

Evaluation de la Contribution Economique de la Surexploitation des Eaux Souterraines dans l'Agriculture au Maroc

**RACHID M. DOUKKALI
JOHAN GRIJSEN**



THINK • STIMULATE • BRIDGE

Evaluation de la Contribution Economique de la Surexploitation des Eaux Souterraines dans l'Agriculture au Maroc

RACHID M. DOUKKALI
JOHAN GRIJSEN

A propos d'OCP Policy Center

OCP Policy Center est un think tank marocain « policy oriented », qui a pour mission de contribuer à approfondir les connaissances et à enrichir la réflexion autour de questions économiques et de relations internationales revêtant un enjeu majeur pour le développement économique et social du Maroc, et plus largement pour celui du continent africain. À cet effet, le think tank s'appuie sur des productions analytiques indépendantes et un réseau de partenaires et de chercheurs de premier plan, dans l'esprit d'une plateforme ouverte de discussions et d'échanges.

Porteur d'une « perspective du Sud », celle d'un pays à revenu intermédiaire africain, sur les grands débats internationaux ainsi que sur les défis stratégiques auxquels font face les pays émergents et en développement, OCP Policy Center apporte une contribution sur quatre champs thématiques majeurs : agriculture, environnement et sécurité alimentaire; développement économique et social ; économie des matières premières ; et géopolitique et relations internationales.

Sur cette base, OCP Policy Center est activement engagé dans l'analyse des politiques publiques et dans la promotion de la coopération internationale favorisant le développement des pays du Sud. Un de ses objectifs est de contribuer à l'émergence d'une « Atlantique élargie », dont le potentiel reste très largement sous-exploité. Conscient que la réalisation de ces objectifs passe essentiellement par le développement du Capital humain, le think tank a pour vocation de participer au renforcement des capacités nationales et continentales en matière d'analyse économique et de gestion.

OCP Policy Center

Ryad Business Center – Aile Sud, 4^{ème} étage - Mahaj Erryad - Rabat, Maroc

Website : WWW.OCPCC.MA

Email : CONTACT@OCPCC.MA

Tél : +212 (0) 537 27 08 60 / Fax : +212 (0) 537 71 31 54

© OCP Policy Center. Tous droits réservés

Les vues exprimées ici sont celles des auteurs et ne doivent pas être attribuées à OCP Policy Center.

A propos des auteurs

Mohammed Rachid Doukkali

Prof. Mohammed Rachid Doukkali est professeur d'économie appliqué au Département des sciences sociales de l'Institut Hassan II d'agriculture et de médecine vétérinaire de Rabat. Il y enseigne l'économie de la production, la programmation mathématique, la macro-économie et la modélisation politique sectorielle depuis 1981. Il est également Senior Fellow à OCP Policy Center à Rabat. Il est le président actuel de l'Association marocaine d'Agro-économie (AMAEco) et membre associé du Conseil général du développement agricole du Maroc. Prof. Doukkali a été consultant au sein du Ministère de l'Agriculture marocain et d'organisations nationales et internationales (Banque Mondiale, FAO, PNUD).

Johan Grijsen

Depuis 1971, Johan Grijsen est impliqué en tant que spécialiste et chef d'équipe (résident) dans une grande variété de projets en ingénierie fluviale, gestion des ressources en eau et de l'environnement, hydroélectricité, contrôle des inondations et irrigation, hydrologie et évaluation des risques climatiques. Johan a travaillé principalement à l'étranger, en Asie du Sud / Est, en Afrique, au Moyen-Orient et en Amérique latine. Il a géré des projets complexes et a participé à plusieurs missions de préparation et de supervision de projets de la BAsD et de la Banque mondiale.

De 1996 à 2003, il a été chef d'équipe pour le projet d'hydrologie, complexe financé par la Banque mondiale en Inde, qui a établi un vaste SIS / SIH en Inde péninsulaire. L'AT fournie couvrait un large éventail de disciplines, de la conception SIO / SIS, hydrologie, informatique, qualité de l'eau et géohydrologie à la mise en valeur des ressources humaines (formation), renforcement institutionnel et réforme, et une assistance étendue à la préparation des spécifications techniques et des offres. documents dans le cadre des procédures d'approvisionnement de la Banque mondiale. Johan rejoint ensuite la Banque mondiale en 2003 en tant que Spécialiste Senior GIRE pour sa Région Afrique, où il a supervisé et préparé des projets régionaux GIRE et GEF dans les bassins du Lac Tchad et du Niger et des projets nationaux de GIRE dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

Depuis octobre 2006, il a continué à travailler comme consultant indépendant pour plusieurs projets financés par la Banque mondiale, notamment dans les bassins du Niger et du Nil et en Inde, notamment les évaluations des risques climatiques pour le plan de développement des ressources hydriques du bassin du Niger. projets de barrage / réservoir au Malawi, au Congo et aux Îles Salomon, contributions à la supervision de projets, contrôle de qualité et amélioration, préparation de rapports d'achèvement de projet, analyses économiques et climatiques du projet hydroélectrique de Kandadji au Niger, Projet d'hydrologie en Inde pour la mise en place d'un système national d'information sur les ressources en eau et de multiples examens documentaires des rapports de conception de projets.

Résumé

Le Maroc s'est engagé dernièrement dans un processus d'évaluation de la richesse immatérielle du pays, ce qui passe nécessairement par une évaluation de la consommation de capital fabriqué comme du capital naturel que sous-entendent les processus de production de richesses. Compte tenu de la stratégie de développement poursuivie par le pays, et qui accorde une place importante à l'agriculture, la surexploitation des eaux souterraines constitue une composante importante de cette consommation de capital. Le présent travail se propose d'entreprendre une évaluation de la consommation de capital résultant de cette surexploitation des eaux souterraines.

Evaluation de la Contribution Economique de la Surexploitation des Eaux Souterraines dans l'Agriculture au Maroc

Pour entreprendre une telle évaluation on est vite confronté au choix de la méthode à adopter pour attribuer une valeur à l'eau, surtout dans un contexte d'absence de consensus international sur la méthode à adopter dans ce domaine. Ce choix est d'autant plus crucial que le résultat d'une telle évaluation peut varier de façon très significative en fonction de l'approche adoptée. Etant donné que la méthodologie d'évaluation du capital immatériel adoptée par la Banque Mondiale est une extension de l'approche du système de comptabilité nationale, il est proposé dans ce travail d'adopter la même stratégie et de recourir à une méthode en parfaite cohérence avec celle-ci. Il s'agit de la séparation de la contribution du facteur eau dans la formation de la valeur ajoutée au même titre que les autres facteurs primaires, à savoir le travail, la terre et le reste du capital fabriqué ou naturel.

Dans ce qui suit, une première partie sera consacrée à la présentation de la stratégie de développement du pays où l'agriculture et, plus particulièrement l'irrigation, constitue une composante importante, ainsi qu'à la présentation de la problématique de la surexploitation des eaux souterraines. Une seconde partie sera consacrée à une revue des travaux économiques consacrés au Maroc à la question de la dégradation et à la surexploitation des eaux. La troisième partie du document sera consacrée aux aspects méthodologiques et à la mise en application de la méthode retenue pour approcher de point de vue économique la question de la surexploitation des eaux souterraines.

