Production hydroélectrique, 2000-2010

| HE production | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Production Totale (Millions de kW/h) | 12863 | 15046 | 16072 | 17449 | 18515 | 19911 | 20430 | 20506 | 20824 | 21401 | 21805 |
| Production HE (% du total) | 6,0 | 5,79 | 5,29 | 8,34 | 8,68 | 4,92 | 4,88 | 4,46 | 4,46 | 12,14 | 14,7 |
| Production HE (Millions de kW/h) | 718 | 871 | 850 | 1,455 | 1,607 | 980 | 997 | 915 | 929 | 2,598 | 3,205 |
| Production HE Oum Er-Rbia (Millions de kW/h) | 502 | 610 | 595 | 1,019 | 1,125 | 686 | 698 | 640 | 650 | 1,819 | 2,244 |

Source : Site web Perspective Monde : <www.perspective.usherbrooke.ca> ; Annuaire de la Pluviométrie (2011) ; et Auteurs.

97. Le coût de la dégradation est calculée pour l'année 2007 qui semble avoir été une des années les plus sèches de la fin de la décennie avec une perte de production HE de 286 millions de kW/h par rapport à la moyenne sur 11 ans et un coût de la dégradation de presque 254,6 millions de DM dont 31,6 millions de DM représentant le coût de substitution et le coût du carbone pour les émissions de GES.

6.3 Catégorie Déchets Solides

98. La gestion des déchets dans le bassin de l'Oum Er-Rbia reste problématique surtout en milieu rural. Néanmoins, ce n'est pas toute la chaîne de déchets qui a un impact direct sur les ressources en eau : c'est surtout les décharges avec le ruissellement de lixiviats. Cependant, tout le coût de la dégradation de la chaîne des déchets domestique est considéré dans cette étude.

99. Les coûts de la dégradation dus aux déchets se montent à 1 milliard de DM en 2010 avec une variation de 0,9 à 1,2 milliards de DM en 2010 (Tableau 6.16). Les coûts de la dégradation comprennent : la



non-collecte en milieu rural et urbain; le coût de réhabilitation des dépotoirs sauvages pour les déchets générés en 2010; le manque à gagner du recyclage de 2010; la moins-value des terrains proche des dépotoirs; le manque à gagner futur de la production d'électricité escompté à 5% (actualisés au temps présent); et les GES non-évités dans le futur escomptés à 5% (actualisés au temps présent). La description de la méthodologie et des calculs est développée dans l'Annexe IV.

Tableau 6.16 : Coûts de la dégradation dus aux déchets, 2010

| Résultats | Collecte en milieu urbain (déficit) et rural | Coût de nettoyage des dépotoirs pour les déchets générés | Manque à gagner du recyclage | Moins-value des terrains proche des dépotoirs | Manque à gagner futur de la production d'électricité escompté à 5% | GES non-évités dans le futur escomptés à 5% | Total |
|------------------------|--|--|------------------------------|---|--|---|----------------|
| | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM |
| Coût de la dégradation | 528,0 | 189,2 | 193,3 | 30,5 | 90,5 | 74,5 | 1.031,5 |
| Borne inférieure | 475,2 | 151,4 | 135,3 | 33,9 | 89,6 | 0,0 | 885,4 |
| Borne supérieure | 580,8 | 227,0 | 212,6 | 42,7 | 90,5 | 74,5 | 1.153,6 |

Source : Annexe IV.

6.4 Catégorie Biodiversité

100. Le rôle des zones humides comme valeurs d'usage (par exemple dans l'agriculture, la pêche, l'atténuation des inondations, la recharge de la nappe) et de non-usage (en tant qu'habitats pour des espèces de faune aquatique) ont bien été validés dans plusieurs études au Maroc.⁷³ La dégradation de la biodiversité se manifeste aussi bien par la diminution de la surface des zones humides qu'à travers une diminution de la richesse de la faune et de la flore. Quoique la construction de barrages ait accru la superficie de zones humides et les bassins de décantation des stations d'épuration des eaux constituent des zones humides artificielles ces derniers ne peuvent remplacer les zones humides naturelles qui fournissent des habitats et des écosystèmes plus favorables à la survie de nombreuses espèces animales et végétales. Par ailleurs, les lâchers d'eau fortement non stationnaires pour la gestion des crues et notamment optimiser la production d'électricité provoque les plus importantes et les plus évidentes modifications du régime d'écoulement se traduisant ainsi par des répercussions directes sur la morphologie du lit de la rivière et des pertes de biodiversité.
101. Les principaux effets négatifs, subis par les zones humides de l'Oum Er-Rbia émanent des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles. Aussi, beaucoup de zones humides ont disparu entièrement ou partiellement, après leur transformation en terres agricoles ou après leur drainage. De plus, il faut mentionner les effets des rejets des eaux usées domestiques et industrielles sur la qualité de l'eau de certaines zones humides.
102. Il est très difficile d'évaluer les pertes réelles de biodiversité de l'Oum Er-Rbia. Le Rapport sur l'Etat de l'Environnement du Maroc (MEMEE, 2010) estime que 50% des zones humides ont été perdues durant les 50 dernières années, et que d'autres sont menacées. Ainsi, en considérant qu'une moyenne de 3% des 200,000 ha des zones humides du Maroc est perdue par an, la part des pertes revenant à l'Oum Er-Rbia serait de l'ordre de 30 ha de zones humides par an. Le *coût de remplacement* a été adopté pour évaluer le coût de la dégradation. Il est important de signaler que cette approche est affectée par d'importantes limitations. D'une part, l'utilisation des dépenses effectives peut sous-estimer les dommages, car ces dépenses peuvent rarement compenser tous les services fournis auparavant par l'écosystème original surtout pour ce qui a trait à l'effet des lâchers des barrages sur la biodiversité. TEEB⁷⁴ a estimé le coût de remplacement d'une zone humide sur la base d'une méta-

⁷³ Banque mondiale (2007).

⁷⁴ Site web de TEEB: <www.teeb.org>.



analyse globale. Le coût se monte à 275.385 DM par ha. Ainsi, le coût de la dégradation, qui reste très sous-estimé, se monte à 8,3 millions de DM en 2010 avec une borne inférieure de 1 million de DM et une borne supérieure indéterminée, donc supérieure à 8,3 millions de DM en 2010.

6.5 Catégorie Catastrophes Naturelles et Environnement Global

6.5.1 Catastrophes Naturelles

103. Un Plan Directeur de PNI a été développé et sa mise en œuvre est en cours de réalisation pour réduire les risques d'inondation au Maroc. Les éléments fournis par les projections climatiques font craindre une augmentation des fréquences des hausses des débits de crue sur l'Oum Er-Rbia qui affecterait le bassin versant. Cependant, l'année 2007 a été relativement sans événement majeur pour ce qui est des catastrophes naturelles notamment des inondations surtout si on la compare à 2010 où plusieurs inondations ont eu lieu et des victimes et des dégâts ont été recensés. Les précipitations enregistrées au Maroc ont été qualifiée d'exceptionnelles dépassant jusqu'à 150 fois le taux des trente dernières années. Ces intempéries ont provoqué le remplissage à 100% du barrage Al Massira nécessitant des lâchers. Par ailleurs, l'évacuation des populations en aval a aussi été nécessaire suite aux crues et débordements des oueds.⁷⁵

104. Le Gouvernement marocain a annoncé l'allocation d'une enveloppe de quelques 3 milliards de DM en 2010 aux institutions ayant subies des dommages ainsi que pour compenser les victimes: 1,67 milliards de DM en avril 2010 et de 1,4 milliards de DM en novembre après les dégâts occasionnés par les intempéries au niveau de plus de 29 provinces et préfectures notamment dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. Les dégâts provoqués par les intempéries ont, en plus des victimes (11 décès dont 7 dans le bassin de l'Oum Er-Rbia, des blessés et du stress psycho-physique), causé : des dommages aux biens privés dont 2.633 logements; des dommages aux infrastructures (dégâts au réseau routier et ferroviaire ; coupure d'électricité ; perturbation des STEPs ; vulnérabilisation des infrastructures sociales) ; inondation de terres agricoles avec une estimation préliminaire de 150.000 ha; un manque à gagner économique ; etc.⁷⁶

105. Cependant, il n'y a pas eu de figures officielles sur le coût de ces catastrophes naturelles. Un montant préliminaire a été estimé à 200 millions de DM soit 7% de l'enveloppe allouée par le Gouvernement (coûts de remplacement) a été utilisé pour le coût de la dégradation dans le bassin de l'Oum Er-Rbia pour l'année 2010. Cependant, ce montant pourrait être réajusté si de meilleures données venaient à être disponibles.

6.5.2 Environnement Global

106. Le déséquilibre entre la part d'utilisation des eaux de surface par rapport à la part des eaux souterraines au détriment de la première ira en s'accroissant dans le futur. Ce déséquilibre s'exacerbera encore plus avec les effets des changements climatiques. En effet, outre l'augmentation prévue de température, qui conduit à une augmentation de l'évapotranspiration, la pluviométrie devrait décroître. Ceci pourrait conduire à la fois à une moindre recharge des aquifères et à une utilisation accrue de ces aquifères par les agriculteurs pour compenser la croissance du déficit entre évapotranspiration et pluviométrie.

107. Cependant, pour ce qui est de l'environnement global, seules les émissions de GES ont été considérées dans le cas de cette étude et ont été couvertes sous Production Hydroélectrique et Déchets Solides et se montent à 78 millions de DM en 2010.

⁷⁵ Sites web : <<http://www.bladi.net/inondations-degats-maroc.html>>; <www.infomediaire.ma/news/maroc/inondations-14-milliard-dh-pour-r%C3%A9parer-les-d%C3%A9g%C3%A2ts>; <<http://actualites.marweb.com/maroc/societe/le-wali-vient-en-aide-aux-sinistres.html>>; et <<http://www.leconomiste.com/article/intemperies-le-maroc-sinistre>>.

⁷⁶ Ibid.



6.6 Conclusions

108. L'estimation du coût de la dégradation des ressources en eau a permis de dégager les conclusions suivantes :
- a. La salinité affecte plus l'eau d'irrigation au sein du bassin de l'Oum Er-Rbia que la qualité de l'eau potable.
 - b. Les dommages dus au manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement rural dans le bassin de l'Oum Er-Rbia sont significatifs.
 - c. La mauvaise collecte et le manque de traitement des déchets infligent moins de dommages (1,1 milliards de DM) que les ceux dus au manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans le milieu rural.
 - d. Les dommages affectant la qualité de l'eau du bassin de l'Oum Er-Rbia (qualité de l'eau y compris la salinité) sont plus prononcés (1,7 milliards de DM) que les problèmes liées à la rareté ou aux pertes techniques dus aux services d'approvisionnement en eau potable et aux systèmes d'irrigation.
 - e. Les dommages créés par l'érosion menant notamment à l'envasement des barrages sont de l'ordre de 413 millions de DM avec comme principal cause les sédiments des sous bassins versants.
109. Sur la base de ces conclusions, quatre priorités se dégagent dans le court et moyen terme :
- a. L'efficacité des systèmes d'irrigation ;
 - b. L'assainissement dans le milieu rural ;
 - c. La collecte et le traitement des déchets ; et
 - d. L'efficacité de l'aménagement du territoire permettant de réduire l'envasement des barrages.



7. Coût de la Restauration du Bassin de l'Oum Er-Rbia

7.1 Aperçu Général des Coûts de la Restauration

110. Sur la base de priorités identifiées dans la Section précédente, quatre scénarios d'interventions ont été considérés mais seulement trois ont été réalisés. Seules, les catégories efficacité de l'irrigation, l'eau potable, eau et assainissement en milieu rural et gestion des décharges ont été évaluées. Les interventions liées à l'aménagement du territoire pour réduire l'érosion et ainsi l'envasement des barrages n'ont pas été considérées faute d'études permettant d'établir une causalité entre l'aménagement et la réduction de l'envasement afin de mener une évaluation économique.

