



MOYEN ORIENT ET  
AFRIQUE DU NORD

# Note Technique Pénurie d'eau et sécheresses

Groupe de la Banque mondiale

# RAPPORT CLIMAT ET DÉVELOPPEMENT

## Table des matières

Résumé.....	1
<b>Tendances historiques : pénurie d'eau et sécheresses au Maroc .....</b>	<b>5</b>
1.1. Une ressource en eau qui diminue et dont la qualité se dégrade.....	5
1.2. Impacts socioéconomiques des sécheresses .....	7
1.3. Efforts réalisés pour lutter contre la pénurie d'eau : .....	11
<b>Pénurie d'eau et sécheresses : une menace majeure pour le développement du Maroc .....</b>	<b>16</b>
2.1. Une tension croissante entre l'offre et la demande en eau .....	16
2.2. Impacts projetés de la pénurie d'eau et des sécheresses .....	18
<b>Recommandations pour lutter contre la pénurie d'eau et les sécheresses.....</b>	<b>26</b>
3.1. Le PNE 2050: un plan ambitieux pour lutter contre la pénurie d'eau et les sécheresses.....	26
3.2. Potentiels effets paradoxaux du PNE 2050.....	27
3.3. Compromis dans l'utilisation des ressources publiques.....	29
3.4. Mesures <i>soft</i> complémentaires .....	32
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>34</b>

## Liste des figures

Figure 1. Les apports en eau au Maroc (en milliards de m <sup>3</sup> /an).....	6
Figure 2. Production céréalière et précipitations.....	8
Figure 3. Valeur ajoutée de l'agriculture et précipitations .....	8
Figure 4. Valeur ajoutée de l'agriculture (% du PIB) .....	8
Figure 5. Décomposition historique de la variation annuelle du PIB (SVAR) .....	9
Figure 6. Taux de pénétration de l'assurance multirisque climatique pour les grandes cultures (actuel et cible d'ici aux années 2030) .....	10
Figure 7. Production, importations de blé au Maroc et précipitations.....	11
Figure 8. Production, importations d'orge au Maroc et précipitations.....	11
Figure 9. Évolution de la capacité de mobilisation en eau et du nombre de barrages* au Maroc au cours des 50 dernières années .....	12
Figure 10. Volume d'eau enregistré dans les principaux barrages* au Maroc au cours des 30 dernières années .....	12
Figure 11. Tendances de la valeur ajoutée agricole et des précipitations sur la période 1998-2018 .....	13
Figure 12. Évolution de la variabilité de la croissance agricole sur la période 1998-2018.....	13
Figure 13. Déficit en eau: tendances annuelles historiques et projections à 2050 .....	16
Figure 14. Mesures de mobilisation de l'eau et de gestion de la demande en eau prévues dans le cadre du PNE.....	17

Figure 15. Déficit en eau projeté sur la période 2020-2050 (avec et sans considérations climatiques).....	17
Figure 16. Marchés du travail ruraux et production céréalière.....	20
Figure 17. Nombre projeté de migrants climatiques internes au Maroc selon trois scénarios, 2020-2050 .....	23
Figure 18. Migration climatique nette projetée dans et hors des zones de subsistance au Maroc selon trois scénarios, 2020-2050.....	23
Figure 19. Tests de résistance ( <i>stress tests</i> ) au risques physique .....	25
Figure 20. Déficit en eau projeté pour 2020-2050 (avec et sans considération des enjeux climatiques, et avec et sans interventions du PNE).....	26

## Liste des tableaux

Tableau 1. Part des zones irriguées et pluviales à la surface cultivée et à la valeur ajoutée agricole .....	14
Tableau 2. Évolution du PIB selon différents scénarios de pénurie d'eau .....	20
Tableau 3. Évolution de la demande de main-d'œuvre (qualifiée et non qualifiée) dans différents scénarios de pénurie d'eau .....	21
Tableau 4. Évolution de la balance commerciale des produits alimentaires selon différents scénarios de pénurie d'eau .....	24
Tableau 5. Aperçu des canaux de transmission des risques physiques en cas de sécheresse .....	25
Tableau 6. Hypothèses pour la modélisation.....	30
Tableau 7. Simulations macroéconomiques – Redéploiement partiel du PNE.....	31