I. Efforts réalisés dans le développement de l'irrigation à partir des eaux surface

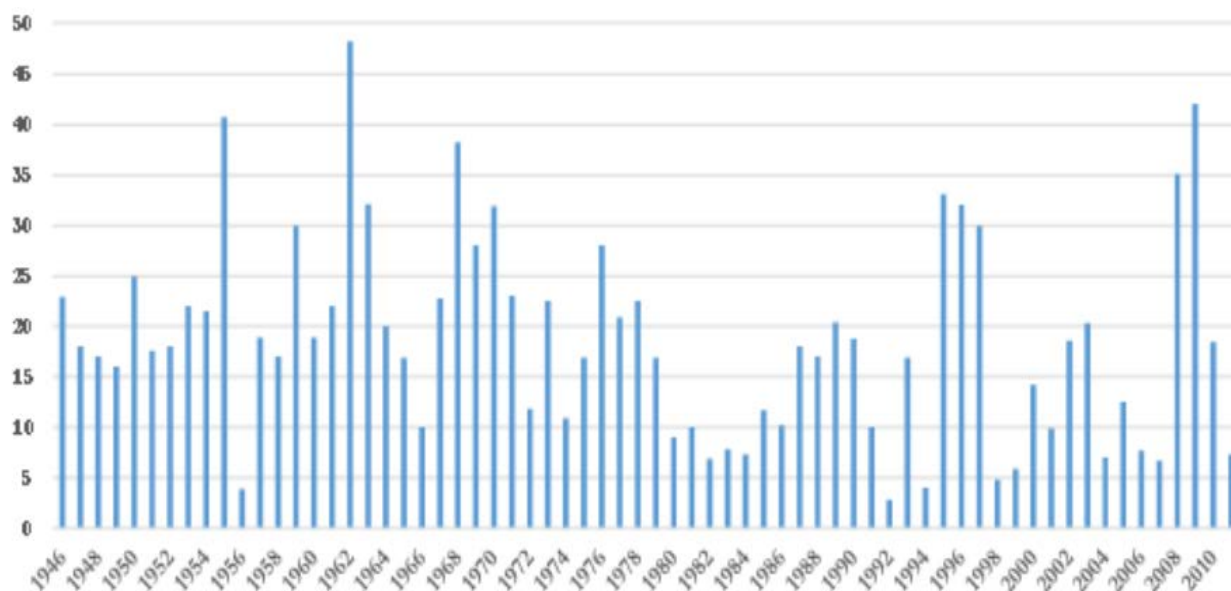
De par son climat à dominance aride à semi-aride, caractérisé par des ressources en eau limitées et une très forte variabilité spatio-temporelle des précipitations, la mobilisation et la rationalisation de la gestion des ressources hydriques a constitué une constance des politiques économiques du Maroc. Dans ce sens, des efforts importants ont été réalisés pendant les dernières décennies en termes d'investissements publics dans le secteur de l'eau. Ces investissements ont permis de doter le pays d'une importante infrastructure hydraulique constituée de plus de 130 barrages d'une capacité de stockage de plus de 17,5 milliards m³ et de plusieurs milliers de forages et puits de captage des eaux souterraines (SNE, 2009).

Actuellement le potentiel mobilisable en eau est estimé en année moyenne à 22 milliards m³, dont 18 milliards de m³ d'eaux de surface et 4 milliards de m³ d'eaux souterraines renouvelables et exploitables dans des conditions techniques et économiques acceptables. Ramené à une population estimée à près de 33,85 millions d'habitants en 2014, ce potentiel est de près de 650 m³/habitant, ce qui classe le Maroc parmi les pays à stress hydrique élevé.

L'analyse de l'évolution des apports entre 1946 et 2011 révèle que la tendance est vers une accentuation de ce stress hydrique. Comme le montre le graphique 1, la moyenne des apports annuels au niveau du pays est passée de 21,8 milliards de m³ entre 1946 et 1967 à 17,7 milliards de m³ entre 1968 et 1989 puis à 16,6 milliards de m³ entre 1990 et 2011. En plus de cette tendance à la diminution moyenne des apports, cette évolution montre une tendance à l'augmentation de leur variabilité interannuelle comme le

montre l'évolution de leur distribution dans le temps. En effet, pendant ces trois périodes, l'écart type de ces apports est passé de 9,2 et 8,4 pendant la première et la seconde période à 11,2 pendant la troisième période, avec un apport minimum de moins de 3 milliards de m³ en 1992 et un maximum de 42 milliards en 2009, soit un rapport de 14.

Graphique 1 : Evolution des apports annuels en eau entre 1946 et 2011 (en milliards de m³)



Source : Secrétariat d'Etat chargé de l'eau

A côté de cette grande variabilité interannuelle, les apports en eaux de surface connaissent une distribution spatiale très contrastée. Le pays s'étale du nord au sud d'une zone méditerranéenne bien arrosée (plus de 800 mm de pluies en moyenne par an), jusqu'aux confins du grand Sahara, où les précipitations sont très limitées, pour ne pas dire pratiquement absentes. De même que les montagnes de l'Atlas partagent le pays entre des versants orientés Ouest relativement bien arrosés et des versants orientés Est qui sont arides. Ainsi la partie Nord-Ouest et centre du pays concentre l'essentiel des apports en eaux de surface alors que la partie Est et Sud du pays connaît une pénurie chronique en eau.

Cependant, et malgré ses faibles potentialités en eau, le Maroc a fait de l'agriculture un secteur clé de son développement économique et social. Confrontés au lendemain de l'indépendance à une importante population rurale, dont la principale source d'emplois et de revenus est l'agriculture, et dans un souci d'assurer au pays un minimum de sécurité alimentaire, les pouvoirs publics ont concentré leurs efforts sur l'agriculture. La quasi-défiscalisation du revenu agricole, l'exonération des droits et taxes sur les importations des intrants et biens d'équipements agricoles, les subventions directes aux investissements agricoles, les subventions indirectes à travers l'investissement public ou la subvention de certains intrants, et plus particulièrement l'énergie, ainsi que la protection à la frontière des principaux produits agricoles, sont autant d'instruments de cette politique.

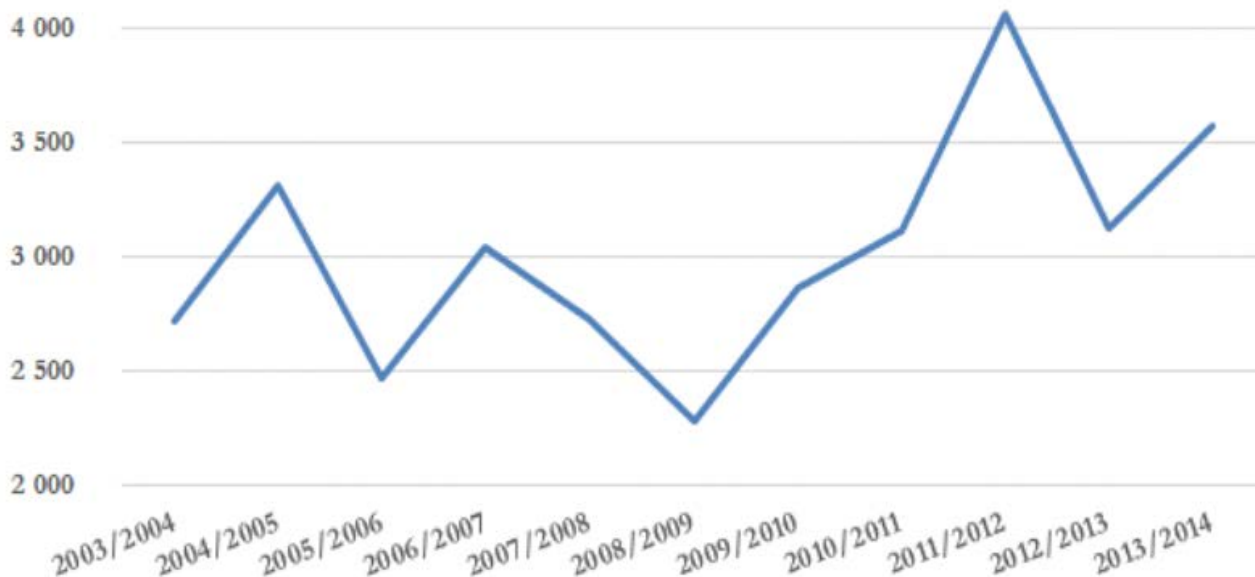
L'irrigation, et plus particulièrement par les eaux de surface à partir d'ouvrages de grande hydraulique, a constitué la clé de voûte de cette politique. Dans ce sens, l'Etat a équipé entre 1968 et 2004 près 550 000 ha irrigués par l'eau de surface à partir des ouvrages de grande hydraulique (GH) et a réhabilité près de 330 000 ha irrigués par l'eau de surface dans des périmètres de petite et moyenne hydraulique (PMH). Ceci a permis de ramener les superficies irriguées par les eaux de surface à 1,033 million d'hectares

actuellement. Cependant, si ces efforts ont permis d'augmenter la production agricole en atténuant le risque et en diversifiant les productions sur une partie importante des terres agricoles, ces efforts n'ont pas permis d'atteindre les niveaux d'intensification souhaités.

Jusqu'à dernièrement, et compte tenu de la hiérarchie des priorités d'utilisation d'eau par les différents secteurs, les consommations élevées en eau du secteur agricole (plus de 80 %) n'ont pas eu d'impacts négatifs, du moins directement, sur le développement des autres secteurs de l'économie. En effet, jusqu'en milieu des années 1990, la politique agricole a été surtout orientée vers la sécurité alimentaire et, donc, vers les cultures annuelles qui servaient dans les périmètres irrigués de grande hydraulique de mécanisme de régulation de la demande en eau. En situation de pénurie d'eau, la réduction d'eau d'irrigation aux cultures d'été, en premier, et aux cultures d'hivers, en second, permettait de réduire considérablement la consommation en eau de surface et de sécuriser en grande partie la fourniture d'eau pour les autres secteurs prioritaires d'utilisation d'eau.