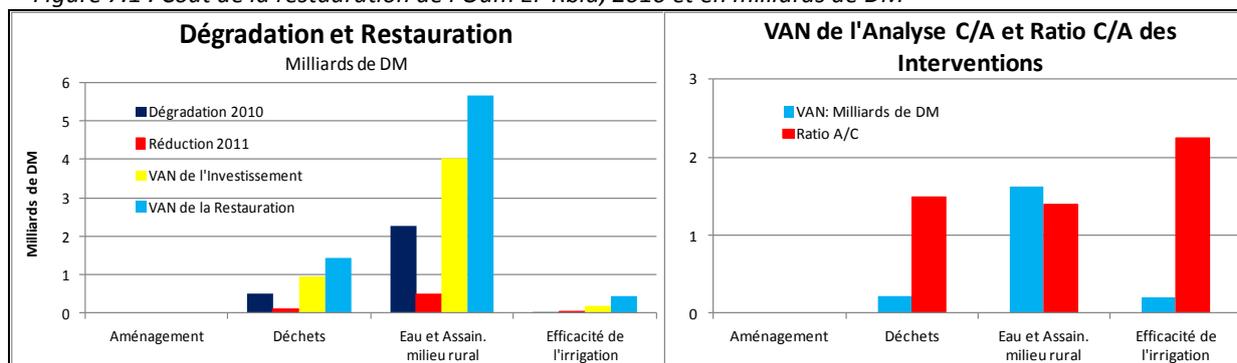
111. Les scénarios les plus efficaces ont été retenus et sont illustrés dans le Tableau 7.1 et la Figure 7.1. La rentabilité de l'efficacité de la grande irrigation ne fait aucun doute et pourrait avoir un retour sur investissement positif après seulement 5 ans. Concernant l'eau et l'assainissement en milieu rural, tous les scénarios sont rentables. Pour les déchets, seul, l'alternative *tout à la décharge avec génération d'électricité dans des cellules* est rentable. Les alternatives avec ségrégation et recyclage ne le sont pas car elles sont trop coûteuses. Cependant, ces dernières alternatives créent des emplois qui ne sont pas pris en compte dans l'analyse C/A. Ainsi, pour pallier à cette insuffisance, une analyse multicritère pourrait être envisagée pour la prise de décision où des pondérations seraient attribuées non seulement à l'analyse C/A mais aussi à la création d'emploi, la réduction de la pauvreté, etc.

Tableau 7.1 : Coût de la restauration de l'Oum Er-Rbia, 2010 et en milliards de DM

| Intervention | Dégradation 2010 | Réduction 2011 | VAN de l'Investissement | VAN de la Restauration | Van de l'Analyse C/A |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|--|
| | Milliards de DM | Milliards de DM | Milliards de DM | Milliards de DM | Milliards de DM |
| Aménagement | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.497-29.532 DM/ha 6.433-31.579 DM/ha |
| Déchets | 0,5 | 0,1 | 1,0 | 1,4 | 0,2 |
| Eau et assainissement en milieu rural | 2,3 | 0,5 | 4,0 | 5,7 | 1,6 |
| Efficacité de l'irrigation | 0,04 | 0,04 | 0,19 | 0,43 | 0,20 |

Source : Auteurs.

Figure 7.1 : Coût de la restauration de l'Oum Er-Rbia, 2010 et en milliards de DM



Source : Auteurs.

112. L'analyse des coûts de restauration de trois catégories analysées et basée sur la valeur actualisée nette (VAN) de l'investissement sur 20 ans avec un taux d'escapement de 10% et le taux de rendement interne (TRI), a permis de dégager les investissements les plus efficaces et efficaces qui sont les suivants :



- a. Pour l'irrigation, l'investissement permettra d'économiser 200 millions de m³ qui pourront être utilisés pour réduire le déficit structurant dans le bassin ou éventuellement augmenter marginalement les surfaces irriguées. L'analyse dégage une VAN positive de 189 millions de DM, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1.
- b. L'assainissement est rentable avec ou sans l'eau potable et produira une VAN de 1.617 millions de DM, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1.
- c. Le transfert et enfouissement des déchets municipaux n'est rentable que lorsque pour chaque gouvernorat, une station de transfert et une décharge seront établies avec production d'électricité moyennant les émissions du méthane. Cet investissement aura une VAN positive de 226 millions de DM, un TRI de 17% et une VA du Ratio A/C de 1,5.

7.2 Efficacité des Systèmes d'Irrigation

113. Le coût de la réduction des pertes techniques des grands systèmes d'irrigation est budgété par l'ORMVA dans la région de Tadla ainsi que d'autres régions recevant des transferts d'eau de l'Oum Er-Rbia comme Haouz. Ainsi, les coût d'investissements ont été préparés par l'ORMVA et se montent à 130 millions de DM. Ceci permettra d'économiser 200 millions de m³ qui pourront être utilisés pour augmenter les surfaces irriguées.
114. Un seul scénario a été considéré consistant à améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation dans le Tadla. Le scénario est rentable avec une VAN positive de 189 millions de DM, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C de plus de 1 (Tableau 7.2).

Tableau 7.2 : Analyse Coût/Avantage des gains d'efficacité des systèmes d'irrigation, 2010

| Indicateurs de l'Analyse C/A | Critère de rentabilité (taux d'escompte de 10% et durée de l'investissement de 20 ans) | Scénario Augmentation de l'efficacité des systèmes d'irrigation sur 20 ans |
|------------------------------|--|--|
| VAN millions de DM | >0 | 189 |
| TRI | ≥10% | 26% |
| Ratio A/C (valeur présente) | >1 | 2,2 |
| Résultats | | A Considérer |

Note : le flux des avantages survient avec un temps de latence de 2 ans.

Source : Auteurs.

115. Cette analyse mériterait d'être répliquée aux autres régions recevant les transferts d'eau de l'Oum Er-Rbia.

7.3 Eau et Assainissement en Milieu Périurbain et Rural

116. La structure organisationnelle de l'ONEP et ses procédures internes se traduisent par des coûts fixes qui sont trop élevés pour que la prestation de services dans les zones rurales soit rentable. Ces dernières années, l'ONEP a testé différents modèles de participation du secteur privé, de gestionnaires de canalisations établies sur des contrats de services basés sur la performance. L'ONEP a mis à l'essai le premier partenariat public-privé de sous-traitance de la prestation de services de gestion de l'eau dans les zones périurbaines et rurales. Pendant les premières années du contrat de dix ans, les opérateurs privés recevront des subventions basées sur la performance. Cela permettra à l'opérateur d'équilibrer ses comptes tout en développant une activité rentable au sein de la structure tarifaire existante. En cas de succès, ce modèle pour l'approvisionnement en eau en milieu rural pourrait être étendu dans d'autres petites villes et les zones rurales environnantes, ce qui présente des opportunités pour le secteur privé marocain, tout en améliorant l'accès aux services d'adduction d'eau pour les pauvres.⁷⁷

⁷⁷ Van Breusegem et Belhaj Soulamy (2011).



117. Les réductions réalisables des cas de diarrhée et de la mortalité due à la diarrhée après l'amélioration de l'adduction d'eau, de l'assainissement et des mesures d'hygiène sont basées sur les dernières méta-analyses qui sont illustrées dans le Tableau 7.3. Les cas de figure où : (i) l'adduction d'eau potable existe alors que la connexion au réseau d'égout n'existe pas ; et (ii) lorsque l'adduction d'eau potable n'existe pas et que la connexion au réseau d'égout n'existe pas ont été retenus : En moyenne, les réductions seraient de 50% et 60% respectivement (Tableau 7.3) et ceci en tenant compte de l'état des mesures d'hygiène au sein des ménages.⁷⁸

Tableau 7.3 : Réduction réalisable des cas de diarrhées avec l'amélioration des services

| Taux de couverture de l'eau et de l'assainissement | Distribution de la population 2010 | Amélioration de l'eau et de l'assainissement | Réduction réalisable des cas de diarrhée quand une : | |
|---|------------------------------------|--|--|--|
| | | | Bonne hygiène au niveau du ménage est vérifiée | Amélioration de l'hygiène au niveau du ménage est nécessaire |
| Adduction d'eau potable et connexion au réseau d'égout | 56% | Amélioration de la fiabilité et de la qualité de l'eau courante (de manière à assurer l'approvisionnement en eau de façon suffisante et sûre) pour ceux de cette population ayant actuellement la fiabilité de l'eau et des problèmes de qualité | 15% | 45% |
| Adduction d'eau potable et pas de connexion au réseau d'égout | 21% | a) Amélioration de la fiabilité et de la qualité de l'eau courante (de manière à assurer l'approvisionnement en eau de façon suffisante et sûre) pour ceux de cette population ayant actuellement la fiabilité de l'eau et des problèmes de qualité b) Connexion des eaux usées (et chasse d'eau pour ceux qui ont des toilettes sèches ou pas de toilettes) pour toute cette population. | 35% | 65% |
| Pas d'adduction d'eau potable et connexion au réseau d'égout | 1% | Adduction d'eau fiable et sûre dans les locaux de toute cette population | 25% | 55% |
| Pas d'adduction d'eau potable et pas de connexion au réseau d'égout | 22% | Adduction d'eau fiable et sûre et connexion des eaux usées (et chasse d'eau pour ceux qui ont des toilettes sèches ou pas de toilettes) pour toute cette population. | 45% | 75% |
| Total | 100% | | 28% | 60% |

Source: adapté de Bassi et al. (2011).

118. Les coûts d'investissements et de sensibilisation se rapportant à l'amélioration de l'adduction d'eau, de l'assainissement et des mesures d'hygiène sont illustrés dans le Tableau 7.3 avec de larges variations. Des réductions moyennes de 50% pour l'assainissement et 60% pour l'eau et l'assainissement ont été adoptées pour dériver les gains qui se monte à 502 millions de DM en 2011 (Tableau 7.4) si les investissements venaient à être immédiatement réalisés dans le bassin de l'Oum Er-Rbia en milieu périurbain et rural. De plus, le scénario 1 assurera un assainissement amélioré à 309,399 habitants entre 2011 et 2030. Par ailleurs, le scénario 2 assurera de l'eau potable et un assainissement tous deux améliorés à 1,99 millions d'habitants entre 2011 et 2030 (Tableau 7.4).

⁷⁸ Bassi et al. (2011).



Tableau 7.4 : Investissements et avantages actualisés pour l'eau et l'assainissement, 2010-30

| Eau et assainissement en milieu rural | Investissement par habitant | | Investissement initial de 2010 Millions de DM | Investissement total actualisé à 10% sur 20 ans Millions de DM | Avantage initiale de 2012 Millions de DM | Avantage total actualisé à 10% sur 20 ans Millions de DM |
|--|-----------------------------|--------------------------|--|---|---|---|
| | Borne inférieure DM/hab. | Borne supérieure DM/hab. | | | | |
| Eau | 840 | 1,146 | | | | |
| Assainissement | 382 | 535 | | | | |
| Sensibilisation à l'hygiène | 38 | 69 | | | | |
| Scénario 1 : Assainissement et Sensibilisation | | | 158 | 203 | 61 | 756 |
| Scénario 2 : Eau, Assainissement et Sensibilisation | | | 2.295 | 3.832 | 441 | 5.460 |
| Scénario 3 : Scénarios 1 et 2 | | | 3.153 | 4.035 | 502 | 5.652 |

Note : des coûts d'entretien de 4% pour l'adduction d'eau et l'assainissement de l'investissement initial ont été considérés avec une augmentation nette de 3% par an sur la période. Le coût de la sensibilisation est alloué durant la première année et des rappels sont faits chaque année.

Source : site web de WASH : <www.sanitationupdates.wordpress.com/2012/10/16/wash-by-numbers-the-latest-on-cost-benchmarks-economic-returns-and-handwashing/>; et Auteurs.

119. Les 3 scénarios de 2010 sont rentable avec une VAN positive de 485 à 1.617 millions de DM, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1 (Tableau 7.5).

Tableau 7.5 : Analyse Coût/Avantage de la restauration de l'eau et l'assainissement, 2010

| Indicateurs de l'Analyse C/A | Critère de rentabilité (taux d'escompte de 10% et durée de l'investissement de 20 ans) | Scénario 1 Assainissement et sensibilisation sur 20 ans | Scénario 2 Eau, assainissement et sensibilisation sur 20 ans | Scénario 3 Scénarios 1 et 2 sur 20 ans |
|------------------------------|--|---|--|--|
| VAN millions de DM | >0 | 485 | 1,132 | 1,617 |
| TRI | ≥10% | 41% | 15% | 16% |
| Ratio A/C (valeur présente) | >1 | 3,7 | 1,4 | 1,4 |
| Résultats | | A Considérer | A Considérer | A Considérer |

Note : le flux des avantages survient avec un temps de latence de 1 à 2 ans.

Source : Auteurs.

7.4 Amélioration de la Gestion des Décharges

120. L'évaluation inclut la population n'ayant ni collecte ni enfouissement sanitaire tant en milieu urbain que rural dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. Cependant, la gestion de la chaîne de déchets dans le milieu rural pourrait poser des problèmes vu la dispersion des villages et hameaux se traduisant par des coûts techniquement élevés. D'où la difficulté à les rattacher à un système centralisé qui couvrirait les villes, les communes et certaines régions mixtes. Ainsi la population rurale pourrait bénéficier d'approches communautaires et participatives.