## Liste des encadrés

Encadré 1. La relation eau-énergie .....	7
Encadré 2. Une analyse SVAR de l'impact des chocs pluviométriques au Maroc .....	8
Encadré 3. Tarifs de l'eau dans l'agriculture irriguée .....	14
Encadré 4. Modélisation de l'impact de la pénurie d'eau sur l'économie – Modèle GTAP-BIO-Water .....	18
Encadré 5. Impacts du changement climatique différenciés selon le genre : une revue de la littérature .....	22
Encadré 6. Une crise imminente de la migration climatique : le rapport Groundswell 2.0.....	23
Encadré 7. Effet paradoxal des solutions techniques.....	27
Encadré 8. Modélisation pour évaluer les compromis associés aux investissements dans les infrastructures hydrauliques .....	29

## Remerciements

La présente note technique a été élaborée dans le cadre de la préparation du Rapport sur le climat et le développement (CCDR), sous la direction de Carole Megevand et Javier Diaz Cassou. Elle a bénéficié de la contribution de nombreux collègues, notamment : Amal Talbi, Andrea Mariel Juarez Lucas, Carolina Dominguez Torres, Emma Renu Dalhuijsen, Ghita Hannane, Jacqueline Marie Tront, Julie Aurelie Carles, Malika Azzazene, Meryem Benjelloun, Michael Haney, Nabila Gourroum, Nancy Lozano Gracia, Rajesh K. Advani, Remi Trier, Safaa Bahije, Viviane Wei Chen Clement. Les exercices de modélisation ont été réalisés par Charl Jooste, and Francis Dennig. La note technique a également été enrichie par les échanges avec les représentants du gouvernement marocain, du secteur privé et des organisations de la société civile.

## Résumé

**Le Maroc est l'un des pays les plus pauvres en eau au monde.** Avec une dotation estimée de près de 620 mètres cubes (m<sup>3</sup>) d'eau par personne et par an, le Maroc se trouve déjà en situation de stress hydrique structurel. Sous les effets combinés de la pression démographique, de la demande croissante émanant des secteurs économiques, et des répercussions négatives du changement climatique, cette dotation pourrait tomber sous la barre de 500 m<sup>3</sup> par personne et par an d'ici à 2030, ce qui correspond à une situation de pénurie absolue. En outre, le Maroc est confronté à des sécheresses dont l'incidence, la gravité et la durée ne cessent de s'amplifier, accentuant la vulnérabilité des zones rurales, avec des effets négatifs à la fois sur la stabilité macroéconomique et sur la sécurité alimentaire au niveau national.

**La pénurie d'eau pourrait avoir une incidence sur presque tous les aspects du développement socioéconomique futur du Maroc.** Dans une perspective à long terme, la réduction de la disponibilité de l'eau et la baisse des rendements agricoles induites par le changement climatique pourraient entraîner une perte du produit intérieur brut (PIB) pouvant atteindre 6,5 %. L'agriculture pluviale (*bour*) est particulièrement vulnérable à la fois aux sécheresses et à la pénurie d'eau. Étant donné que l'agriculture pluviale représente toujours 80 % de la superficie cultivée du pays et emploie l'essentiel de la main-d'œuvre agricole, les changements induits par le climat sur l'agriculture pluviale (disponibilité de l'eau et le rendement des cultures) pourraient amener 1,9 million de Marocains (environ 5,4 % de la population totale du Royaume) à migrer vers les zones urbaines d'ici aux années 2050.

**Les grands investissements constituent la pierre angulaire pour tenter de lutter contre la pénurie d'eau.** Au cours des dernières décennies, le Maroc a fortement misé sur les infrastructures pour relever le défi que représentent la pénurie d'eau et la sécheresse. Le Royaume a investi dans de grands barrages et décuplé la capacité de mobilisation de l'eau (laquelle capacité est passée de deux milliards de m<sup>3</sup> dans les années 1960 à près de 20 milliards de m<sup>3</sup> en 2020). Il a également déployé l'irrigation au goutte-à-goutte, ce qui a entraîné une augmentation de la productivité de l'eau dans l'agriculture, de loin le secteur le plus gourmand en eau au Maroc. Le Maroc a présenté un ambitieux plan d'investissement dans l'Eau pour la période 2020-2050 (Plan national de l'eau ou PNE, avec des dépenses d'investissement se chiffrant à 41,3 milliards de dollars au cours des 30 prochaines années). Le PNE vise à combler l'écart entre l'offre et la demande d'eau d'ici aux années 2050, en augmentant la mobilisation de l'eau (de 4,6 milliards de m<sup>3</sup>/an) et en améliorant l'efficacité de la gestion de l'eau dans les secteurs de l'eau potable et de l'agriculture (ce qui permettrait de réaliser une économie d'à peu près 2,2 milliards de m<sup>3</sup>/an). Pour y parvenir, il s'appuie principalement sur des solutions d'ingénierie.