L'irrigation par les eaux de surface, bien qu'à des degrés beaucoup moindres que l'agriculture pluviale, reste soumise au risque climatique et à des fluctuations des fournitures en eau. Celles-ci peuvent varier du simple au double, comme le montre le graphique 2, ce qui n'encourage pas l'intensification de l'investissement à la ferme, et plus particulièrement dans les cultures pérennes. En plus, en situation de pénurie d'eau ou de sécheresses prolongées, les dotations en eau de surface de l'agriculture sont les premières à être réduites. La priorité en approvisionnement en eau en situation de pénurie étant en règle générale donnée à l'eau municipale.

Graphique 2 : Evolution des fournitures en eau de surface dans les périmètres de grande hydraulique (en millions de m³)



Source : MAPM

Ces fluctuations des fournitures des eaux de surface dans les périmètres de grande hydraulique, et à l'image de la répartition géographique inégale des précipitations, touchent beaucoup plus sévèrement les zones les moins humides. Comme le montre la table 1, les dotations minimums en années de faibles

fournitures dans certains bassins ne permettent même pas de subvenir aux besoins des cultures annuelles d'hivers. Tout investissement pour intensifier les productions dans cette situation ne peut être envisageable sans la possibilité de mobilisation de ressources hydriques souterraines.

Table 1 : Superficies irriguées dans les périmètres de la grande hydraulique et dotations en eaux de surface entre 2004 et 2014

Bassins hydrographiques	Superficies (en ha)	Doatations en eau à partir des barrages (en m ³ /ha)		
		Moyenne	Maximum	Minimum
Sebou	113 350	6 207	10 569	3 644
Oum Rbia	314 200	3 786	4 774	2 533
Loukkos	30 300	5 575	7 475	4 191
Moulouya	77 280	2 811	3 701	1 993
Tensift et Ksob Iguezoullen	42 020	9 791	14 950	2 394
Souss-Massa, Tiznit et Ifni	39 900	2 216	4 110	396
Ziz-Rheris, Guir et Maider	27 900	3 497	5 269	645
Draa, Guelmim et bassins sahariens	37 650	4 033	5 365	2 656
Total	682 600	3 029	4 060	2 287

Source : données MAPM

II. Développement de l'irrigation à partir des eaux souterraines

Les années quatre-vingt-dix ont marqué un tournant dans la politique de gestion de l'irrigation dans les périmètres de grande hydraulique (Kuper et al. 2012). Paradoxalement, et au moment où le pays s'est doté d'une loi sur l'eau pour rationaliser l'utilisation de ses ressources hydriques limitées, la politique agricole s'est orientée vers une libéralisation du secteur et une intensification de son agriculture, politique qui ne pouvait que conduire à une plus forte demande en eau. Plus encore, cette politique en incitant à plus de plantations fruitières, à une intensification de l'élevage laitier et à une expansion des cultures maraîchères sous serre, a conduit à une forte sollicitation des eaux souterraines qui étaient jusqu'alors en grande partie épargnées.

Alors qu'auparavant c'étaient les dotations en eau de surface pour les cultures d'été et les cultures annuelles en général qui servaient de mécanisme de régulation de la demande en eau en situation de pénurie d'eau, ce rôle est devenu désormais assuré par les eaux souterraines à l'intérieur des périmètres de grande hydraulique. En effet, avec la libéralisation des assolements au début des années quatre-vingt-dix à l'intérieur des périmètres de grande hydraulique, on a assisté à une quasi-généralisation du recours à l'eau souterraine dans ces périmètres. Actuellement on estime que plus des deux tiers des superficies bénéficiant des eaux de surface à partir des ouvrages de grande hydraulique font recours aux eaux souterraines, soit plus de 400 000 ha. Ceci a été facilité par le fait qu'en général les nappes d'eau sous ces périmètres sont bien alimentées par les importants retours d'irrigation et les pertes à la parcelle et dans les réseaux d'irrigation qui sont estimées à plus de 50 % des fournitures en eaux de surface.

En dehors des périmètres de grande hydraulique, la politique d'intensification de l'agriculture poursuivie par l'Etat a conduit pendant les deux dernières décennies à un développement sans précédent des

superficiers irriguées par les eaux souterraines. Actuellement, on estime que les superficies irriguées par les eaux souterraines, en dehors des périmètres bénéficiant des eaux de surface, à plus de 405 000 ha, totalisent à elles seules plus de 2,75 milliards de m³ de prélèvements annuels.

En plus du développement des techniques modernes et la baisse des coûts de forage, l'Etat a directement et indirectement joué un rôle important dans ce développement. En effet, avec les années successives de sécheresse qu'a connu le pays pendant le début des années quatre-vingt, les pouvoirs publics ont gelé le contrôle sur les creusements des puits et ont même instauré en 1985¹ une subvention de 30 % aux individuels et 40 % aux groupements pour les équipements de puits, forages et travaux, y compris l'électrification de ces puits. Cette politique s'est renforcée en 1996² puis en 1999 par l'instauration d'une prime à l'investissement³ et avec l'avènement de la politique agricole dite « plan Maroc vert ». Ce dernier a instauré des subventions importantes aux projets d'irrigation localisée qui atteignent les 80 % pour les exploitations agricoles individuelles de plus de 5 ha et à 100 % dans les cas des petites exploitations agricoles ou dans le cas de réalisation de projets collectifs d'irrigation⁴.

En plus des aides et subventions directes, l'Etat a joué indirectement un rôle important dans le développement de l'irrigation par les eaux souterraines et ceci à travers la subvention importante accordée à la consommation du butane. Ce qui réduit de façon substantielle les coûts de pompage. Bien que cette subvention ne soit destinée qu'à la consommation des ménages, elle a profité de façon importante à l'agriculture, et plus particulièrement aux petites et moyennes exploitations agricoles. Selon les chiffres du Ministère de l'Energie, on estime que près de 33 % de la consommation de butane est utilisée dans l'agriculture (Ministère de l'énergie, 2011).

Cette extraordinaire extension de l'irrigation à partir des eaux souterraines a eu un impact important sur la croissance et le développement du secteur agricole⁵, notamment à travers ses effets induits sur l'augmentation des investissements privés dans le secteur et sur l'intensification de l'agriculture dans les périmètres irrigués de grande hydraulique⁶, et donc une meilleure rentabilisation des importants investissements consentis par l'Etat dans le cadre de la politique dite des barrages.

Deux effets bénéfiques, et non les moindres, sont à mettre à l'actif de cette mobilisation des eaux souterraines dans l'irrigation : une meilleure contribution du secteur à la sécurité alimentaire du pays et sa contribution à la réduction de la pauvreté et des inégalités régionales. En effet, les eaux souterraines sont mieux réparties sur l'ensemble du territoire que les eaux de surface, ce qui a permis de créer des pôles de développement dans des zones moins dotées en eaux de surface. De même que la mobilisation de ces eaux étant moins exigeante en investissements a bénéficié à un grand nombre de petites exploitations agricoles. Le rôle de l'irrigation par les eaux souterraines à la sécurité alimentaire, et plus particulièrement à l'approvisionnement du pays en fruits et légumes et en produits d'élevage (lait et viandes rouges) est indiscutable. A titre d'exemples, l'extension des cultures fourragères irriguées a permis une augmentation de la production laitière entre 2000 et 2012 de 1,18 à 2,5 millions de tonnes⁷, soit une augmentation de la

1. Décret n° 2-88-752 du 29 janvier 1985 et Arrêté conjoint n°1305-83 du 1er février 1985.

2. Arrêté conjoint n° 1936-96 du 3 octobre 1996 (B.O. 4432 du 21-11-1996)

3. Arrêté conjoint n° 684-99 du 29 avril 1999 (B.O. 4708 du 15-7-1999)

4. Arrêté conjoint n°3417-10 du 28 décembre 2010. Bulletin officiel n° 5914 du 3 février 2011.

5. Ce rôle important joué par l'irrigation à partir des eaux souterraines dans le développement de l'agriculture dans les pays à climat aride à semi-aride a été souligné dans la littérature internationale par plusieurs auteurs, voir notamment M. Ramón Llamas, 2005.

6. Voir à ce sujet Thomasi et Tsur (1991) qui ont mis en évidence le rôle importance des eaux souterraines dans la rentabilisation des projets d'investissement dans l'irrigation à partir des eaux de surface.

7. Selon les statistiques de la FAO (FAOSTAT)

production de 41,6 à 76,7 kg par habitant. De la même façon, la production maraîchère en irrigué est passée pendant la même période de 4,87 à 7,98 millions de tonnes⁸, soit une augmentation de la production de 171 à 245 kg par habitant.

Cependant, le développement extraordinaire de l'agriculture grâce à cette politique soutenue d'irrigation n'a pas manqué d'avoir des conséquences négatives. Comme en atteste la Stratégie Nationale de l'Eau (SNE), la question de la dégradation des eaux et la surexploitation des ressources en eaux souterraines est devenu une question préoccupante pour les autorités publiques en charge du secteur de l'eau.