121. Les coûts d'investissements se rapportent à l'amélioration d'une partie de la chaîne de déchets domestiques et couvrent des stations de transferts jusqu'à l'enfouissement pour les déchets générés par les villes, les communes et le milieu rural avec une population de près de 3,6 million d'habitants en 2010 et atteignant 4,5 millions d'habitants en 2030. Ainsi, 3 scénarios ont été retenus sur 20 ans : le scénario 1 consistant à assurer dans chaque commune au moins 1 station de transfert, 1 station de ségrégation avec un recyclage de 15% et un compostage de 15% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; le scénario 2 consistant à assurer dans chaque commune au moins 1 station de transfert, 1 station de ségrégation avec un recyclage de 10% et un compostage de 10% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; et le scénario 3 consistant à assurer dans chaque commune au moins 1 station de transfert et une décharge permettant la construction de cellules afin de générer de l'électricité. Ainsi, les coûts d'investissement varient entre 370 et 1.560 millions de DM et les coûts de transport (1,2 DM et 1,6 DM par km/tonne respectivement en milieu urbain et rural) des stations de transfert à la ségrégation et enfouissement,



et d'opérations et d'entretien sont compris dans l'analyse. Les gains de la première année varient entre 114 et 204 millions de DM (Tableau 7.6).

Tableau 7.6 : Investissements et avantages actualisés pour les déchets, 2011-30

| Eau et assainissement en milieu rural | Investissement initial de 2010 | Investissement total actualisé à 10% sur 20 ans | Avantage initiale de 2012 | Avantage total actualisé à 10% sur 20 ans |
|--|--------------------------------|---|---------------------------|---|
| | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM |
| scénario 1 : Station de Transfert, Ségrégation, 15% de recyclage, 15% de compostage et enfouissement | 1.560 | 2.588 | 204 | 1.910 |
| scénario 2 : Station de Transfert, Ségrégation, 10% de recyclage, 10% de compostage et enfouissement | 1.370 | 2.328 | 169 | 1.610 |
| scénario 3 : Station de Transfert, enfouissement et génération d'électricité | 370 | 955 | 114 | 1.429 |

Note : des coûts d'entretien de 5% pour des investissements initiaux ont été considérés avec une augmentation nette de 3% par an sur la période. Le coût des terrains des décharges n'est pas inclus dans le calcul.

Source: World Bank (2011), World Bank (2012); et Auteurs.

122. L'analyse C/A a été faite pour l'amélioration d'une partie de la chaîne de gestion des déchets domestiques et les résultats sont illustrés dans le Tableau 7.6. (voir l'Annexe V pour le détail des analyses). Les scénarios 1 et 2 ne sont pas rentables économiquement, car trop coûteux. Cependant, le scénario 3 est rentable avec une VAN positive de 226 millions de DM, un TRI de 17% et une VA du Ratio A/C de 1,5 (Tableau 7.7).

Tableau 7.7 : Analyse Coût/Avantage de la restauration des déchets domestiques, 2010

| Indicateurs de l'analyse C/A | Critère de rentabilité (taux d'escompte de 10% et durée de l'investissement de 20 ans) | Scénario 1 Station de transfert, ségrégation, 15% de recyclage, 15% de compostage et enfouissement | Scénario 2 Station de transfert, ségrégation, 10% de recyclage, 10% de compostage et enfouissement | Scénario 3 Station de transfert, enfouissement et génération d'électricité |
|------------------------------|--|--|--|--|
| VAN millions de DM | >0 | -1.010 | -997 | 226 |
| TRI | ≥10% | -1% | -3% | 17% |
| Ratio A/C (valeur présente) | >1 | 0,7 | 0,7 | 1,5 |
| Résultats | | A Rejeter | A Rejeter | A Considérer |

Source : Auteurs.

7.5 Réduction de l'Erosion en Amont pour Réduire l'Enablement des Barrages

123. Une approche de protection des barrages contre l'envasement est préventive et plus efficace que le **coût de remplacement** utilisé pour calculer les coûts de la dégradation ici-haut et mériterait d'être ainsi considérée pour un calcul éventuel des coûts de la restauration. Ainsi, malgré l'intervention des autorités afin de réduire les effets de l'érosion, il est néanmoins très difficile d'évaluer l'impact exact de la lutte antiérosive qui concerne la maîtrise et la mobilisation des eaux de surface ou la gestion des terres agricoles. Toujours est-il que la Banque mondiale (2010) a évalué les interventions en Tunisie dans le bassin de Barbara au nord du bassin de la Medjerda dont nombreux versants ont la même topographie et subissent les mêmes conditions climatiques et par à-coup, la même érosion que l'Oum Er-Rbia. Cependant, l'évaluation tire les avantages directes des pratiques de conservation comme les aménagements ou la plantation de blé, d'arbres, etc. et indirectes comme la séquestration de carbone sans vraiment essayer d'établir une causalité entre les interventions et la réduction de l'envasement des barrages.



124. La VAN avec un taux d'escompte de 10% sur 20 ans est de 5.497-29.532 DM/ha sur la zone intervenue. L'agroforesterie (olivier/céréales en intercalaire), l'amélioration des terres des parcours, les prairies permanentes et la plantation de *sulla* (ressources phylogénétiques fourragères) sur les terres de culture contribuent le plus à ce résultat, car ce sont les interventions les plus rentables du point de vue social. Les cordons et les seuils en pierres sèches n'apparaissent pas rentables qu'uniquement en combinaisons avec l'agroforesterie. S'ajoute à ces avantages une VAN de 6.433-31.579 DM/ha au niveau de l'environnement global.
125. Une étude conduite par Daly-Hasen (2008) évalue l'avantage des valeurs directes et indirectes d'une forêt avec un avantage de 82 DM/ha pour la prévention de l'érosion (Encadré 7.1).
126. Il n'en demeure pas moins que vue la difficulté de dériver des coûts utilisables de prévention de l'érosion, l'analyse C/A ne sera pas faite dans ce cas de figure mais il est urgemment nécessaire de lancer une étude comparative en utilisant une analyse multi variée afin d'établir une corrélation entre topographie, utilisation des sols, précipitation et envasement de barrages sur au moins 3 barrages de l'Oum Er-Rbia. Ceci permettra de dériver les déterminants de l'envasement nécessaires pour la conception et la réalisation d'interventions en amont susceptibles de réduire l'envasement des barrages.

Encadré 7.1 : Valeur d'usage d'une forêt

La valeur d'usage d'une forêt et la distribution des avantages a été calculé par Daly-Hassen et. al, (2008) pour tous les retours que le gouvernement ou la population locale reçoivent des forêts, les prestations externes et sociales (prestations pour l'ensemble de la société en général, de la biodiversité, par exemple, la prévention de la dégradation des sols). Les résultats ont montré que les bénéfices privés s'élèvent à 96,8 \$EU/ha en 2005 (à parts égales entre le gouvernement et les utilisateurs locaux). Le bois et le fourrage pâturé étaient les produits les plus précieux générant 41,4 millions et 34,2 de \$EU/ha respectivement. Les avantages externes ont atteint une moyenne de 24,9 \$EU/ha. Ses principales composantes sont la prévention de l'érosion (9,8 \$EU/ha), la séquestration du carbone (11,8 \$EU/ha), et la conservation de la biodiversité (3,2 \$EU/ha). Cependant, les loisirs est la composante la moins gratifiante de l'avantage économique qui se monte a 0,1 \$EU/ha, en dépit de l'existence de plusieurs parcs nationaux et réserves dans la région étudiée.

Source : Daly-Hassen et. al, (2008).



8. Recommandations

127. Le diagnostic et les analyses qui ont été développés dans les précédents chapitres permettent d'arriver à six conclusions d'ordre général :

- Le manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les zones périurbaines et rurales est le coût de la dégradation le plus important qui a été évaluée à 2,2 milliards de DM. Dans son PNA, le Gouvernement marocain a accordé une priorité aux investissements dans les zones urbaines du bassin, cependant l'estimation de la dégradation a montré que l'accès à l'eau potable et l'assainissement est considéré au premier rang des besoins prioritaires de la population rurale et périurbaine de ce bassin, car elle affecte principalement la santé de cette population. Les statistiques marocaines ont montré 1.139 cas de décès dus à la diarrhée sur les 19,36 nouveau-nés par 1.000 habitants en 2010. La prévalence des diarrhées est 2,5 cas par enfant de moins de 5 ans et 0,5 cas pour la population égale ou de plus de 5 ans.⁷⁹
- Les déchets non traités constituent la seconde source de la dégradation des ressources en eau du bassin de l'Oum Er-Rbia et estimée à 888 millions de DM. Le PNDM a accordé des investissements importants à la collecte et l'enfouissement des déchets dans les agglomérations urbaines, cependant, ce sont les dépotoirs sauvages et la faiblesse de la collecte et l'enfouissement des déchets en zone périurbaines rurale qui sont aussi significatifs.
- La perte de la productivité agricole irriguée due à la salinité est classé troisième du point de vue dommage et estimée à 775 millions de DM. Malgré l'utilisation d'engrais, un tiers des pertes de productivité du bassin de l'Oum Er-Rbia est attribuable à la dégradation due à la salinité des sols qui est particulièrement liées à la qualité d'eau d'irrigation.
- Les dommages liés à l'érosion sont aussi importants et sont estimés à 285 millions de DM. La relation complexe entre les épisodes de pluie érosive et les taux annuels de perte de sol peut s'expliquer par deux facteurs importants. Le premier facteur est lié au cycle de dégradation du sol qui détermine le potentiel d'érosion des sols du bassin. Le deuxième facteur correspond à l'orientation de la dégradation.
- Les mesures, les données et rapports sur la qualité et la quantité des ressources en eau ainsi que les appréciations qualitatives des impacts sur les ressources naturelles sont généralement bien cernées d'un point de vue technique, cependant, les évaluations économiques de ces impacts sont quasiment inexistantes.
- Le fait que l'eau et l'environnement appartiennent à un même ministère, a renforcé les synergies entre ces deux départements. Cependant le secteur de l'eau et le secteur de l'environnement sont caractérisés par une juxtaposition de deux départements avec des lignes de décisions imprécises sur le problème de la qualité de l'eau. Le département de l'environnement est plutôt focalisé sur le contrôle de la pollution industrielle, cependant, la prise de décision sur la qualité de l'eau ne relève que du département de l'eau et de l'ABHRH et que les compétences du département de l'environnement ne sont considéré qu'à titre d'avis ou de conseil et ceci, faute d'intégrations et de réflexions « transversales ».

128. Six domaines d'intervention sont proposés pour la gestion intégrée et durable des ressources en eau de l'Oum Er-Rbia qui sous-tendent les recommandations de la présente étude :

- a) **La focalisation en premier lieu sur des investissements efficaces pour le contrôle de la pollution domestique dans les milieux ruraux et périurbains** qui ont été négligés dans le passé. La priorité serait que :
- i. Le Gouvernement marocain investisse d'abord dans l'extension de l'eau potable et de l'assainissement dans le milieu rural du bassin où la pauvreté est prédominante, en utilisant des technologies appropriées. Il existe un vide institutionnel quant à la responsabilité de la

⁷⁹ Bassi et al. (2011).



planification et la mise en œuvre de l'eau potable et l'assainissement dans les zones rurales du bassin de l'Oum Er-Rbia. Ceci devra être traité par le Ministère de l'Intérieur dans le développement de la stratégie de l'assainissement qui devra se faire de pair avec l'accès à l'eau potable, mais basée sur des éléments économiques et environnementaux persuasifs, et munie des indicateurs de suivi tels que la diminution du coût de la dégradation des ressources en eau.