**L'investissement dans les infrastructures est une condition nécessaire mais pas suffisante pour relever le défi de la pénurie d'eau, et les réformes des politiques axées sur la demande en eau doivent être poursuivies.** L'analyse réalisée dans le cadre du Rapport sur le climat et le développement (CCDR) du Maroc montre que, compte tenu de la grande vulnérabilité du Royaume à la fois aux sécheresses et à la pénurie d'eau, l'investissement dans les infrastructures hydrauliques génère des dividendes positives pour l'économie et doit rester une priorité. Toutefois, sur la base de l'expérience internationale et d'un large éventail d'études académiques, le CCDR fait également valoir que ces bienfaits ne se manifesteront pleinement que si le développement des infrastructures est associé à des interventions « *soft* », telles que la gestion de la demande en eau, la gouvernance de l'eau et d'autres actions visant à induire des changements de comportements. Cette approche est conforme aux recommandations énoncées par le Nouveau Modèle de Développement (NMD), qui recommande « *de refléter la valeur réelle de la ressource en eau et d'encourager une utilisation et une gestion plus efficaces et plus rationnelles de cette ressource* ».

# Tendances historiques : Pénurie d'eau et sécheresses au Maroc

## 1.1. Une ressource en eau qui diminue et dont la qualité se dégrade

**Le Maroc fait partie des pays du monde les plus touchés par le stress hydrique.** Les ressources en eau totales du pays sont estimées à 22 milliards de m<sup>3</sup>, soit 18 milliards de m<sup>3</sup> d'eau de surface et 4 milliards de m<sup>3</sup> d'eau souterraine. Avec une augmentation de la température moyenne supérieure aux tendances globales du réchauffement climatique et une diminution des précipitations (avec des régimes plus irréguliers), le Maroc a connu, au cours des dernières décennies, une tendance accélérée à la réduction de ses ressources en eau. La disponibilité (potentielle) par habitant des ressources en eau renouvelables au Maroc a diminué, passant de 2 560 m<sup>3</sup> par personne et par an en 1960 à près de 620 m<sup>3</sup> par personne et par an en 2020<sup>1</sup>, ce qui place le Maroc dans une situation de stress hydrique structurel<sup>2</sup>, au même titre que la plupart des pays de la région Moyen-Orient et Afrique du Nord (MENA). Le Maroc pourrait atteindre, d'ici la fin de la décennie en cours, le seuil de pénurie d'eau absolue qui est de 500 m<sup>3</sup> par personne et par an.

**Le Maroc est devenu plus sec au cours des dernières décennies avec une tendance à la baisse de la disponibilité des eaux de surface.** Environ 70 % des ressources en eau du Maroc sont concentrées dans 15 % du territoire national (couvrant les bassins fluviaux de la partie nord du pays). La variabilité des eaux de surface est élevée, oscillant entre 3 milliards de m<sup>3</sup> et 48 milliards de m<sup>3</sup><sup>3</sup>. Sur la base des séries chronologiques utilisées par le Plan national de l'eau (ou PNE)<sup>4</sup> sur les précipitations (1945-2018), l'apport moyen d'eau annuel est de 18 milliards de m<sup>3</sup>/an. Mais l'analyse de la Banque mondiale révèle que le Maroc a vu ses apports d'eau (eaux de surface) diminuer depuis 1979 : d'une moyenne annuelle de 22 milliards de m<sup>3</sup> entre 1945 et 1978 (ligne jaune), on est passé à une moyenne annuelle de 15 milliards de m<sup>3</sup> entre 1979 et 2018 (ligne bleu foncé). En outre, alors qu'il y avait une probabilité de 80 % d'avoir un apport annuel de 15 milliards de m<sup>3</sup> entre 1945 et 1978, cette probabilité est retombée à seulement 50 % entre 1979 et 2018 (voir Figure 1).