En plus du rôle essentiel de ces ressources dans le développement du secteur agricole, expliqué ci-dessus, ces ressources constituent une part importante de l'approvisionnement du pays en eau potable et toute réduction ou disparition de ces ressources exposent le pays à des risques insoutenables. En effet, la population rurale, qui représente 39,6 % de la population totale du pays dépend à 92 % de ces ressources pour son approvisionnement en eau potable et ces ressources contribuent à 40 % de l'approvisionnement des agglomérations urbaines en eau potable et industrielle.

En plus de la raréfaction des ressources en eau impactée par les changements climatiques, parmi les défis et les risques majeurs que pose le secteur de l'eau, la Stratégie Nationale de l'Eau (SNE) souligne la détérioration de la qualité de ces ressources en eau et l'exploitation non durable des ressources en eau souterraine. Cette surexploitation a atteint des niveaux alarmants puisqu'on assiste à des baisses quasi-générales des niveaux des nappes (voir table 2) ce qui commence à soulever des questions sur la durabilité des systèmes de production en place, comme c'est le cas des régions du Haouz et du Souss (Wijnen et al. 2012). Sous les effets conjugués à la fois des sécheresses et de la surexploitation, ces baisses des nappes se traduisent, entre autres, par une importante diminution des écoulements de base des cours d'eau, ayant réduit les apports d'eau au niveau des barrages, le tarissement des sources et l'assèchement des lacs naturels liés aux systèmes d'eau souterraine.

Tableau 2 : Mobilisation des Ressources en Eaux Souterraines (en millions de m3)

Bassins	Volumes Renouvelables (A)	Volumes Prélevés (B)	Différence : A - B
Bassin Loukkos, Tangérois et côtier méditerranées	110	110	0
Moulouya, Figuig-Kert-Isly-Kiss	407	462	55
Sebou	1 041	1 143	102
Bouregreg et la Chaouia	103	146	43
Oum Er Rbiaa et El Jadida Safi	335	457	122
Tensif et Ksob Igouzoulen	518	753	235
Souss-Massa et Tiznit Ifni	369	646	277
Drâa	296	323	27
Ziz-Rhêris Guir Bouâanane Maider	208	208	0
Bassins Sahariens	17	18	1
Total	3 404	4 266	862

Source : SECEE, 2011

8. Selon les statistiques du Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime

Compte tenu de cette évolution, le Maroc s'est engagé dans un vaste programme visant à remédier à cette situation. Les principales composantes de ce programme sont :

- La recharge artificielle des nappes souterraines. La réutilisation des eaux usées
- L'incitation à la reconversion des systèmes d'irrigation gravitaires vers des systèmes d'irrigation localisée supposés être plus économes en eau.
- Le transfert d'eau de bassins excédentaires vers des bassins déficitaires
- Le dessalement de l'eau de mer

A côté de ces programmes d'investissement, le pays s'est engagé dans un programme d'amélioration de la gouvernance de l'eau souterraine basé essentiellement sur une volonté affichée de renforcement du rôle des agences de bassins et l'implication des usagers des eaux souterraines à travers ce qui est appelé les contrats de nappes.

III. Les travaux économiques traitant de la dégradation des eaux et de la surexploitation des eaux souterraines au Maroc

La chose la plus frappante lorsqu'on fait une revue de la littérature économique sur la problématique de la dégradation des eaux et la surexploitation des nappes au Maroc est le maigre nombre d'études et de recherches économiques publiés qui ont abordé ces questions. Ceci est d'autant plus frappant lorsqu'on sait que le pays s'est engagé dans des programmes et des projets visant la remédiation ou la réduction de la pression sur les ressources en eau dont le moins qu'on puisse dire est qu'ils sont très onéreux et mobilisent des financements substantiels. A titre d'exemple, le coût moyen de développement de l'eau mobilisée varie entre 2 et 6 DH/m³ pour les barrages, entre 10 et 20 DH/m³ pour le dessalement de l'eau de mer et plus de 3.5 DH/m³ pour le transfert d'eau entre bassins (CESE, 2014).

Concernant les coûts de la dégradation des eaux seules deux études dans la littérature traitent de la question, dont les estimations de la première datent de 1992 (PANE, cités par Allali, 2003) et celles de la seconde datent de 2000 (BM, 2003). Dans la première, les coûts annuels de la dégradation de l'eau, tous secteurs confondus, sont estimés à 5,7 % du PIB (valeurs 1992). Ceci comprend le surcoût de traitement de l'eau potable (0,3 %), les soins médicaux des maladies hydriques (0,02 %) et les coûts afférents aux décès prématurés (5,6 %⁹). Selon la deuxième étude, ces coûts annuels¹⁰, tous secteurs confondus, sont évalués à seulement 1,23 % du PIB (valeurs 2000) alors qu'elle couvre plus de catégories de dommages : mortalité (0,51 %), morbidité (0,14 %), coût de traitement (0,46 %), valeur récréative (0,08 %) et envasement des barrages (0,03 %)¹¹.

En dehors des différences d'estimations notables entre les deux études, il faut indiquer que la première étude mentionne le fait qu'elle n'a tenu compte que des externalités négatives alors qu'il existe une série d'externalités positives dont il faut aussi tenir compte normalement. La deuxième étude ne mentionne aucune externalité positive de l'exploitation des eaux, mais reconnaît qu'en raison de la complexité de certains impacts, l'étude n'en a pas fait d'estimation. Dans les deux cas le problème de la surexploitation

9. Chiffre donné par l'auteur. Probablement il s'agit d'un arrondi de 5,55% si la somme des 3 composantes doit être égale à 5,7%.

10. L'auteur parle plutôt de coûts de dommages

11. En principe les coûts d'envasement des barrages ont été déjà pris en considération dans l'amortissement de l'investissement des barrages et ne doivent pas figurer comme coût sauf si l'objectif est de calculer le produit intérieur net. Dans ce cas il va falloir tenir compte de l'ensemble de l'amortissement.

des eaux souterraines n'est pas pris en considération dans l'évaluation des coûts de dégradation.

Concernant, la surexploitation des ressources en eau souterraine, il semble aussi qu'il n'existe que deux études mais qui restent très localisées, puisque ces deux ne concernent que la zone du Souss-Massa. La première étude a utilisé la méthode de modélisation économique intégrée au niveau du bassin hydrologique pour estimer le prix économique (shadow price) de l'eau souterraine (Doukkali et Elame, 2011). L'évaluation de la valeur économique de la surexploitation de l'eau souterraine a pu être estimée à l'aide de simulation en imposant une contrainte de limiter la consommation de l'eau souterraine aux seules quantités renouvelables. La comparaison entre les résultats de la simulation (sans surexploitation) et la situation de référence (avec surexploitation) a permis d'estimer que la surexploitation des eaux souterraines au niveau de la zone du Souss-Massa génère en année moyenne une valeur ajoutée agricole de 500 millions de Dirhams, soit 5,86 % de la valeur ajoutée agricole totale au niveau de la zone. La seconde étude a été menée de façon indépendante par le bureau d'études Agro-Concept (cité par Arrifi 2012) et a pu arriver à la même estimation de 500 millions de dirhams. Il faut noter que nous ne disposons d'aucune information sur la méthode d'estimation utilisée par cette dernière étude.

A côté de ces deux études sur l'exploitation de l'eau souterraines, il est intéressant de mentionner deux autres études économiques qui se sont intéressées à la surexploitation des eaux souterraines au Maroc, mais n'ont pas conduit à des estimations de la valeur économiques de l'eau souterraine.

La première étude a été réalisée par Allali (2005) qui s'est intéressé qu'aux conditions optimales de l'utilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture pour réduire la pression sur la surexploitation des ressources en eaux souterraines à l'échelle d'une commune rurale. Ce travail est intéressant dans la mesure où le modèle développé peut servir, avec des modifications mineures, à évaluer de possibles alternatives de substitution à l'utilisation des eaux souterraines. Il s'agit d'un modèle économique de contrôle optimal appliqué à la gestion de ressources en eau souterraine. Malheureusement, il n'a pris comme seule variable de décision que le seul coût financier de pompage en fonction de la profondeur de la nappe. L'imposition d'une contrainte sur l'utilisation des eaux souterraine peut facilement être introduite dans ce modèle pour permettre l'estimation de la valeur économique et guider au niveau local les décideurs dans leur choix d'alternatives à la surexploitation de ces eaux.