- ii. Une stratégie similaire au PNDM pour la gestion des déchets en zone périurbaines et rurales ainsi que la fermeture des dépotoirs sauvages est fortement conseiller. Cependant, les aspects institutionnels (rôle de la commune et des les opérateurs contrôle, infrastructures disponibles) et la capacité financière limitée des communes de l'Oum Er-Rbia, notamment les petites et moyennes d'entre elles, constituent une contrainte majeure pour la gestion des déchets en zone rurales et périurbaines et qui devrait être analysée dans la stratégie proposée.
- b) **La considération des opportunités pour augmenter la productivité agricole en diminuant l'impact de la salinité.** Les opportunités suivantes peuvent être examiné tel que l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation, l'utilisation de la micro-irrigation comme le goutte à goutte, et la considération d'autres produits agricoles qui sont tolérants à la salinité (blé, betterave à sucre et agrume) au lieu des cultures maraîchères et dans les terres où les concentrations de salinité sont très élevées.
 - c) **La réorientation progressive de la politique d'intensification d'exploitation des ressources naturelles,** notamment dans le cadre de la mobilisation des ressources en eau de surface et souterraines qui sont surexploitées dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. Cette réorientation pourra se faire sur la base de critères qui incluent explicitement la performance économique et la dégradation et la rareté des ressources du bassin. Ceci devra permettre d'une part une meilleure valorisation des ressources de l'eau et d'autre part intégrer les préoccupations de conservation du patrimoine « sols et eaux », et l'amélioration de leur productivité.
 - d) **La planification des interventions en amont susceptibles de réduire l'envasement des barrages** nécessitant de dériver les déterminants de l'envasement et d'évaluer l'impact exact de la lutte antiérosive qui concerne la maîtrise et la mobilisation des eaux de surface et l'adaptation des techniques antiérosives en vue de leur utilisation effective par les exploitants.
 - e) **Un réseau d'information décentralisé pour l'observation, le suivi, la surveillance continue des milieux et des ressources naturelles du bassin de l'Oum Er-Rbia.** Ce réseau devrait être réorienté en partenariat avec les institutions de l'eau, l'ABHOER et de l'environnement. Ce réseau aura pour objectif de :
 - i. définir et valider des protocoles continus d'échange et de coopération avec d'autres sources d'information et bases de données ;
 - ii. entreprendre des mesures de l'état des sols et des eaux dans le but de refléter la compréhension et l'évaluation du milieu et ses impacts sur la santé et la dégradation du capital naturel permettant ainsi de contribuer à la prise de décision basée sur des données et informations précises et régulières et ;
 - iii. fournir à tout usager, toutes les informations et données sur la nature et qualité des eaux et des sols ainsi que les contraintes et incitations.
 - f) **Une dimension d'action horizontale pour une réflexion globale et intégrée sur la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Oum Er-Rbia est fortement recommandée.** Les investissements efficaces et efficients ne sont pas suffisants pour assurer la multi-sectorialité et la coopération entre les ministères, l'ABHOER, les institutions locales et les bénéficiaires. La Commission Provinciale de l'Eau de l'Oum Er-Rbia pourra constituer un groupe d'étude transversal composée des représentants des ministères (Eau et Environnement, Intérieur, Agriculture et Santé), leur institutions de tutelles tels que l'ONEP, et l'ABHOER ainsi que les représentants des usagers aura comme mandat dans un premier lieu de :



- i. développer une expertise de l'évaluation des avantages et dommages et en économie de l'eau, et un conseil dans les modes et moyens de l'intégration de ces aspects dans les programmes et stratégies sectorielles de développement ; et
- ii. mettre en place un système d'évaluation et de suivi pour les investissements et activités du bassin.



9. REFERENCES

- Arnold, B. and Colford, JM. 2007. "Treating water with chlorine at point-of-use to improve water quality and reduce child diarrhea in developing countries: a systematic review and meta-analysis." *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 76(2): 354-364.
- Badraoui M, Chouraichi M, Essafi B, Bellouti A, Cherkaoui F, 2001. *Impacts de l'irrigation sur la qualité des sols et des eaux dans le Tadla : salinisation*. Rapport 2 du projet PGRE, IAV Hassan II/ORMVAT/AGR-SEEN.
- Baker, B., Metcalfe, P. Butler, S., Gueron, Y., Sheldon, R., and J., East. 2007. *The benefits of the Water Framework Directive Programme of Measures in England and Wales*. Sponsored by Defra, Welsh Assembly Government, Scottish Executive, Department of Environment Northern Ireland, Environment Agency, Scottish Environment Protection Agency, Department of Business, Enterprise and Regulatory Reform, Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research, UK Water Industry Research, the Joint Environmental Programme, UK Major Ports Group, British Ports Association, CC Water, Royal Society for the Protection of Birds, National Farmers' Union and Country Land and Business Association (the "Collaborative Partners").
- Banque mondiale. 2003. *Royaume du Maroc, Evaluation du Coût de la Dégradation de l'Environnement*. Bureau Régional Moyen-Orient & Afrique du Nord. Département Développement Durable. Rapport No 25992-MOR. Washington, D.C.
- Banque mondiale. 2007. *République Tunisienne Evaluation du Coût de la Dégradation de l'Eau*. Bureau Régional Moyen-Orient & Afrique du Nord. Département Développement Durable. Rapport No. 38456-TN. Washington, D.C.
- Banque Mondiale. 2010. *La Génération des Bénéfices Environnementaux pour Améliorer la Gestion des Bassins Versants en Tunisie*. République Tunisienne. Rapport No 50192 – TN. Bureau Régional Moyen-Orient & Afrique Du Nord Département Développement Durable. Washington, D.C.
- Bassi, S. (IIEP), P. ten Brink (IIEP), A. Farmer (IIEP), G. Tucker (IIEP), S. Gardner (IIEP), L. Mazza (IIEP), W. Van Breusegem (Arcadis), A. Hunt (Metroeconomica), M. Lago (Ecologic), J. Spurgeon (ERM), M. Van Acoleyen (Arcadis), B. Larsen and, F. Doumani. 2011. *Benefit Assessment Manual for Policy Makers: Assessment of Social and Economic Benefits of Enhanced Environmental Protection in the ENPI countries. A guiding document for the project 'Analysis for European Neighbourhood Policy (ENP) Countries and the Russian Federation on social and economic benefits of enhanced environmental protection'*. Brussels.
- Belghiti, M'hamed. 2011. *L'Effizienz d'Utilisation de l'Eau et Approche Economique : Etude Nationale Maroc*. Plan Bleu, Centre d'activités régionales PNUE/PAM. Sophia Antipolis.
- Centre d'analyse stratégique. 2009. *La valeur tutélaire du carbone*. Rapports et documents N.16/2009 - Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Paris.
- Centre for Development and Environment (CDE). 2009. *Benefits of sustainable land management*. University of Bern. UNCCD, WOCAD, and others. Bern.
- Commission of the European Communities (CEC). 1991. Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (91/271/EEC). OJ L135, 30.5.1991.
- Clasen, T., Schmidt, W-P., Rabie, T., Roberts, I., and Cairncross, S. 2007. "Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea: systematic review and meta-analysis." *British Medical Journal*, 334:782-91.
- Curtis, V. and Cairncross, S., 2003. "Effect of Washing Hands with Soap on Diarrhoea Risk in the Community: A Systematic Review." *Lancet Infectious Diseases*, vol. 3:275-81.
- Debbarh, Abdelhafid et Mohamed Badraoui. 2002. *Irrigation et environnement au Maroc : situation actuelle et perspectives*. Serge Marlet et Pierre Ruelle (éditeurs scientifiques). Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. Actes de l'atelier du PCSI, 28-29 mai 2002, Montpellier, France. CEMAGREF, CIRAD, IRD, Cédérom du CIRAD.
- Department for Energy and Climate Change (DEEC). 2009. *Carbon Valuation in UK Policy Appraisal: A Revised Approach*. London.
- European Commission (EC). 2008. *Impact Assessment - Document accompanying the Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020 - Commission Staff Working Document*. Brussels.



- European Commission (EC). 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
- European Environment Agency (EEA). Undated: glossary.eea.europa.eu
- European Environment Agency (EEA). 2009. Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought.
- Fewtrell, L., Kaufmann, R., Kay, D., Enanoria, W., Haller, L., and Colford, JM. 2005. "Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis." *Lancet Infectious Diseases*, vol. 5:42-52.
- FAO. 2010c. Global Forest Resources Assessment: www.fao.org/forestry/62318/en/
- FAO. 2011a. *State of the World's Forests 2011*. <www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e00.htm>
- FAO. 2011b. *FAO Forestry Country Information: Morocco*. <www.fao.org/forestry/country/en/mor/>.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007. *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2007: 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 University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y.
- Hammani A., Kuper M., Bekkar Y., Zaz H., 2006. *Exploitation des eaux souterraines dans le périmètre irrigué de Tadla (Maroc) : état des lieux et éléments de méthodologie pour une gestion intégrée et durable des eaux souterraines et des eaux de surface*. Atelier scientifique et technique du projet Sirma. Marrakech, 29-31 mai 2006.
- Hammani, A. et M. Kuper. 2008. *Caractérisation des pompages des eaux souterraines dans le Tadla, Maroc*. M. Kuper, A. Zairi, (éditeurs scientifiques) 2008. *Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb*. Actes du troisième atelier régional du projet Sirma, Nabeul, Tunisie, 4-7 juin 2007. Cirad, Montpellier, France, colloques-cédérom.
- IFH. 2001. *Recommendations for Selection of Suitable Hygiene Procedures for the Use in the Domestic Environment*. International Scientific Forum on Home Hygiene. United Kingdom.
- Kotuby-Amacher, Janice, Boyd Kitchen and Rich Koenig. 2003. *Salinity and Plant Tolerance*. Utah State University. Utah.
- Lahbabi, Abdelmourhit. 2004. *Elaboration d'un Programme d'Investissement Prioritaire Visant la Réduction des Impacts liés aux Décharges et l'Amélioration des Conditions de leur Exploitation au Maroc*. METAP. Washington, D.C.
- Lindhjem and Navrud. 2010. *Meta-analysis of stated preference VSL studies: Further model sensitivity and benefit transfer issues*. Prepared by Henrik Lindhjem, Vista Analyse, Norway, and Ståle Navrud, Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Working Party on National Environmental Policies, OECD.
- Luby, S., Agboatwalla, M., Feikin, D., Painter, J., Ward Billheimer, MS., Altaf, A., and Hoekstra, R. 2005. "Effect of hand washing on child health: a randomised controlled trial." *Lancet*, 366: 225-33.
- MA - Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, D.C. www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf
- Ministère chargé de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement. (MATEE). 2006. *Etude du Coût de la Dégradation de l'environnement dans le Bassin de Sébou*. Préparée par Clean Tech S.A.R.L. Rabat.
- Matthews, E. and Themelis, N.J. 2007. *Potential for Reducing Global Methane Emissions From Landfills, 2000-2030, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium*. NASA Goddard Institute for Space Studies, Earth Engineering Center, Columbia Univ. Boston.
- Mediterranean Environmental Technical Assistance Program (METAP). 2009. *Coastal Legal and Institutional Assessment and Environmental Degradation, Remedial and Averted Cost in Coastal Northern Lebanon*. Funded by EC SMAP III and The Ministry of Foreign Affairs of Finland. Washington, D.C.
- Merlo M. and L. Croitoru (eds.). 2005. *Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value*. Wallingford: CABI Publishing.
- Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEMEE). 2010. *Etat de l'Environnement au Maroc*. Rabat.



- Nelson, J. 1978. "Residential choice, hedonic prices, and the demand for urban air quality". *Journal of Urban Economics* 5 (3): 357–369
- Nordhaus, William. 2001. "Global Warming Economics." *Science*. 294(5545): 1283-1284. Nordhaus, William. 2011. "Estimates of the Social Cost of Carbon: Background and Results from the RICE-2011 Model." *NBER Working Paper* No. 17540. Oct 2011.
- Pimentel, D., Harvey, C., et al. 1995. "Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits." *Science*. 267: 1117-23.
- Rabie, T. and Curtis, V. 2006. "Handwashing and risk of respiratory infections: a quantitative systematic review." *Tropical Medicine and International Health*, vol. 11(3): 258-67.
- Raskin, P., Gleick, P.H., Kirshen, P., Pontius, R. G. Jr and Strzepek, K., 1997. *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*. Stockholm Environmental Institute, Sweden. Document prepared for UN Commission for Sustainable Development 5th Session 1997.
- Sonneveld, B.G.J.S. and Dent, D.L. 2007. "How good is GLASOD?" *Journal of Environmental Management*, 1-10.
- TEEB. 2009. *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policy makers - summary: responding to the value of nature*. European Commission, Brussels.
- TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Edited by Pushpam Kumar, Earthscan, London.
- TEEB. 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Edited by Patrick ten Brink. Earthscan, London.
- ten Brink, P. and S. Bassi. 2008. *Benefits of Environmental Improvements in the European Neighbourhood Policy (ENP) Countries – A Methodology*. A project working document for DGENV.
- U.S. Department of the Interior (USDI). 2012. *U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2010*. Washington, D.C.
- Van Breusegem, W. and Soulami, M. 2011. *Analysis for European Neighbourhood Policy (ENP) Countries and the Russian Federation of social and economic benefits of enhanced environmental protection – Morocco Country Report*, funded by the European Commission. Brussels.
- World Health Organisation (WHO). 2002. *Environmental Health Indicators for the WHO European region. Update of Methodology*. Geneva.
- WHO. 2010. *World Health Statistics 2010*. Geneva.
- WHO/UNICEF. 2010. *Progress on Sanitation and Drinking-Water 2010 Update*. Geneva.
- WHO/UNICEF. 2010b. *Estimates for the use of improved drinking-water sources and improved sanitation facilities: Morocco*. JMP for Water Supply and Sanitation. March 2010. www.childinfo.org.
- World Bank. 2008. *Environmental Health and Child Survival: Epidemiology, Economics, Experiences*. Washington, D.C.
- World Bank. 2009. *Project Performance Assessment Report, Morocco, Water Resources Management Project*. Washington, D.C.
- World Bank. 2009. *Accountability: Morocco - Accountability for Better Water Management Results*. Washington, D.C.
- World Bank. 2010. *Lebanon Country Environmental Analysis*. Washington, D.C.
- World Bank. 2011. *World Development Indicators*. Washington, D.C.
- World Bank. 2012. *For Better For Worse*. Republic of Egypt. Washington, D.C.