**La pression sur les ressources en eau souterraine a augmenté.** Le Maroc a commencé à utiliser ses ressources en eau souterraine en réponse à la sécheresse qui a sévi dans le Royaume à la fin des années 1970. Les eaux souterraines représentent désormais près de 35 % de toute l'eau utilisée dans l'agriculture, mais cette proportion peut très nettement augmenter pendant les années de sécheresse. Dans l'ensemble, les prélèvements d'eau souterraine s'élèvent à environ cinq milliards de m<sup>3</sup> par an, ce qui dépasse de 28 % (autrement dit, de 1,1 milliard de m<sup>3</sup> par an) le niveau estimatif des sources d'eau souterraine renouvelables<sup>5</sup>. Le manque de données sur les eaux souterraines (du point de vue de leur qualité et de leur quantité)<sup>6</sup> rend difficile l'évaluation de la durée pendant laquelle le Maroc peut recourir à la surutilisation des eaux souterraines pour couvrir sa demande croissante en eau.

<sup>1</sup> PNE, 2021

<sup>2</sup> Un pays est dit en situation de pénurie d'eau s'il dispose de moins de 1 000 m<sup>3</sup> d'eau renouvelable par personne et par an. En dessous de 500 m<sup>3</sup> d'eau renouvelable par personne et par an, les pays sont en situation de pénurie absolue.

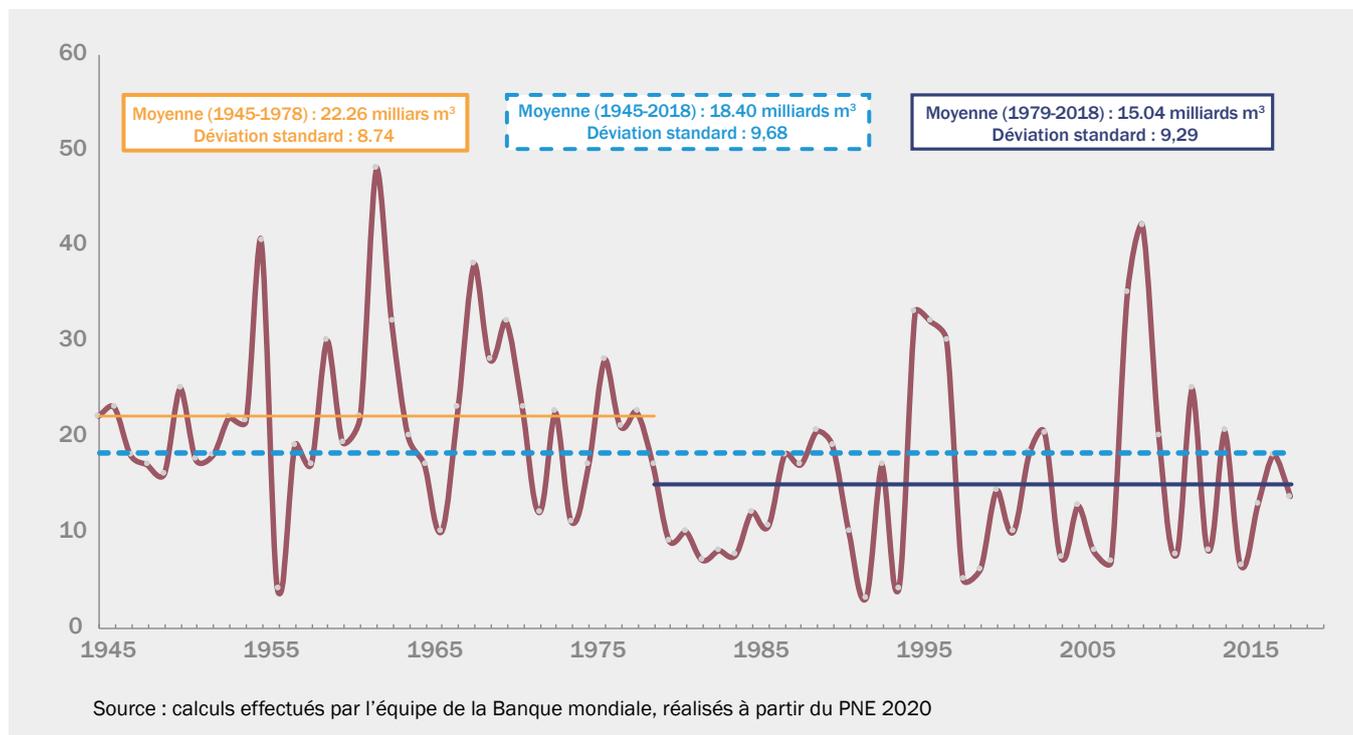
<sup>3</sup> Projet de PNE.