La seconde étude a été réalisée par Diao et al. (2007) et a le mérite de traiter la question de l'utilisation conjointe de l'eau de surface et de l'eau souterraine au niveau national dans le cadre d'un modèle d'équilibre général calculable. L'intérêt de ce modèle réside dans le fait que c'est le seul travail qui a abordé la question de l'utilisation de l'eau souterraine (et de surface) au niveau national et qui a établi le lien dans un même modèle entre les différentes utilisations sectorielles de l'eau au Maroc. Cependant, ce travail ne s'est intéressé qu'à l'estimation du prix économique (shadow price) de l'eau de surface et les changements de ce prix qu'entraînerait la substituabilité de l'eau souterraine à l'eau de surface dans l'agriculture dans la situation d'une réduction de l'offre de l'eau de surface suite à une augmentation de la demande de l'eau municipale. Comme l'étude menée par Allali (2005), ce travail n'ayant imposé aucune contrainte sur l'utilisation des eaux souterraines et n'ayant tenu compte que de l'augmentation du coût financier qu'entraînerait une surexploitation de la ressource, n'a pas pu calculer la valeur économique de l'eau souterraine.

IV. Aspects méthodologiques de l'évaluation de la valeur économique de l'eau et de la surexploitation des eaux souterraines

L'idée de considérer l'eau comme un capital économique est maintenant largement acceptée et des efforts méthodologiques importants ont été développés au niveau international pour lui attribuer une valeur monétaire (Dickson et al.). Le système de comptabilité économique et environnementale de l'eau ou SCEE-eau (UNSD, 2008) donne une description assez complète de ces méthodes (Chapitre VIII)¹². Cependant, il est important de souligner, comme le rappelle d'ailleurs le SCEE-eau, que ces méthodes n'ont de sens et ne peuvent s'appliquer que pour les quantités d'eau engagées dans des processus de production, c'est-à-dire une fois que les besoins vitaux de survie ont été exclus. Ces dernières ont une valeur infinie et ne peuvent et ne doivent pas obéir aux règles d'allocation économiques.

Le SCEE-eau, tout en insistant sur l'importance de l'évaluation monétaire pour aider la prise de décision économique et une allocation optimale des ressources en eau, et souligne la nécessité d'adopter une approche intégrée, il ne privilégie aucune des méthodes d'évaluation économique de l'eau et se contente de recommander l'établissement de bilans physiques. Deux arguments sont avancés pour justifier cette position : l'absence d'une méthode standard d'évaluation de la valeur économique de l'eau applicable à toutes les situations et, d'autre part, la nécessité de garder une cohérence avec le système de comptabilité nationale (SCN) central. Dans le même sens, il fait remarquer que la valeur ajoutée générée par l'eau est déjà prise en compte implicitement par le SCN dans le calcul de l'excédent brut d'exploitation. Une évaluation particulière de la valeur économique de l'eau ne modifiera pas l'évaluation de la valeur ajoutée globale, elle ne peut tout au plus que modifier son affectation d'un facteur à l'autre.

L'application de cette démarche proposée par le SCN soulève deux problématiques importantes pour la gestion des ressources en eau. D'un côté, la contribution de l'eau à la valeur ajoutée n'est pas individualisée en tant que telle, ce qui laisse la porte ouverte à toutes les interprétations possibles, et qui est le plus souvent loin de constituer une base pour une allocation efficiente de l'eau¹³. D'un autre côté, la consommation du capital fixe consécutive à la surexploitation des eaux souterraines n'est pas prise en considération.

Le SCEE-eau, en tant que prolongement du SCN, reconnaît de façon explicite cette problématique puisque ce dernier fait remarquer qu'il serait plus correct sur le plan conceptuel de calculer le Produit Intérieur Net (PIN) plutôt que le Produit Intérieur Brut (PIB) (SCN-2008, §2.141& §2.142). Cependant, il justifie la non mise en application d'une telle démarche par le manque de données fiables et les difficultés pratiques de la mise en application d'une telle démarche.

Cette dernière idée de nécessité le PIN plutôt que PIB constitue la base du travail de la Banque Mondiale sur l'estimation de la richesse des nations, sauf qu'au lieu de s'intéresser au côté production, c'est-à-dire le PIN, elle s'est intéressée au côté consommation en calculant l'Épargne Nette Ajustée (ENA), ou ce qui est appelé Genuine Savings, et a étendu la notion de capital pour non seulement inclure le capital naturel

12. La même description peut être trouvée dans Glenn-Marie Lange et Rashid Hassan (2006), Chapitre 7. Une description plus extensive des méthodes d'évaluation économique de l'eau peut être trouvée dans Robert A. Young (2005)

13. Le plus souvent, des rapports d'expertise ou d'études de faisabilité de projet d'irrigation utilise la méthode dite de productivité de l'eau qui consiste à attribuer l'ensemble de la valeur ajoutée à l'eau ce qui surestime la valeur de l'eau et conduit parfois à l'exagération des bénéfices des projets d'investissement dans l'irrigation. A ce sujet, voir notamment Robert A. Young et S. Lee Gray (1985)

mais d'inclure d'autres catégories de capital appelées capital immatériel. Dans ce sens, tout en exploitant les notions de mesure du SCN elle est plus exhaustive et s'avère plus intéressante.

En ce qui concerne le capital eau, les travaux de la Banque Mondiale, et plus particulièrement selon les deux dernières publications sur la richesse des nations (BM 2006 et BM 2011), ils adoptent pratiquement la même démarche que le SCN. Bien qu'ils soulignent l'importance de l'évaluation économique des ressources en eau, en général, et des ressources en eaux souterraines, en particulier, indiquent que la prise en compte de ces ressources dans l'évaluation des richesses des pays n'est qu'implicite, c'est-à-dire prise en compte à travers l'évaluation du capital terres agricoles.

Concernant ce dernier point, en l'occurrence la réduction de la valeur du capital qui résulte de la surexploitation des eaux souterraines, ce qui nous intéresse plus particulièrement ici, le calcul de l'ENA a plus que reconnu cette problématique puisqu'il a fondé le concept même de l'ENA sur la nécessité de prise en compte de la consommation de capital fixe. Sauf qu'en ce qui concerne la surexploitation des ressources en eaux souterraines il s'est contenté dans la publication de 2006 de mentionner que c'est une limitation du travail, qu'il justifie par le manque de données au niveau international (BM 2006, p. 154), et de mentionner dans la publication de 2012 qu'elle est prise en considération mais implicitement dans la valeur du capital terres agricoles (BM 2011, pp. 16, 17 et 22). Or cette dernière n'est possible que si le capital terres agricoles est ajusté pour la dégradation et la surexploitation des eaux souterraines.

En d'autres termes, la méthode de calcul de l'ENA n'est possible que si on dispose de suffisamment d'information pour évaluer, d'un côté, la contribution de la terre agricole exploitée en mode pluvial à la valeur ajoutée du secteur agricole et, d'autre part, de la contribution de l'eau d'irrigation par origine (eaux de surface et eaux souterraines renouvelables) à la valeur ajoutée dans le secteur. Sur le plan pratique ceci pose plusieurs difficultés liées, en particulier, à la grande variabilité de la valeur de la terre d'une région à l'autre et à l'absence de marchés de l'eau d'irrigation séparés de ceux de la terre. Cette variabilité s'explique en grande partie par les différences pouvant exister au sein d'un même pays de la rareté relative de l'eau d'une région à l'autre.

Dans le cas où on dispose des valeurs des terres agricoles, c'est-à-dire lorsqu'un marché de la terre agricole existe, ces difficultés peuvent être levées en appliquant l'approche des prix hédoniques pour séparer la contribution de l'eau d'irrigation de celui de la terre pouvant être exploitée en mode pluvial. La contribution de l'eau d'irrigation est obtenue dans ce cas par les différences observées entre le prix de la terre avec accès à l'eau d'irrigation et celui de la terre exploitée en mode pluvial sans possibilité d'accès à l'eau d'irrigation. C'est cette méthode qui sera poursuivie dans ce qui suit pour évaluer la contribution de la surexploitation des eaux souterraines pour l'irrigation dans la valeur ajoutée agricole et, donc, à l'évaluation de l'ajustement nécessaire de l'épargne nationale pour tenir compte de la consommation du capital résultant de la surexploitation des eaux souterraines.

Cette évaluation a été rendue possible grâce à un travail antérieur d'élaboration d'une matrice de comptabilité sociale pour l'année 2003 (MCS2003) désagrégant de façon régionalisée et la plus poussée possible des comptes de l'agriculture (Diao and al. 2010). En effet, dans cette MCS2003, la valeur ajoutée de secteur de l'irrigation est désagrégée par source d'irrigation, eaux de surface et eau souterraines, ainsi que par les principaux facteurs primaires, à savoir : le travail, la terre¹⁴ l'eau d'irrigation et le reste du capital

14. Il s'agit ici de l'équivalent des terres agricoles exploitées en pluvial et n'ayant pas accès à l'irrigation et pour lesquelles l'utilisateur n'espère pas accéder à l'irrigation dans un horizon proche. Dans la suite du document elles seront appelées tout simplement le facteur terre.

agricole. Les contributions des facteurs terre et eau d'irrigation sont basées sur une moyenne de données d'enquêtes sur la valeur locative de la terre menées dans les six régions retenues dans la désagrégation de la MCS2003. De même que la contribution de l'eau d'irrigation est obtenue comme la différence entre la valeur locative des terres irriguées et des terres en n'ayant pas accès à l'irrigation.