10. Annexe I: Mission d'Identification

Évaluation du Coût de la dégradation de l'environnement du bassin de l'Oum Er-Rbia au Maroc : Personnes rencontrées

Rabat, du 05 au 10 août 2012

| Organisme | Personnes Contactées |
|---|---|
| POINT FOCAL ET DELEGATION DE L'UNION EUROPEENNE | <ul style="list-style-type: none">• Monsieur Hassane Belguenani, chargé du programme Eau et assainissement |
| DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE LA PLANIFICATION DE L'EAU DRPE | <ul style="list-style-type: none">• Monsieur Abdelkader Benomar, Directeur de la DRPE• Monsieur Omar Benjelloun, ingénieur en chef, chargé de mission• Monsieur Ben Abdelfadel chef de la Division de gestion et de planification des ressources en eau• Monsieur Mhamed Makhoukh chef de la division qualité de l'eau• Madame Farah El Aoufir, chargée du programme Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau• Monsieur Rajil, chef du service de gestion des barrages• Monsieur Fennali |
| AGENCE DE BASSIN ET SERVICES EAU | |
| AGENCE DU BASSIN HYDRAULIQUE DE L'OUM ER REBIA ABHOER | <ul style="list-style-type: none">• Monsieur Abdellah El Maboul, Directeur de l'ABHOER• Monsieur Meslouhi, chef du service système d'information |
| DEPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT | |
| DIRECTION DES ETUDES, DE LA PLANIFICATION ET DE LA PROSPECTIVE DEPP | <ul style="list-style-type: none">• Mr. Mohamed NBOU, Directeur de la DEPP• Mr Mohammed MAKTIT Chef de la Division de la Planification et de la Prospective |
| DIRECTION DE LA SURVEILLANCE ET DE LA PREVENTION DES RISQUES DSPR | <ul style="list-style-type: none">• Mr. Mehdi CHALABI, Directeur de la DSPR• Mr Chaoui, chef de département de l'eau |
| Division des Etudes D'Impact | <ul style="list-style-type: none">• Madame Latifa LAKFIFI Chef de la Division des Projets Pilotes et d'Etudes d'Impact sur l'environnement• Madame Amina Drissi, chef de service des EIE |
| MINISTERE DE L'INTERIEUR ET ORGANISMES SOUS TUELLE | |
| DIRECTION GENERALE DES COLLECTIVITES LOCALES DIRECTION DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT DEA | <ul style="list-style-type: none">• Monsieur Mohamed Rifki, chef du service de la planification et de la programmation• Monsieur El Hassan Arejdal, chef du service de l'eau potable et de la réutilisation |
| MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE | |
| DIRECTION DE L'ÉPIDEMIOLOGIE ET DE LA LUTTE CONTRE LES MALADIES | <ul style="list-style-type: none">• Mr Khalid Bribri Chef de service de l'assainissement |
| MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE MARITIME ET ORGANISMES SOUS TUELLE | |
| DIRECTION DE L'IRRIGATION ET DE L'AMENAGEMENT DE L'ESPACE AGRICOLE | <ul style="list-style-type: none">• M'hammed BELGHITI, chef de la Division des ressources hydro-agricoles• |
| OFFICE NATIONAL DE L'EAU POTABLE | |



| Organisme | Personnes Contactées |
|---|---|
| DIRECTION CONTROLE QUALITE DES EAUX (DCE) | <ul style="list-style-type: none">• Mr Tabib Mghari, Directeur de la DCE• Mme Mahjoub Bourziza, chef de la division de Planification• Mr. Mohamed Saadallah, cadre à la Division épuration et contrôle des eaux |

**Atelier de Consultation sur le Coût de la Dégradation de l'Environnement du Bassin de l'Oum Er-Rbia au Maroc : Liste des Participants
Rabat, le 4 décembre 2012**

| # | | Prénom | Nom | Titre | Organisation | Département | Adresse email |
|----|-----|-------------|------------------|--------------------------|---|--|--|
| 1 | M. | Brahim | AGHAZZAF | Ingénieur en chef | Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement | Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia | Aghazzaf.b@gmail.com |
| 2 | M. | Youssef | ALAOUI MDARHRI | Ingénieur de Laboratoire | ONEE | Laboratoire Régional du centre Sud | yalaouimdarhri@onee.ma |
| 3 | Dr. | Sherif | ARIF | Consultant | SWIM-SM | | sherifarif59@yahoo.com |
| 4 | Mme | Lamyaa | AZZIOUI | Ingénieur | Ministère de l'Intérieur | Direction de l'eau et de l'assainissement | lazzioui@interieur.gov.ma |
| 5 | M. | Abdelkader | BEN AMOR | Directeur | Ministère de l'Eau et de l'Environnement | Département de la recherche et de la Planification de l'Eau | abdelkader_benamora@yahoo.fr |
| 6 | M. | Hassane | BELGUENANI | Chargé de Programme | Délégation de l'UE au Maroc | Chargé de Programmes eau et assainissement | Hassane.BELGUENANI@eeas.europa.eu |
| 7 | M. | Wessal | BOUAOUDA | Ingénieur d'Etat | Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement | | w.bouaouda@gmail.com |
| 8 | M. | Abdelaziz | BOUHLAL | Chef de Service | ONEE | Laboratoire Régional du centre Sud | abouhlal@onee.ma |
| 9 | M. | Mohamed | CHAOUI | Chef de Division | Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement | Division de la Surveillance et de la Recherche Département de l'Environnement | chaoui@environnement.gov.ma mohamedchaoui2@yahoo.fr |
| 10 | Mme | Lamyae | CHEKIRA | Ingénieur d'Etat | Division de l'Eau | | elkamhi-aissam@hotmail.fr |
| 11 | M. | Fadi | DOUMANI | Consultant | SWIM-SM | | fdoumani@yahoo.com |
| 12 | Mme | Asmae | EL ALAMI | Ingénieur | MEMEE/DRPE/SHG | Service Hydrogéologie | |
| 13 | M. | Abdelkhalek | EL AMRANI IDRISI | Administrateur | Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement | Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er-Rbia | elamranibiodifec@gmail.com |



| # | | Prénom | Nom | Titre | Organisation | Département | Adresse email |
|----|------|-----------|-----------------|---|---|---|--|
| 14 | M. | Mustapha | EI HAIBA | Consultant | MEC/USAID | Morocco Economic Competitiveness program | mustapha_elhaiba@dai.com |
| 15 | Mme | Farah | ELAOUFIR | Chef du programme AGIRE | Ministère de l'Énergie des Mines de l'Eau et de l'Environnement | Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau | elaoufir@water.gov.ma farah.gtz@hotmail.fr |
| 16 | M. | Abdelaziz | EL HOUJJAJI | Administrateur | Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement | Eau | elhoujjaji2@yahoo.fr |
| 17 | M. | Mohamed | EL MEKAOUI | Chef de Service Exploitation | ONEE-BRANCHE EAU | Secteur Production Khenifra-Meknes-El Hajeb-Ifrane | moelmekaoui@onee.ma |
| 18 | M. | Mohamed | EL MGHARI TABIB | Directeur | ONEE-BRANCHE EAU | Contrôle Qualité des Eaux département Énergie, Mines, eau et Environnement | melmgharit@menara.ma melmgharitabib@onee.ma |
| 19 | M. | Mohamed | JALIL | Ingénieur Consultant | Hydraumet | | hydraumet@gmail.com |
| 20 | Mlle | Narjis | KADA | Chargée de la qualité des Eaux | Agence du Bassin hydraulique du Bouregreg et de la Chaouia | Division de la Planification et Gestion de l'Eau | Narjis.kada@gmail.com |
| 22 | M. | Slimane | MALIKI | Chef de Service | MEMEE | Département environnement | maliki13@hotmail.com |
| 23 | M. | Mohamed | MAKTTI | | MEMEE/DEPP/DPI | Division Planification Prospective | |
| 24 | M. | Mhammed | MAKHOKH | Chef de la Division Qualité de l'eau-DRPE | Département Eau | MEMEE | mh.makhokh@gmail.com |
| 25 | M. | Mohamed | OUBALKACE | Chargé de mission | DGH | MEMEE | oubalkace@yahoo.fr |
| 26 | M. | Mohamed | SAADALLAH | Chef de Division | ONEE-BRANCHE EAU | Division Epuration et Contrôle de Pollution des eaux | saadallah40@gmail.com |
| 27 | Mme | Najat | SAIDOU | Chef de Service | ONEE-BRANCHE EAU | Service Etude et Environnement Direction assainissement et Environnement | nsaidou@onee.ma |
| 28 | Mlle | Kimiyo | YAMAURA | Chargée de Programme | JICA Maroc | | |
| 29 | M. | Rachid | WAHABI | Chef de Division | Ministère de la Santé | Division de l'Hygiène du Milieu Direction de l'épidémiologie et de la lutte contre les maladies | wahabirachid3@gmail.com |



| # | | Prénom | Nom | Titre | Organisation | Département | Adresse email |
|----|-----|------------|-------------|--|--------------|-------------|---------------------------|
| 31 | Mme | Christine | WERNER | Conseillère Technique Principale | GIZ-AGIRE | | christine.werner@giz.de |
| 28 | M. | Abderrafih | LAHLOU ABIB | | | | |
| 29 | M. | Khalid | NADHIFI | | | | |
| 30 | M. | Aissam | EL KAMHI | Ingénieur d'Etat | Hydraumet | | elkamhi-aissam@hotmail.fr |
| 31 | M. | Ouidad | BENHADDOU | | | | |



11. Annexe II Méthodologie générale pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation

Catégorie Eau et Sous-catégories

Qualité et traitement de l'eau potable. Le traitement de l'eau potable peut s'effectuer à deux niveaux : au niveau des stations des traitements de l'eau potable; et au niveau des ménages. Le coût de la dégradation est calculé en déterminant le **changement de production** et ce, en dérivant le coût additionnel de traitement requis au niveau des stations (par exemple, lorsque les margines sont rejetées dans le bassin versant sans être traitées) et en déterminant les **préférences révélées** au niveau des ménages (par exemple lorsqu'un ménage utilise un filtre, fait bouillir l'eau et/ou dans un cas extrême achète de l'eau en bouteille quand la qualité de l'eau potable laisse à désirer). Pour le coût de la restauration, des avantages peuvent être tirés par dilution (**changement de production**) lors du dessalement d'une partie du volume d'eau destiné à la consommation domestique ainsi qu'à d'autres investissements pouvant couvrir toutes les autres sous-catégories afin de réduire la pollution de la ressource d'origine anthropogénique et naturelle.

Qualité des services de l'eau potable ou domestique et de l'assainissement en milieu urbain et rural ainsi que l'efficacité des systèmes d'irrigation. L'état des prestations n'est pas considéré dans ce cas précis mais pourrait cependant être évalué en dérivant les **coûts de remplacement** associés aux sources alternatives d'eau domestique (bouteilles, puits, citernes, etc.) ou les coûts de production associés au nettoyage/dégorgement des fosses septiques en cas de carence des services. Les **coûts d'opportunité** peuvent aussi être calculés pour les pertes techniques du réseau de distribution, qui sont considérées dans cette étude, ou le temps perdu à transporter l'eau ou nettoyer/dégorgement des fosses septiques. Le **changement de l'état de santé** est aussi considéré dans cette sous-catégorie. Certains paramètres de qualité de l'eau n'affectent que le goût de l'eau comme l'excès des solides dissous et de sulfates. Par ailleurs, la qualité bactériologique de l'eau peut causer des maladies comme la typhoïde, l'hépatite A, le trachome et les nématodes. De plus, la qualité physico-chimique de l'eau peut causer des maladies comme un excès de globules rouges, l'hypertension et la méthémo-globinémie qui sont respectivement attribuable à l'excès de chlorures, de sodium, et de nitrates. Néanmoins, la causalité entre la qualité de l'eau et certaines maladies reste très difficile à établir de façon définitive surtout lorsqu'il s'agit de cas de cancer liés à l'ingestion de pesticides qui contaminent l'eau potable ou la chaîne alimentaire. Ainsi, la causalité la plus fiable est celle qui lie la diarrhée qui est transmissible via une contamination biologique d'une part et le manque d'eau ou la qualité d'eau notamment l'eau potable, l'état inadéquat de l'assainissement au sein du ménage et le manque de mesures d'hygiène (utilisation judicieuse du savon) par les membres du ménage d'autre part. Ainsi, une fonction de dose-réponse, qui a largement été établie par un grand nombre d'études, a été utilisée pour évaluer les maladies hydriques, notamment la mortalité prématurée et la morbidité liées à la diarrhée touchant les enfants de moins de 5 ans. Ainsi, la prévalence des diarrhées dans la région et le taux de couverture de l'eau potable et de l'assainissement ont été considérés dans la fonction de dose-réponse pour dériver les résultats. Concernant la **mortalité**, il est difficile d'attribuer une valeur à une mort prématurée et ceci est controversé. Pourtant la valeur d'une vie statistique humaine (VVS), qui représente la réduction du risque de décès prématuré, a été utilisée et est égale à 1.606.475 de DM pour la toute mortalité prématurée au Maroc. Aussi, le coût des soins a été considéré pour la **morbidité** (hôpitaux, médecins, aides soignants, médicaments, nombre de jours d'inactivité, etc.) à 191 DM en moyenne par cas de diarrhée pour les enfants de moins de 5 ans et 90 DM pour la population égale à ou plus âgée que 5 ans.⁸⁰ Le coût de la restauration comprend les investissements pour augmenter le taux de couverture de l'adduction d'eau et l'assainissement. Ceci devrait être accompagné par une bonne prestation et par le lancement d'une campagne de sensibilisation pour un changement de comportement pour ce qui est de l'hygiène au sein du ménage. Par ailleurs, une augmentation de l'efficacité des systèmes d'irrigation s'effectue en utilisant le **changement de productivité**.