<sup>4</sup> En vertu de la loi 36-15 portant régime de l'eau, le PNE englobe les mesures que les différents acteurs devront prendre au cours des trente prochaines années pour garantir la sécurité hydrique du pays. Le projet de PNE a été présenté en décembre 2019 à la Commission interministérielle de l'eau et est en attente de soumission pour approbation par le Haut Conseil de l'eau et du climat.

<sup>5</sup> Étant donné que les eaux souterraines sont une ressource locale stockée dans de nombreux aquifères dont l'étendue géographique est limitée, ce pourcentage de surutilisation au niveau national cache l'intensité de la surutilisation dans certains aquifères. La surutilisation des eaux souterraines varie de 100 % dans la Moulouya à 248 % à Chtouka-Massa (source : Geosciences 2020, 10, 81, Moroccan Groundwater Resources and Evolution with Global Climate Changes).

<sup>6</sup> Le PNE et les PDAIRE ne rapportent pas d'informations sur la quantité et la qualité de la partie des eaux souterraines au Maroc.

Figure 1. Les apports en eau au Maroc (en milliards de m<sup>3</sup>/an)



**Malgré la rareté des ressources en eau, les systèmes d'eau potable et d'irrigation sont caractérisés par des pertes très importantes dans les réseaux de transport et de distribution.** On estime que la perte physique d'eau dans les réseaux de distribution avoisine les 24 % (allant de 17 % dans la ville de Salé à 38 % dans la ville d'Essaouira). À ces pertes s'ajoutent les pertes dues au transport de l'eau traitée (comprise entre 5 % et 10 %), au traitement de l'eau (5 %) et dans certains cas les pertes subies lors du transport d'eau brute (qui oscillent entre 10 % et 20 %).

**Le défi que représente la pénurie d'eau est aggravé par la dégradation de la qualité de l'eau.** Si la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines au Maroc est acceptable ou bonne dans l'ensemble, force est de constater que la qualité se dégrade. Seulement 54 % de la population<sup>7</sup> est raccordée à des stations de traitement des eaux usées et moins de la moitié des eaux usées collectées sont traitées<sup>8</sup> avant d'être rejetées dans les océans, dans des fleuves et dans le sol. La plupart des eaux usées industrielles sont rejetées directement dans l'environnement sans avoir subi de traitement. Le secteur agricole contribue à une pollution importante des sources d'eau à cause de l'utilisation incontrôlée de pesticides et d'engrais<sup>9</sup>.

**Les interdépendances entre l'eau et les systèmes énergétiques sont claires et deviennent de plus en plus importantes.** L'eau est utilisée dans toutes les phases de la production d'énergie et d'électricité, tandis que l'énergie est également nécessaire pour extraire, transporter et distribuer l'eau et pour traiter les eaux usées avant leur rejet dans l'environnement. La gestion de la relation entre l'eau et l'énergie est au cœur du défi du développement au Maroc (voir Encadré 1 sur la relation eau-énergie).

<sup>7</sup> Cette proportion représente environ 20 millions de Marocains qui vivent dans les centres urbains et périurbains.

<sup>8</sup> La capacité de traitement des eaux usées est passée de 50 000 m<sup>3</sup>/jour en 2000 à 900 000 m<sup>3</sup>/jour en 2016 (sans compter les exutoires sous-marins). Aujourd'hui, seuls 21 % des effluents collectés sont traités, dont 30 % prétraités avant d'être rejetés en mer par des exutoires sous-marins.

<sup>9</sup> Estimée à 1 200 tonnes d'azote et à 500 tonnes de pesticides par an.