V. Calculs de la contribution de la surexploitation des eaux souterraines à l'économie

Pour 2011, année la plus récente et pour laquelle toutes les données hydrologiques et économiques sont disponibles, l'analyse est menée au niveau national et au niveau de deux régions particulières : le Sous-Massa et Tensift. Ces deux dernières régions ont été choisies pour deux raisons :

- ce sont les deux régions du Maroc où la surexploitation des eaux souterraines a atteint des niveaux alarmants (voir table 2) et où l'Etat envisage des investissements substantiels pour augmenter les disponibilités. Dans le cas du Souss-Massa c'est grand projet de dessalement de l'eau de mer qui est envisagé, alors que dans le Tensift, en plus d'un projet de recharge artificiel de la nappe, l'Etat envisage un projet d'investissement faramineux de transfert de l'eau entre bassins à partir du bassin excédentaire du Sebou.
- Ce sont les deux régions pour lesquelles on dispose à la fois de données économiques et hydrologiques permettant une telle évaluation.

Comme montré par la table 3, les prélèvements non renouvelables (surexploitation) représentent en moyenne 23 % des prélèvements totaux en eaux souterraines au niveau national. Au niveau des deux régions retenues, cette moyenne est beaucoup plus élevée puisqu'elle atteint 33 % dans le cas du Tensift et 46 % dans celui du Souss-Massa. Dans ce qui suivra on prendra comme approximation que les productions agricoles irriguées à partir des eaux souterraines contribuent de la même façon à la valeur ajoutée agricole qu'elles soient renouvelables ou non¹⁵.

15. Il est à rappeler, et pour éviter toute confusion, que les coûts afférents aux prélèvements et à la mobilisation des eaux souterraines ne font pas partie de la contribution de ces eaux à la valeur ajoutée. Ces coûts sont déjà comptabilisés dans les consommations intermédiaires quand il s'agit de consommable ou dans la contribution du facteur capital autre que la terre et les eaux d'irrigation quand il s'agit d'investissement en tant qu'amortissement ou en tant que rémunération de capital.

Table 3 : Prélèvements et utilisation des eaux souterraines

	Unités	Maroc	Souss-Massa	Tensift
Prélèvements des eaux souterraines	Millions de m ³	4 266	646	753
dont:				
- Alimentation en eau potable et industrielle	Millions de m ³	500	40	45
- Irrigation	Millions de m ³	3 766	606	708
Surexploitation des eaux souterraines				
- En quantités	Millions de m ³	862	277	235
- En pourcentage	%	23%	46%	33%

Sources : Secrétariat d'Etat chargé de l'eau

Au niveau national, comme pour les deux régions retenues, la contribution en pourcentage de l'agriculture irriguée à partir des eaux souterraines à la valeur ajoutée agricole ainsi que la contribution en pourcentage de l'eau à la valeur ajoutée de l'agriculture irriguée à partir des eaux souterraines à l'agriculture irriguée à sa contribution sont obtenues à partir des données de la MCS2003. Quant à la valeur ajoutée totale et la contribution de l'agriculture à celle-ci pour l'année 2011 au niveau national, comme au niveau des deux régions retenues, est obtenue à partir des données de la comptabilité nationale (voir table 4).

Table 4 : Contribution des prélèvements des eaux souterraines à la valeur ajoutée

	Unités	Maroc	Souss-Massa	Tensift
PIB (national) / valeur ajoutée (régionale)	Milliards Dh	803	61.2	66.46
Contribution de la valeur ajoutée agricole				
- En valeur	Milliards Dh	115	12.3	10.26
- En pourcentage	%	14.30%	20.10%	15.40%
Contribution des cultures irriguées par les eaux souterraines à la VA agricole				
- En pourcentage	%	25.80%	38.50%	40.10%
- En valeur	Milliards Dh	29.6	4.7	4.1
Contribution de l'eau à la valeur ajoutée des cultures irriguées par les eaux souterraines				
- En pourcentage	%	48%	61%	42%
- En valeur	Milliards Dh	14.2	2.9	1.7

Sources :

(1) HCP : Comptes régionaux et Annuaire Statistique du Maroc

(2) MCS2003

Comme le montre la table 5, la contribution directe du facteur eaux souterraines seules à la valeur ajoutée (non compris les facteurs travail, terre et autre capital) est de 14,2 milliards de dirhams au niveau national. Cette contribution est de de 2,9 milliards de dirhams au niveau de la région du Souss-Massa et de 1,7 milliard au niveau de la région du Tensift. Dans cette contribution, la surexploitation des eaux souterraines participe par 23 % au niveau national, par 46 % au niveau de la région du Souss-Massa et par 33 % au niveau de la région du Tensift, soit 3,25 milliards de dirhams au niveau national, 1,32 milliard de de dirhams au niveau de la région du Souss-Massa et 0,58 milliard de dirhams au niveau de la région du Tensift (voir table 5). En termes de pourcentages, ceci correspond à 0,4 % du PIB au niveau national, à 2,16 % de la valeur ajoutée totale au niveau de la région du Souss-Massa et à 0,87 % de la valeur ajoutée

totale au niveau de la région du Tensift.

Table 5 : Valeur ajoutée générée par la surexploitation des eaux souterraines

	Unités	Maroc	Souss-Massa	Tensift
Utilisation des eaux souterraine dans l'agriculture	Millions de m ³	3 766	606	708
Contribution de l'eau à la valeur ajoutée des cultures irriguées par les eaux souterraines	Milliards de Dh	14.2	2.9	1.7
Pourcentage de Surexploitation des eaux souterraines	%	23%	46%	33%
Valeur ajoutée directe générée par la sur-exploitation des eaux souterraines				
- Total	Milliards de Dh	3.25	1.32	0.58
- Par m ³	Dh/m ³	3.8	4.8	2.4
Facteur multiplicateur		1.3	1.3	1.3
Valeur ajoutée totale générée par la sur-exploitation des eaux souterraines				
- Total	Milliards de Dh	4.23	1.72	0.75
- Par m ³	Dh/m ³	4.9	6.2	3.1
Contribution au PIB national et à la valeur ajoutée totale régionale				
- Valeur ajoutée directe générée par la sur-exploitation des eaux souterraines	%	0.40%	2.16%	0.87%
- Valeur ajoutée totale générée par la sur-exploitation des eaux souterraines	%	0.53%	2.80%	1.13%

Ce calcul serait incomplet si on ne tient pas compte des effets multiplicateurs de la production sur le développement du reste des secteurs de l'économie. En effet, on estime que l'effet multiplicateur total de la production de l'agriculture irriguée au Maroc à 130 % (Doukkali et Lejars, 2015), soit chaque unité de production de l'agriculture irriguée induit une augmentation la production dans les autres secteurs de l'économie de 0,3 unité de production. L'application de ce coefficient donne au niveau national une contribution totale de la surexploitation dans l'agriculture des eaux souterraines de 4,23 milliards de dirhams par an, soit 0,53 % du PIB total du pays. Au niveau de la région du Tensift, cette contribution totale serait de 0.75 milliards de dirhams par an, soit 1,13 % de la valeur ajoutée régionale totale. Au niveau de la région du Souss-Massa, la contribution de la surexploitation des eaux souterraines serait de 1,71 milliard de dirhams par an, soit 2,8 % de la valeur ajoutée au niveau de la région.

Conclusion

De par son climat aride à semi-aride, caractérisé par des précipitations limitées et très fluctuantes, le Maroc a fait de la mobilisation des eaux de surface une composante importante de sa stratégie de développement économique et social. Les efforts d'investissements importants réalisés dans les ouvrages de stockage et de mobilisation des eaux de surface, ainsi que les disponibilités importantes en eaux souterraines renouvelables, devaient en principe lui sécuriser des ressources en eau largement suffisantes pour subvenir aux besoins de sa population, garantir un développement harmonieux des différents secteurs de l'économie et contribuer significativement à sa sécurité alimentaire.

A partir du milieu des années 1980, avec la libéralisation de l'agriculture et l'introduction de nouvelles technologies de forage et à faibles coûts, on a assisté à un développement sans précédent de l'irrigation à partir des eaux souterraines. Ceci n'a pas manqué de créer un déséquilibre entre l'offre et la demande en eau et de conduire à une surexploitation des ressources en eau souterraines. Actuellement l'essentiel des nappes d'eau souterraines du pays est surexploité, et cette surexploitation a atteint des niveaux alarmants, surtout dans les bassins hydrographiques se situant dans la moitié sud du pays tels que les bassins du Tensift ou du Souss-Massa.