⁸⁰ Bassi et al. (2011).



Qualité de la ressource en eau. Dans cette sous-catégorie, celle-ci est exclusivement d'origine anthropogénique et est affectée par le rejet des eaux usées domestiques, les effluents industriels, miniers et halieutiques (pisciculture en eau fraîche) ainsi que par les eaux de ruissellement dus aux nitrates et pesticides utilisés par le secteur agricole. Les lixiviats sont cependant couverts sous **Déchets**. La pollution des eaux de surface et des eaux souterraines affectent l'usage de l'eau (domestique, agricole et industriel) ; l'écosystème (eutrophisation, effets sur les valeurs directes, indirectes et d'option, etc.) du bassin versant et des zones côtières; le coût des terrains, logements et appartements (méthode hédonique) le long des zones polluées; et l'éco-tourisme (perte d'opportunité surtout le long des berges et côtes polluées). Cependant, il est très difficile de pouvoir évaluer la dégradation de la qualité de l'eau par impact. Ainsi, des enquêtes utilisant une évaluation contingente permettent de dériver des **préférences révélées** (consentement-à-payer) des utilisateurs afin de gauger l'état de restauration de la ressource souhaité. Cette méthode est utilisée en se basant sur un **transfert d'avantages** (voir Annexe III). Par ailleurs, pour restaurer la qualité de la ressource, les investissements incluent d'habitude : un choix oscillant entre l'utilisation de procédés simples et peu coûteux comme l'assainissement naturel à l'aide de roseaux à la construction de STEP avec un traitement primaire, secondaire ou tertiaire pour les rejets des eaux usées domestiques ; le changement du procédé de production et/ou le traitement individuel ou collectif des effluents industriels ; une campagne de sensibilisation auprès des agriculteurs afin soit d'optimiser l'utilisation de pesticides et nitrates soit d'adopter l'agriculture bio ; et dans un cas extrême où la ressource est irrécupérable, une substitution de la ressource par une adduction d'eau plus éloignée ou le dessalement et le transport de la ressource en eau est considérée.

Salinité. La salinité des eaux de surface et souterraines est d'origine naturelle et anthropogénique (érosion des sols due à l'activité humaine), et a des effets sur la santé si l'eau est utilisée à des fins domestiques (voir ici-haut **Qualité de l'Eau Potable**), la productivité agricole et sur les écosystèmes. Seuls les effets sur l'agriculture sont pris en compte dans ce cas de figure avec l'utilisation d'un **changement de production** pour dériver le coût de la dégradation. Par contre, le coût de la restauration peut comprendre plusieurs alternatives : de la compensation de la salinité en utilisant plus de fertilisants (effet cependant pervers qui pollue les ressources en eau) ; à la dilution des ressources souterraines en injectant d'habitude des eaux usées traitées ; à une meilleure utilisation des sols en mettant en œuvre une stratégie d'aménagement du territoire qui peut comprendre comme instruments d'aménagement la reforestation, une gestion responsable des sols, la prévention ou l'atténuation de l'érosion hydrique et éolienne des sols, etc. ; et dans un cas extrême où la ressource est irrécupérable, une substitution de la ressource par une adduction d'eau plus éloignée ou le dessalement et le transport de la ressource en eau peut être envisagée.

Quantité. La raréfaction des ressources en eau est d'origine naturelle et anthropogénique, et se manifeste par la réduction du flux ou le ruissellement, qui est exacerbée par une utilisation accrue de la ressource pour pallier à la croissance démographique et couvrir les activités économiques. Par ailleurs, le rallongement et dérèglement des cycles de sécheresses (fréquences et intensités) affectent les eaux de surface et des eaux souterraines qui subissent un abaissement du niveau des nappes phréatiques et des nappes profondes. Le manque de flux est compensé d'habitude : dans un cas d'urgence, par l'utilisation spontanée des eaux usées traitées ou non traitées pouvant causer la contamination de la chaîne alimentaire ; dans un cas intermédiaire, par un pompage plus en profondeur (abaissement rapide ou utilisation de l'eau fossile donc non-renouvelable) des ressources souterraines est nécessaire pour pallier aux besoins domestiques et/ou maintenir la productivité agricole ; et dans un cas extrême, par une substitution de la ressource nécessitant une adduction d'eau plus éloignée ou le dessalement et le transport de la ressource en eau est considérée pour les eaux de surface. Le **changement de production**, les **coûts d'opportunité (manque à gagner)** et les **coûts de remplacement** sont considérés pour le calcul du coût de la dégradation alors que le coût de la restauration dépend de l'alternative de substitution retenue.

Erosion et Stockage. La gestion de la ressource en eau est affectée par l'érosion et exacerbée par les changements climatiques qui réduisent la capacité de stockage. L'ensablement et la sédimentation des barrages, des lacs collinaires, des lits des fleuves et des côtes sont accentués par une utilisation inadéquate des sols en amont (comme la déforestation, gestion irresponsable des sols, érosion hydrique et éolienne des sols, etc.) et exacerbés par le dérèglement climatique se manifestant par une fréquence et une intensité accrues des inondations durant les années humides. Les **coûts de remplacement** peuvent être calculées en considérant la



baisse de la valeur nutritive des sols qui doit être compensée par des engrais, les **coûts d'opportunité** (lâchers nécessaires pour dégorger les bassins) de l'eau perdue et les dommages à l'écosystème ; les **dépenses défensives** (dragage ; construction de lacs collinaires pour absorber l'excès de sédimentation) ; les **coûts de remplacement** (relèvement des barrages ou construction de nouveaux barrages) ; les **coûts d'opportunité (manque à gagner)** du fait de la réduction du volume d'eau stocké et la réduction de la durée de vie des barrages et des lacs collinaires ; de la réduction des services des écosystèmes. Par ailleurs, les coûts de la restauration sont dans certains cas les mêmes coûts utilisés pour évaluer la dégradation comme par exemple les investissements pour la construction de nouveaux barrages. Mais les coûts de restauration peuvent aussi comprendre la mise en œuvre d'une stratégie d'aménagement du territoire qui peut comprendre des instruments comme la reforestation, une gestion responsable des sols, la prévention ou l'atténuation de l'érosion hydrique et éolienne des sols, etc.

Production hydroélectrique. La réduction de la production est enregistrée en cas de sécheresse et l'exacerbation des cas de sécheresse grâce aux changements climatiques risque de mener à des coupures de courant. Le coût de la dégradation considère **le coût social de substitution** de la génération électrique par des centrales alimentées par des énergies fossiles. Ce coût comprend les effets des émissions de polluants et de GES. Le coût de restauration ou d'adaptation comprend notamment la substitution des centrales alimentées par des énergies fossiles par des centrales alimentées par des énergies renouvelables.

Catégorie Déchets et Sous-catégories

Chaine des déchets solides en milieu urbain et rural y compris les boues issues des STEPs. La pollution issue des déchets domestiques et agricoles est d'origine anthropogénique. Ainsi, la mauvaise gestion des déchets solides domestiques ainsi que les boues (et éventuellement des dépôts de sel avec le dessalement qui est effectué par la ONEP dans le sud du pays) et les déchets agricoles peut se traduire par plusieurs impacts comme : l'inconfort ; la santé ; la pollution visuelle, olfactive, auditive, de l'air, des sols et des ressources en eau (ruissellement des lixiviats) ; les décharges sauvages peuvent engendrer des explosions et des incendies ; la réduction des prix des terrains/bâtisses/appartements autour de la décharge ; etc. Les coûts de la dégradation considèrent toute la chaîne des déchets. **Collecte:** attribution de 1% du revenu disponible des ménages pour les ménages sans couverture pour les déchets solides alors que les boues sont collectées par les prestataires mais rejetées généralement de façon sauvage dans la nature (oueds, décharges, etc.). **Décharges :** coût de nettoyage par m³. **Séparation et recyclage:** coût d'opportunité des déchets recyclables en utilisant le taux du marché pour les matériaux non-recyclés. **Manque à gagner de la production d'énergie par le manque d'utilisation des déchets agricoles.** **Réduction des prix des terrains autour de la décharge (préférences révélées** en utilisant la méthode hédonique) ou des oueds ou les boues des STEPs sont rejetées: réduction des prix des terrains, bâtisses et appartements de : $\pm 15\%$ dans une circonférence jusqu'à 30 m autour de la décharge ; et de $\pm 10\%$ dans une circonférence de 30 à 100 m autour de la décharge.⁸¹ **Capture du méthane dans les décharges sanitaires :** manque à gagner de la production d'énergie et empreinte carbone en l'absence d'un site d'enfouissement sanitaire. Par ailleurs, le coût de la restauration dépend des alternatives retenues pour la collecte, les stations de transfert, les stations de séparation et de recyclage ; et les décharges sanitaires avec ou sans la capture du méthane.

Chaine des déchets médicaux et dangereux. Celle-ci n'est pas considérée dans cette étude mais l'impact pourrait être plus important que les déchets domestiques si les prestations pour gérer les déchets médicaux et dangereux ne sont pas adéquates.

⁸¹ Nelson (1978).



Catégorie Biodiversité

Divers empiètements sont enregistrés le long du bassin se traduisant par des pertes des écosystèmes et de plantes médicinales. TEEB a été considéré pour le coût de la dégradation (pertes des services) alors que toutes les interventions des autres sous-catégories peuvent être considérées comme des coûts de restauration.

Catégorie Catastrophes Naturelles et Environnement Global

Les catastrophes naturelles et les effets des changements climatiques sont considérés dans un continuum allant du court au long terme.

Catastrophes naturelles. Les inondations, sécheresses, événements extrêmes, etc. verront leur intensité et leur fréquence s'exacerber avec le temps. Les coûts des impacts comprennent : la santé (mortalité, blessure, noyade, maladies contagieuses, stress psycho-physique) ; les biens détruits ; les biens dépréciés (préférences révélées en utilisant la méthode hédonique) dans des régions susceptibles d'être le plus touchées par les inondations (dépréciation des prix des terrains dans les zones inondables), la houle (dépréciation des prix des terrains dans les zones côtière du fait de la houle et de l'érosion côtière), etc. ; la perturbation des services ; les infrastructures affectées ; les ressources (lâchers avec réduction de la ressource et effets sur l'écosystème) dilapidées ; la productivité économique réduite ; etc. Le coût de restauration ou de prévention dépend de l'état de préparation et de l'efficacité de la réponse.

Emissions de GES. Les modèles de réduction d'échelle pour estimer les effets des changements climatiques existent pour le Maroc. Cependant, dans ce cas de figure, seules les émissions de GES avec un effet sur l'environnement global seront considérées. Le World Resource Institute a identifié 2 tonnes de CO₂ par an et par habitant comme le seuil à ne pas dépasser pour limiter la croissance des températures à 2° Celsius au-dessus desquelles un changement climatique irréversible et dangereux deviendra inévitable. Ainsi, le coût de la dégradation considère les émissions de carbone marginaux qui dépassent les 2 tonnes de CO₂ par an et par habitant (l'excès des tonnes de CO₂ par an et par habitant à multiplier par la population et le prix du carbone). Le coût social de CO₂ présent et futur (2000-2099) représente les dommages causés par une tonne des émissions actuelles en termes de : inondations, sécheresses, élévation accélérée du niveau de la mer, baisse de la production alimentaire, extinction des espèces, migration, etc. Plusieurs estimations sont disponibles pour le coût social des émissions de CO₂ allant de \$EU 3 à \$EU 95 (Nordhaus, 2001; Stern, 2007; UNIPPC, 2007). Récemment, la Commission européenne (CE 2008 et DECC 2009) a considéré 6 \$EU la tonne comme valeur inférieure consolidée de CO₂ et l'étude française (Centre d'analyse stratégique, 2009) comme valeur limite supérieure de CO₂ avec 11 \$EU par tonne en 2009. Une fourchette de 11,3-15,4 \$EU par tonne de CO₂ en 2010 sont les prix ayant été considérés comme borne inférieure et borne supérieure basée sur Nordhaus, 2011, qui a ré-estimé le coût social du carbone au temps présent et jusqu'à 2015, y compris l'incertitude, pondération des actions, et l'aversion au risque. Le prix moyen considéré est donc de 13,3 \$EU équivalent à 101,6 DM en 2007 et 111 DM en 2010 par tonne de CO₂ (45,1 \$EU par tonne de carbone) en \$EU de 2010.