Dans un pays souvent soumis à des épisodes de sécheresses prolongées, les risques de cette surexploitation sont nombreux, notamment en termes d'environnement, de durabilité des systèmes de production en place et, surtout, de sécurité d'approvisionnement des populations en eau potable en cas de sécheresses. Malgré ces risques, l'intervention des pouvoirs publics pour réglementer et limiter cette surexploitation est restée timide et hésitante par peur de provoquer des perturbations pouvant freiner l'élan de développement que connaissent les régions concernées par cette surexploitation des eaux souterraines.

Le présent travail a montré que la contribution économique de cette surexploitation des eaux souterraines reste relativement très faible en termes de valeur ajoutée créée et ne justifie nullement l'hésitation qui caractérise l'intervention des pouvoirs publics. Elle ne génère tout au plus que près de 0,53 % du PIB. Même dans les régions les plus consommatrices de ces eaux souterraines, la consommation du capital eaux souterraines non renouvelables reste relativement faible. Dans le cas du Tensift elle ne dépasse guère 1,13 % de la valeur ajoutée régionale. Même dans le cas du Souss-Massa, qui est le plus souvent évoqué comme pôle important de la production agricole nationale, elle ne représente tout au plus que 2,8 % de la valeur ajoutée régionale.

En plus d'évaluer la contribution de la consommation du capital eaux souterraines à l'économie nationale, et de permettre donc de corriger l'épargne nette ajustée, ce travail, a montré qu'on peut appliquer des méthodes en parfaite cohérence avec le système de comptabilité nationale. La méthodologie appliquée est basée sur la séparation dans la valeur ajoutée de la contribution de la terre, et de séparer dans la contribution de la terre celle de l'eau. Ceci a été rendu possible grâce à l'existence d'un travail préliminaire désagrégeant dans le système de comptabilité nationale l'agriculture par système de production (agriculture pluviale et agriculture irriguée) et dans l'agriculture irriguée les productions selon l'origine de l'eau d'irrigation (eaux de surface et eaux souterraines).

Cette méthodologie peut être étendue à d'autres domaines d'évaluation, notamment à l'estimation de l'impact probable du changement climatique sur le PIB du pays et sur l'épargne nette ajustée en utilisant les projections du climat. Ces projections peuvent être traduites en projection de ruissellement et augmentation

ou (essentiellement) diminution des disponibilités en ressources en eau et leur impact sur le produit et la valeur ajoutée agricole. Comme l’approvisionnement en eau potable et industrielle bénéficie de la priorité d’utilisation des disponibilités en eau, l’agriculture irriguée et l’énergie hydraulique seront les secteurs qui subiront le plus d’impact d’un tel probable changement climatique.

Bibliographie :

Allali K., 2003. 'Evaluation des Externalités Environnementales de l’Agriculture Marocaine. Rapport de Synthèses du Module 2. ' Projet FAO/The Roles of Agriculture (ROA). ftp://ftp.fao.org/es/ESA/roa/pdf/2_Environment/Environment_MoroccoNA.pdf

Allali. K., 2007. 'Modèle Contrôle Optimal de l’Utilisation des Eaux Souterraines et Non Conventionnelles en Agriculture'. In. Mohammed Salah Bachta. Les Instruments Economiques de la Modernisation des Périmètres Irrigués, 2005, Kairouan, Tunisia. Cirad 10p. <cirad-00193801>. <https://hal.archives-ouvertes.fr/cirad-00193801/document>

Arrifi. E. , 2012. 'Les Ressources en eau et l’Irrigation au Maroc : Contraintes et Alternatives.' International Conference on Desalination and Sustainability. International Desalination Association. Casablanca, 1-2. March. (Présentation Power Point Présentation). 31 pages.

Banque Mondiale, 2003. 'Royaume du Maroc. Evaluation du Coût de la Dégradation de l’Environnement.' Rapport No. 25992-MOR (30 juin).

Bolt K., Matete M., and Clemens M., 2012. 'Manual for Calculating Adjusted Net Savings'. Environment Department, World Bank.

Conseil Economique, Social et Environnemental (CESE), 2014. "La gouvernance par la gestion intégrée des ressources en eau au Maroc : Levier fondamental de développement durable."

http://www.ces.ma/Documents/PDF/Auto-saisines/AS_15_2014-Gouvernance-par-la-gestion-integree-des-ressources-en-eau-au-Maroc-Levier-fondamental-de-developpement-durable/Rapport-Gouvernance-Eau-VF-16042014.pdf

Diao X., T. Roe, and R. Doukkali, 2005. "Economy-wide gains from decentralized water allocation in a spatially heterogenous agricultural economy". Environment and Development Economics. Vol. 10, Issue 03 (June): 249-269

Diao, X., A. Dinar, T. Roe, and Y.Tsur, 2007. "A General Equilibrium Analysis of Conjunctive Ground and Surface Water Use With an Application to Morocco." Agricultural Economics 38 (2): 117–135

Diao.X., R.Doukkali and B. Yu. (2008). Policy Options and Their potential Effects on Moroccan Small Farmers and the Poor Facing Increased World Food Prices. A General Equilibrium Model Analysis. Discussion Paer 00813, Development Strategy and Government Division. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington D.C.

Dickson, B., Blaney, R. Miles, L., Regan, E., van Soesbergen, A., Väänänen, E., Blyth, S., Harfoot, M.

Martin, C.S., McOwen, C., Newbold, T., van Bochove, J. (2014). "Towards a global map of natural capital: Key ecosystem assets". UNEP, Nairobi, Kenya.

Division de statistique (UNSTATS), 2013. 'Système de comptabilité nationale 2008 (SCN-2008)'. Organisation des Nations Unies. New York.

Division de statistique (UNSTATS), 2013. 'Système de comptabilité économique et environnementale de l'eau (SCEE-Eau)'. Département des affaires économiques et sociales. Organisation des Nations Unies. New York.

Doukkali, M.R, 2005. "Water institutional reforms in Morocco". (IWA Publishing) Water Policy 7: 71–88.

Doukkali, M.R. and C. Lejars, 2015. "Energy cost of irrigation policy in Morocco: a social accounting matrix assessment". International Journal of Water Resources Development, 31 (3): 422-435.

Haut-Commissariat au Plan, 2013. Comptes régionaux, produit intérieur brut et dépenses de consommation finale des ménages, 2011. Juillet. Rabat. 15 pages.

Haut-Commissariat au Plan, 2012. Comptes Nationaux Provisoires 2011 (Base 1998) Juin. Rabat. 58 pages.

Kuper M., A. Hammani, A. Chohin, P. Garin and M. Saaf, 2012. "When Ground Water Takes Over: Linking 40 Years of Agricultural and Groundwater Dynamics in Large-Scale Irrigation Scheme in Morocco". Irrigation and Drainage. 61 (Suppl. 1): 45–53.

Lange G.M. and Hassan R., 2006. 'Economic valuation of Water.' (part III, Chap. 7) In The Economics of Water Management in Southern Africa. Edward Elgar Publishing

Llamas, M. R. and Martínez-Santos, P., 2005. "Intensive Groundwater Use: Silent Revolution and Potential Source of Social Conflicts. Journal of Water Resources Planning and Management". Volume 131, Issue 5 (September): 337-341

Ministère Délégué Chargé de l'eau et de l'Environnement, 2009. " Stratégie Nationale de l'Eau"
<http://www.environnement.gov.ma/PDFs/EAU/>

Département de l'eau, 2011. 'Programme de Protection des Ressources en Eau Souterraines au Maroc'. Secrétariat d'Etat Chargé de l'Eau et de l'Environnement, April 14. Power-Point Présentation. 32 Pages.

Ministère Délégué Chargé de l'Environnement, 20xx, 'Le Bassin Hydraulique de Tensift' (http://www.water.gov.ma/userfiles/file/7_tensift-d%C3%A9f.pdf), 'Le Bassin Hydraulique de Souss-Massa' http://www.water.gov.ma/userfiles/file/18_Souss-massa-d%C3%A9f.pdf,

Tsur, Y., and T. Graham-Tomasi, 1991. "The Buffer Value of Groundwater with Stochastic Surface Water Supplies". Journal of Environmental Economics and management. 21:201–24.

Young R. A. et Gray S. L., 1985. 'Input-Output Models, Economic Surplus, and the

Evaluation of State or Regional Water Plans'. *Water Resources Research*, Vol.21, No 12, December: 1819-1823.