12. Annexe III Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Eau

Méthodologie pour la Qualité de l'Eau

Contrairement aux transferts des avantages non ajustés où le consentement à payer (CAP) sur le site de la politique est supposé être égal aux valeurs moyennes du CAP sur le site d'origine ($CAP_p = CAP_s$). Les transferts tentent d'ajuster les valeurs en tenant compte de toutes les différences possibles (par exemple les variables socio-économiques et environnementales inclus dans la fonction agrégée avantages) entre les deux sites (voir Bateman et al. (2000) ou Garrod et Willis (1999)). L'équation 1 offre une représentation conceptuelle de l'approche fonction de transfert des avantages:

$$\text{Sondage sur le site: } CAP_s = \alpha + \beta_1 X_{s1} + \beta_2 X_{s2}$$

$$\text{Site de la Politique: } CAP_p = \alpha + \beta_1 X_{p1} + \beta_2 X_{p2}$$

Où s désigne le site du sondage, p le site de la politique et X_1, X_2 vecteurs des caractéristiques spécifiques et les caractéristiques de la population pour chaque site (par exemple les niveaux de revenu et de l'éducation, aux niveaux de référence qualité de l'eau, etc). Le transfert des avantages est considéré comme un outil approprié pour le transfert des estimations du CAP ajusté entre différents endroits où le vecteur d'attributs et de caractéristiques socio-économiques (X_1, X_2) qui déterminent les similitudes et les différences entre la politique et le site de l'enquête ne peut être établie. Lorsque ces différences existent et leur ampleur sont connus, il est possible de substituer les variables connues dans le site d'origine enquête avantages agrégés pour fonction de fournir des estimations. Cet exercice implique le choix sur les facteurs qui sont inclus et qui sont omis dans l'analyse à cause de la limitation par la disponibilité des données.

Tableau A3.1 : Les valeurs CAP annuelles pour l'amélioration à 100% de l'environnement eau en 2016

| Méthode d'élicitation / Modèle pour l'amélioration de 100% en 2015 | Angleterre | | Pays de Galles | | Angleterre et Pays de Galles | |
|--|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| | CAP moyen £/mén./an | CAP médian £/mén./an | CAP moyen £/mén./an | CAP médian £/mén./an | CAP moyen £/mén./an | CAP médian £/mén./an |
| PCCV statistiques de l'échantillon | 49,2 | 30,0 | 62,6 | 50,0 | 50,4 | 30,0 |
| PCCV MCO modèle | 44,8 | 25,3 | 40,1 | 22,7 | 44,5 | 25,1 |
| Modèle Logit DCCV | 167,0 | 167,0 | 181,4 | 181,4 | 167,9 | 167,9 |
| Modèle Logit CE | 293,7 | 293,7 | 508,0 | 508,0 | 299,9 | 299,9 |

Source: Baker et al. (2007).

Baker et al. (2007) a récemment estimé la valeur économique accordée par les ménages anglais et gallois pour l'amélioration de la qualité de l'eau au niveau local et national en tant que résultat de la mise en œuvre de la directive eau (Tableau A3.1). Il est l'un des rares études qui ont utilisé une série écologique basée sur les métriques de qualité de l'eau pour la description des niveaux de référence et d'améliorations. Les résultats de cette recherche sont utilisés par le *Department for Environment, Food and Rural Affairs* ainsi que l'Agence de l'environnement en Angleterre et au Pays de Galles pour informer les décisions politiques nécessaires pour se conformer à la directive.

Les eaux usées brutes et les rejets industriels ainsi que tous les contaminants provenant de processus tel que les déchets liquides d'origine domestique, industrielle et agricole (comme par exemple la pollution organique, les déchets dangereux et les pesticides) dans le bassin hydrique de l'Oum Er-Rbia affectent cette ressource de façon négative en général. La valeur économique non marchande d'un changement dans la qualité des eaux qui pourraient découler du traitement des eaux usées et d'options de politique des déchets est calculée pour la qualité des eaux de surface. Une méthode de **transfert des avantages** est utilisée dans ce contexte. La



méthodologie proposée couvre les valeurs directes et indirectes découlant de l'amélioration de la qualité des ressources en eau (Tableau A3.2).

Tableau A3.2 : Améliorations des valeurs d'usage courant et de non-usage des ressources en eau

| Avantage | Type des usages de l'eau | | Exemple | |
|---|--------------------------|----------------|--|---|
| Avantages potentiels de la qualité de l'eau | Usage courant | Usage direct | Flux dérivé de l'utilisation de la ressource | Activités de loisirs: pêche, baignade, canotage |
| | | Usage Indirect | Flux dérivé le long des berges | Activités de loisirs: randonnée, trekking Détente, plaisir de paix et la tranquillité Esthétique, jouissance de la beauté naturelle |
| | Non Usage | Option | | Préférences d'utilisation future de la ressource à des fins personnelles |
| | | Existence | | Maintenir un bon environnement pour le plaisir de tous |
| | | Legs | | Plaisir de connaissances que les générations futures seront en mesure de faire usage de la ressource dans l'avenir |

Source: Adapté de Baker et al. (2007).

Tableau A3.3 : CAP par ménage basé sur la carte de paiement et le choix dichotomique dérivés à partir du transfert d'avantages, 2010

| Consentement à Payer | Population | Membre dans chaque ménage | Scénario 3 100% d'amélioration après 6 ans | | |
|----------------------|-------------|---------------------------|---|---------------|------------------|
| | | | Consentement à payer en DM | | |
| | (# million) | (#) | 2010 | | |
| | 2010 | 2010 | Borne Inférieure | Borne Moyenne | Borne Supérieure |
| Oum Er-Rbia | 5,1 | 5,2 | 264 | 742 | 1.219 |

Note: \$PPP Revenu Intérieur Brut par habitant a été utilisé pour ajuster le différentiel de revenus entre le Royaume Uni et le Maroc avec une élasticité des revenus estimée à 1.

Source: Baker et al. (2007); World Bank (2011); et Auteur.

L'évaluation des biens marchands et non marchands est fondée sur les préférences des gens pour une amélioration de l'environnement et les valeurs sont mesurées soit par une procédure d'éllicitation directe ou indirecte par l'analyse des transactions dans les marchés où les préférences pour un bien environnemental sont supposées influencer le prix du bien commercialisé (Tableau A3.3). La valeur de toute la population touchée est établie par une opération de change reflétée dans la somme de la valeur de chaque personne pour l'amélioration de l'environnement. La méthode de transfert de prestations ne peut être considérée comme une méthode d'évaluation en soi, mais plutôt comme une alternative rapide et peu coûteuse pour le transfert de données sur la valeur existante.



13. Annexe IV Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Déchets

Coût de la collecte en milieu périurbain et rural. Le coût de la collecte en milieu urbain pour 616.084 habitants (30% de la population urbaine) et en milieu rural pour 3.032.601 habitants dans le bassin de l'Oum Er-Rbia est équivalent à 1% de leur revenu de 119.356 DM en milieu urbain et de 76.489 DM en milieu rural par an par ménage.⁸² Le coût de la dégradation de la non-collecte de 502.972 tonnes est donc équivalent à 181 millions de DM en milieu urbain et 387 millions de DM en milieu rural en 2010.

Coût du nettoyage évité des déchets devant être déchargés dans des décharges sauvages. La population considérée est toute la population urbaine qui atteint 2.053.614 habitants avec 0,76 kg et 3.032.601 habitants en milieu rural avec 0,3 kg généré par habitant par jour.⁸³

Les hypothèses suivantes sont utilisées:

- La profondeur de la décharge est en moyenne de 1 mètre.
- La densité moyenne de déchets immergés est de 340 kg /m³.
- La réduction du volume à travers les feux incontrôlés dans les décharges est de 2/3 laissant ainsi un solde de 1/3.

Avec une seule décharge contrôlée (El Jadida) opérationnelle, tous les déchets générés dans le Bassin de l'Oum Er-Rbia sont considérés polluer les sols et les ressources en eau. Le total des déchets municipaux générés en 2010 est de 901.742 tonnes. Ces déchets ont le potentiel de polluer $884.061 \text{ m}^2 = ((2.053.614 * 365 * 0,76 \text{ kg}) * 1/3 * 1/340) + ((3.032.601 * 365 * 0,3 \text{ kg}) * 1/3 * 1/340)$. Pour le nettoyage des décharges sauvages, 214 DM par tonne par m³ (1 m² par 1 mètre de profondeur) est adopté.⁸⁴ Le coût du nettoyage se monte à 189 millions de DM en 2010 avec une variation de 151 à 227 millions de DM (Tableau A4.1).

Tableau A4.1 : Pollution potentielle des sols et des ressources en eau due aux déchets, 2010

| Oum Er-Rbia | Population | Déchet générées | Déchets générées | Surface polluée | Coût du nettoyage | Coût de la dégradation | Borne inférieure | Borne supérieure |
|-------------|------------|-----------------|------------------|--|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| | # | Kg/habitant/j | Tonnes/an | Tonne par m ² par 1 m de profondeur | DM/tonne/m ³ | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM |
| Urbain | 1.437.530 | 0,76 | 398.771 | 390.952 | 214 | 83,7 | 66,9 | 100,4 |
| Périurbain | 616.084 | 0,76 | 170.902 | 167.551 | 214 | 35,9 | 28,7 | 43,0 |
| Rural | 3.032.601 | 0,3 | 332.070 | 325.559 | 214 | 69,7 | 55,7 | 83,6 |
| Total | 5.086.215 | | 901.742 | 884.061 | | 189,2 | 151,4 | 227,0 |

Recyclage. Le volume généré des déchets est potentiellement recyclable. Les résultats sont illustrés dans le Tableau A4.2 et le coût de la dégradation se monte à 193 millions de DM en 2010 avec une variation de 135 à 213 millions de DM.

⁸² World Development Indicator (2011).

⁸³ Sweep Net (2010).

⁸⁴ Bassi et al. (2011).



Tableau A4.2 : Déchets potentiellement recyclables, 2010

| Oum Er-Rbia | Population | Déchets générés | Déchets générés | Métaux | Verres | Papiers / carton | Plastiques | Autre | Compost |
|--|------------|-----------------|-----------------|--------|--------|------------------|------------|-------|--------------|
| | # | Kg/jour | Tonnes/an | 1.0% | 2.0% | 8.0% | 10.0% | 14.0% | 66% |
| Population urbaine | 2.053.614 | 0,76 | 569.673 | 5.697 | 11.393 | 45.574 | 56.967 | | 375,984 |
| Population rurale | 3.032.601 | 0,30 | 332.070 | 3.321 | 6.641 | 26.566 | 33.207 | | 219,166 |
| Total | 5.086.215 | | 901.742 | 9.017 | 18.035 | 72.139 | 90.174 | | 595,150 |
| Coût/tonne (DM/tonne) | | | | 687,6 | 116,6 | 189,5 | 385,4 | | 229,5 |
| Coût de la Dégradation en millions de DM | | | | 6,2 | 2,1 | 13,7 | 34,7 | | 136,6 |
| Coût de la Dégradation totale | | | | | | | | | 193,3 |
| <i>Borne inférieure</i> | | | | | | | | | <i>135,3</i> |
| <i>Borne supérieure</i> | | | | | | | | | <i>212,6</i> |

Source : Sweep-net (2010) ; Bassi et al. (2011) ; et Auteurs.