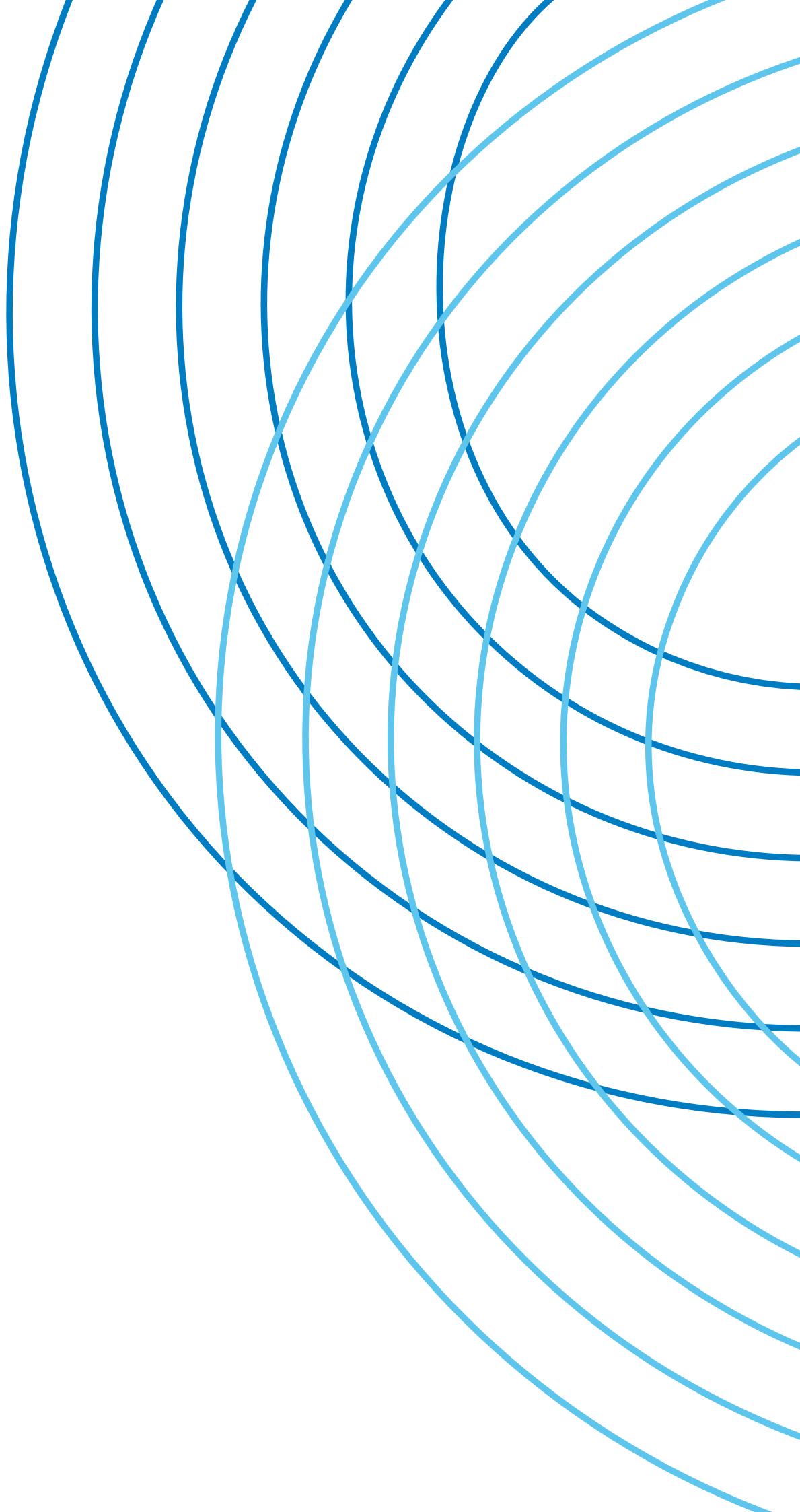
Young, A.R., 2005. 'Determining the Economic Value of Water. Concepts and Methods' *Resource of the Future* eds. Washington DC.

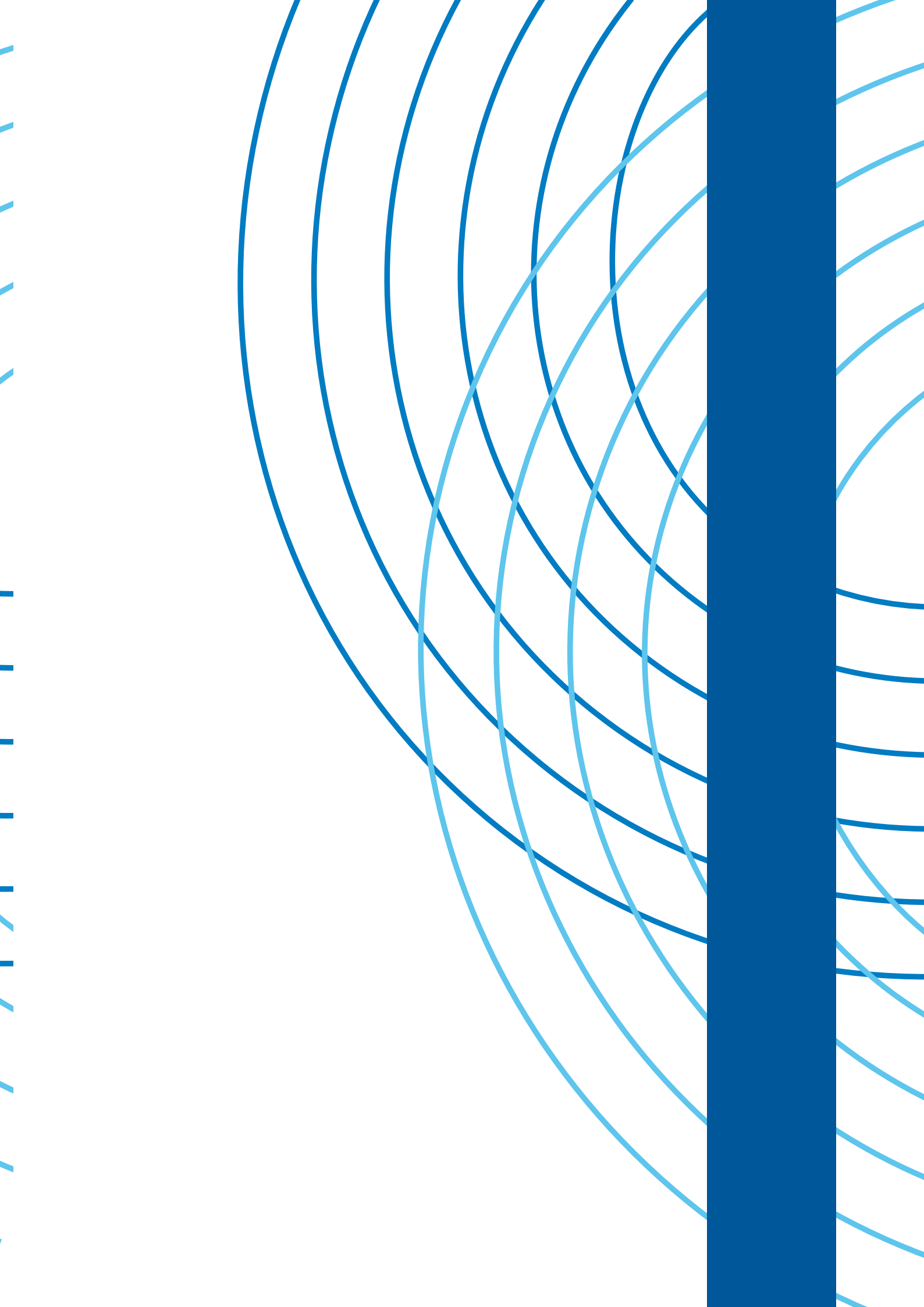
Wijnen M., B. Augeard, B. Hiller, C. Ward et P. Huntjebbs, 2012. 'Managing the Invisible. Understanding and Improving Groundwater Governance.' *Water papers*. World Bank. Washington, DC.

World Bank, 1997. 'Expanding the Measure of Wealth Indicators of Environmentally Sustainable Development. Environment Department Washington, D.C.

World Bank, 2011. *The Changing Wealth of Nations. Measuring Sustainable Development in the New Millennium*. Environment Department Washington, D.C.

World Bank, 2006. 'World Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st. Century'. Washington, DC.







OCP Policy Center

Ryad Business Center – South 4th
Floor – Mahaj Erryad - Rabat Morocco

Website: WWW.OCPPC.MA

Email: CONTACT@OCPPC.MA

Phone: +212 5 37 27 08 08

Fax: +212 5 37 71 31 54

ISSN N° 2421-9479

Dépôt légal N° 2015PE0055