Moins-value des terrains autour des décharges. La méthodologie des coûts hédoniques a été utilisée pour dériver le coût de la moins-value des terrains avoisinants les décharges.⁸⁵ Le nombre des décharges contrôlées considéré est 2 et de décharges sauvages est 59 comme recensés dans le bassin de l'Oum Er-Rbia. Seule la décharge contrôlée d'Al Jadida n'est pas considérée dans ce décompte. Ainsi, les dépotoirs ont été considérées en forme de cercle pour dériver le premier anneau et le deuxième anneau : $\pm 15\%$ de réduction des prix des terrains dans une circonférence jusqu'à 30 m autour des décharges ; et $\pm 10\%$ de réduction des prix des terrains dans une circonférence de 30 à 100 m autour des dépotoirs. Les appartements et bâtisses n'ont pas été considérés alors qu'une plus grande moins-value aurait pu être calculée. Une superficie moyenne de 100.000 m² et de 20.000 m² a été respectivement assignée aux décharges contrôlées et décharges non contrôlées. Les résultats par site générique et pour tous les sites sont illustrés dans le Tableau A4.3.

La génération d'électricité perdue et GES émis du fait de la non-capture du méthane dans le futur. La génération de déchets solides dans le bassin de l'Oum Er-Rbia se monte à 901.742 tonnes dont 730.841 tonnes sont déchargées dans des décharges sauvages. D'ici 5 ans, 10% de la génération potentielle de méthane pourrait être capturé et utilisé pour générer de l'électricité. Ainsi sur un potentiel de 124 millions de m³ de méthane, 12,4 millions de m³ pourraient être capturés. Seule une année a été considérée dans le futur par soucis de simplification alors que le flux pourrait s'étendre sur plusieurs années. La production d'électricité pouvant être générée est de 120,3 millions de kW/h en utilisant la formule suivante : $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 = 9,68 \text{ kW/h}$ à 97% d'efficacité. L'équivalent monétaire est de 90,5 millions de DM lorsque le VAN est calculé avec un taux d'escompte 5% avec un tarif moyen de 0,79 DM par kW/h pour considérer ces avantages perdus au temps présent. L'émission de méthane qui aurait pu être évitée d'ici 5 ans est de 41,5 millions de m³ équivalent à 705.119 tonnes de CO₂ équiv. L'équivalent monétaire est de 74,5 millions de DM lorsque le VAN est calculé avec un taux d'escompte de 5%.⁸⁶

⁸⁵ Nelson (1978).

⁸⁶ Bassi et al. (2011).



Tableau A4.3 : Evaluation hédoniques des terrains autour des décharges dans le bassin de l'Oum Er-Rbia, 2010

| Décharge | Type | Superficie | $D^2=S/Pi/4$ | Diamètre d'origine | Rayon d'origine | Rayon 30 m | Rayon 100 m | Superficie 30 m | Superficie 100 m | Pertes 30 m | Pertes 100 m | Prix des terrains | Pertes 30 m 15% du prix | Pertes 100 m 10% du prix |
|---|----------------------|----------------|--------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | m ² | | m | m | m | m | m | m ² | m ² | m ² | m ² | DM/m ² | Millions de DM |
| Urbain | Décharges contrôlées | 100.000 | 38.197 | 195 | 98 | 128 | 167 | 51.247 | 87.323 | 21.247 | 36.076 | 130 (120-140) | 0,71 | 0,73 |
| Rural | Décharges sauvages | 20.000 | 6.366 | 80 | 40 | 70 | 109 | 15.347 | 37.253 | 10.347 | 21.906 | 90 (80-100) | 0,24 | 0,29 |
| Total | | | | | | | | | | | | | 0,95 | 1,2 |
| Total pour 2 décharges contrôlées et 59 décharges sauvages | | | | | | | | | | | | | 33,9 | |
| <i>Borne inférieure à 120 et 80 DM le m²</i> | | | | | | | | | | | | | 30,5 | |
| <i>Borne supérieure à 140 et 100 DM le m²</i> | | | | | | | | | | | | | 42,7 | |

Source : Nelson (1978) ; Bassi et al. (2011) ; et Auteurs.



14. Annexe V Résultats de la Restauration

Les gains associés à l'accès à l'assainissement amélioré et à l'eau potable sont illustrés dans le Tableau A5.1. Les capacités, coûts unitaires et investissements requis pour la chaîne de déchets après la collecte sont illustrés dans les Tableaux A5.2 à A5.4.

Tableau A5.1 : Gains associés à l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, 2010

| Population de l'Oum Er-Rbia | 2010 | Réduction de la diarrhée | Réduction de la mortalité due à la diarrhée | Réduction des cas de diarrhée | Valeur par cas | Gains |
|---|-------|--------------------------|---|-------------------------------|----------------|--------------|
| | | | # | million | | |
| Sans accès à l'assainissement (million) | 0,250 | | | | | |
| Taux de natalité (Nombre de nouveau-nés par 1000 habitants) | 19,4 | 2,250 | 29 | | 1,606,475 | 46,7 |
| Population < 5 ans (million) | 0,025 | 1,25 | | 0,0308 | 191 | 5,9 |
| Population ≥ 5 ans (million) | 0,225 | 0,250 | | 0,0563 | 90 | 5,1 |
| Sous-Total | | | | | | 57,7 |
| Sans accès à l'eau et à l'assainissement (million) | 1,609 | | | | | |
| Taux de natalité (Nombre de nouveau-nés par 1000 habitants) | 19,4 | 2,700 | 224 | | 1,606,475 | 360,5 |
| Population < 5 ans (million) | 0,048 | 1,5 | | 0,0715 | 191 | 13,6 |
| Population ≥ 5 ans (million) | 1,561 | 0,300 | | 0,4683 | 90 | 42,2 |
| Sous-Total | | | | | | 416,3 |
| Total | | | | | | 474,0 |
| Borne inférieure | | | | | | 450,0 |
| Borne supérieure | | | | | | 500,0 |

Sources : adapté de Bassi et al. (2011); World Development Indicators (2011); et Auteurs.

Tableau A5.2 : Capacité requise après la collecte pour les déchets des villes et communes, 2011-2030

| | Capacité des stations de transfert | Distance | Capacité des stations ségrégation | Recyclage, compostage et/ou enfouissement | | | |
|--------------|------------------------------------|----------|-----------------------------------|---|------------|------------|-----------------|
| | | | | Superficie | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
| | | | | Tonne/j | Km | Tonne/j | Km ² |
| Urbain | 468,2 | 40-60 | 500 | 50 | 225 | 210 | 500 |
| Rural | 909,8 | 40-60 | 1.000 | 100 | 450 | 420 | 1.000 |
| Total | 1.378,0 | | 1.500 | | 675 | 630 | 1.500 |

Source: Lahbabi (2004); et Auteurs.

Tableau A5.3 : Coût unitaire pour la chaîne de déchets

| Gouvernorat | Capacité des stations de transfert | Transport | Capacité des stations ségrégation | Recyclage, compostage et/ou enfouissement | | | |
|-------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------------|---|-------------|------------|-----------------|
| | | | | Superficie | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
| | | | | DM/tonne/j | DM/Km/tonne | DM/tonne/j | Km ² |
| Urbain | 204.678 | 1 | 479.934 | 50 | 827.044 | 584.793 | 58.479 |
| Rural | 204.678 | 2 | 479.934 | 100 | 827.044 | 584.793 | 58.479 |

Source: Auteurs.

Tableau A5.4 : Investissements pour la chaîne de déchets

| Gouvernorat | Coût des stations de transfert | Coûts des transports | Coût des stations de ségrégation | Coût de recyclage, composte et enfouissement | | | Coût total d'investissement sans transport | | |
|--------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------------|--|----------------|----------------|--|----------------|----------------|
| | | | | Scén. 1 | Scén. 2 | Scén. 3 | Scén. 1 | Scén. 2 | Scén. 3 |
| | | | | 15% r- 40% c | 12% r- 30% c | 0% r- 0% c | 15% r- 15% c | 10% r- 10% c | 0% r- 0% c |
| | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM | Millions de DM |
| Urbain | 96 | 20 | 240 | 186 | 123 | 522 | 459 | 125 | |
| Rural | 186 | 39 | 480 | 372 | 246 | 1.038 | 912 | 245 | |
| Total | 282 | 59 | 720 | 558 | 368 | 1.560 | 1.370 | 370 | |

Source: Auteurs.



15. Annexe VI Résultats Désagrégés des Coûts de la Dégradation

Tableau A6.1 : Résultats désagrégés du coût de la dégradation, 2007 et 2010

| Catégorie | Oum Er-Rbia 2007 | | | | Oum Er-Rbia 2010 | | | |
|---|---------------------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Coût de la dégradation Millions de DM | % | Borne inférieure Millions de DM | Borne supérieure Millions de DM | Coût de la dégradation Millions de DM | | Borne inférieure Millions de DM | Borne supérieure Millions de DM |
| Eau | 5.121,7 | 82,5% | 3.732,2 | 6.000,1 | 5.033,1 | 79,3% | 3571,8 | 5.940,5 |
| Déchets | 985,4 | 15,9% | 841,4 | 1098,1 | 1.031,5 | 16,2% | 885,4 | 1.153,6 |
| Biodiversité | 7,6 | 0,1% | 6,8 | 0,0 | 8,3 | 0,1% | 7,4 | 0,0 |
| Environnement Global | 97,2 | 1,6% | 28,7 | 100,5 | 278,0 | 4,4% | 202,9 | 278,5 |
| Total | 6.211,7 | 100% | 4.609,2 | 7.198,6 | 6.350,9 | 100% | 4.667,6 | 7.372,6 |
| | 9,3% | | 6,9% | 10,8% | 7,9% | | 5,8% | 9,2% |
| Eau | 7,7% | | 5,6% | 9,0% | 6,3% | | 4,5% | 7,4% |
| Déchets | 1,5% | | 1,3% | 1,6% | 1,3% | | 1,1% | 1,4% |
| Biodiversité | 0,0% | | 0,0% | 0,0% | 0,0% | | 0,0% | 0,0% |
| Environnement Global | 0,1% | | 0,0% | 0,2% | 0,3% | | 0,3% | 0,3% |
| Pourcentage du PIB de l'OER | 9,3% | | 6,9% | 10,8% | 7,9% | | 5,8% | 9,2% |
| EAU | 5.121,7 | | 3.732,2 | 6.000,1 | 5.033,1 | | 3.571,8 | 5.940,5 |
| Qualité de l'Eau Potable | 268,2 | | 0,0 | 0,0 | 276,8 | | 0,0 | 0,0 |
| Maladies Hydriques | 2.186,8 | | 1.991,6 | 2.382,1 | 2.274,6 | | 2.071,3 | 2.478,0 |
| Distribution domestique | 32,7 | | 26,2 | 39,2 | 40,5 | | 27,0 | 54,0 |
| Distribution pour l'irrigation | 41,1 | | 34,9 | 47,3 | 41,1 | | 34,9 | 47,3 |
| Qualité des Ressources en Eau | 702,9 | | 250,6 | 1155,1 | 725,4 | | 258,7 | 1192,2 |
| Quantité | 214,5 | | 189,8 | 239,2 | 174,9 | | 156,8 | 193,0 |
| Salinité | 774,5 | | 619,6 | 929,4 | 774,5 | | 619,6 | 929,4 |
| Erosion | 285,0 | | 228,0 | 342,0 | 285,0 | | 228,0 | 342,0 |
| Stockage | 361,3 | | 136,9 | 585,7 | 412,6 | | 148,5 | 676,7 |
| Hydroélectricité | 254,6 | | 254,6 | 280,1 | 27,7 | | 27,0 | 28,0 |
| DECHETS | 985,4 | | 841,4 | 1.098,1 | 1.031,5 | | 885,4 | 1.153,6 |
| Collecte | 515,0 | | 463,5 | 566,5 | 528,0 | | 475,2 | 580,8 |
| Nettoyage | 182,5 | | 146,0 | 219,0 | 189,2 | | 151,4 | 227,0 |
| Recyclage | 170,4 | | 119,3 | 187,5 | 193,3 | | 135,3 | 212,6 |
| Biomasse | | | | | | | | |
| Moins-value des terrains | 30,0 | | 26,0 | 37,7 | 30,5 | | 33,9 | 42,7 |
| Energie | 87,4 | | 86,5 | 87,4 | 90,5 | | 89,6 | 90,5 |
| BIODIVERSITE | 7,6 | | 6,8 | >7,6 | 8,3 | | 7,4 | >8,3 |
| Zones humides | 7,6 | | 6,8 | >7,6 | 8,3 | | 7,4 | >8,3 |
| CATASTROPHE NATURELLE ET ENVIRONNEMENT GLOBAL | 97,2 | | 28,7 | 100,5 | 278,0 | | 202,9 | 278,5 |
| Catastrophe naturelle | 0,0 | | | | 200,0 | | 200,0 | 200,0 |
| Environnement Global | 97,2 | | 28,7 | 100,5 | 78,0 | | 2,9 | 78,5 |
| Hydroélectricité | 32,1 | | 28,7 | 35,4 | 3,4 | | 2,9 | 3,9 |
| Décharges | 65,1 | | - | 65,1 | 74,5 | | - | 74,5 |

Source : Auteurs.