## Encadré 1. La relation eau-énergie

Dans les années 1970, la mobilisation de l'eau par les barrages a permis l'augmentation de la production hydroélectrique, qui représentait plus de 70 % de la capacité de production électrique installée du pays. Les barrages avaient le plus souvent plusieurs fonctions, contribuant également à la gestion de l'eau aux fins de distribution et d'irrigation. À ce jour, la contribution de l'hydroélectricité est tombée à 17 % de la capacité de production totale installée.<sup>10</sup>

Le Plan national de l'eau (PNE) prévoit de recourir à des ressources en eau non conventionnelles, notamment le dessalement de l'eau de mer,<sup>11</sup> qui utilisent des technologies énergivores<sup>12</sup>. Pour être compatibles avec les objectifs de décarbonation du Maroc, ces technologies devront recourir à des sources d'énergie renouvelable, essentiellement éolienne et solaire. Des économies d'énergie importantes sont possibles dans le secteur de l'eau si toutes les options économiquement disponibles en matière d'efficacité et de récupération de l'énergie sont utilisées. La réutilisation des eaux usées est gourmande en énergie, mais elle contient également des sources importantes d'énergie qui, si elles étaient utilisées, pourraient couvrir plus de la moitié des besoins en électricité des services municipaux de traitement des eaux usées.

Dans le secteur énergétique, le Maroc a l'ambition de devenir un grand producteur et exportateur d'hydrogène vert et de ses dérivés<sup>13</sup>, tels que l'ammoniac, qui constituent un intrant important pour la grande industrie marocaine de transformation des phosphates en engrais. Mais l'hydrogène vert nécessite une eau propre et des énergies renouvelables. Il convient de noter que l'eau dessalée ne représenterait toutefois qu'une petite partie du coût de la production de l'hydrogène vert et qu'il pourrait être possible à l'avenir de produire de l'hydrogène vert en utilisant des eaux usées traitées.

Dans le cas de l'énergie comme de l'eau, d'importantes améliorations sont possibles en matière d'efficacité et de réduction des pertes tout au long des chaînes d'approvisionnement. Il conviendra de privilégier les mesures d'économie d'eau et d'énergie : l'amélioration de l'efficacité énergétique tout au long de la chaîne de valeur du secteur de l'eau et la réduction de la consommation d'eau dans le secteur de l'électricité – par exemple, en remplaçant autant que possible le refroidissement par eau par le refroidissement par air – sont autant de mesures importantes qui permettent d'accroître l'efficacité dans ces deux secteurs.

## 1.2. Impacts socioéconomiques des sécheresses

**Les performances de l'agriculture restent fortement corrélées aux régimes pluviométriques.** L'agriculture reste un secteur clé pour l'économie marocaine, car elle représente environ 13 % du PIB du Maroc, 23 % de ses exportations, et génère près de 30 % des emplois dans le pays. Si le Maroc a investi massivement dans les infrastructures de gestion de l'eau (telles que les barrages, en veillant parallèlement à la modernisation de l'irrigation) au cours des dernières décennies, la performance globale du secteur agricole demeure très vulnérable aux chocs climatiques, eu égard au fait que les zones pluviales représentent toujours près de quatre cinquièmes des surfaces cultivées totales et contribuent à plus de 40 % à la création de valeur ajoutée agricole dans les années moyennes. Il s'ensuit que les performances enregistrées dans le secteur de l'agriculture subissent de fortes variations en fonction du volume des précipitations<sup>14</sup>. Les céréales, et singulièrement le blé, se trouvent être la culture pluviale la plus importante du point de vue de la valeur et de la pertinence pour la sécurité alimentaire. Preuve de la variabilité relativement importante de la production de blé au Maroc, le coefficient de variation du rendement de cette culture a atteint 0,34 entre 2000 et 2020, contre 0,23 en Tunisie, 0,18 en Algérie et en Espagne, 0,11 en France et 0,06 Turquie (d'après des calculs fondés sur les données de FAOSTAT)<sup>15</sup>.

<sup>10</sup> La diminution de la part de l'hydroélectricité n'est pas seulement le fruit de la réduction de l'approvisionnement en eau, mais aussi le résultat du développement des centrales thermiques depuis les années 1980 et de la contrainte de gestion des barrages pour répondre à la demande d'irrigation.

<sup>11</sup> Le Plan national de l'eau 2050 prévoit des projets de dessalement d'eau de mer qui devraient produire près d'un milliard de mètres cubes par an afin de sécuriser l'approvisionnement en eau potable des grandes villes et, dans une moindre mesure, de consolider l'approvisionnement en eau de certains périmètres d'irrigation.

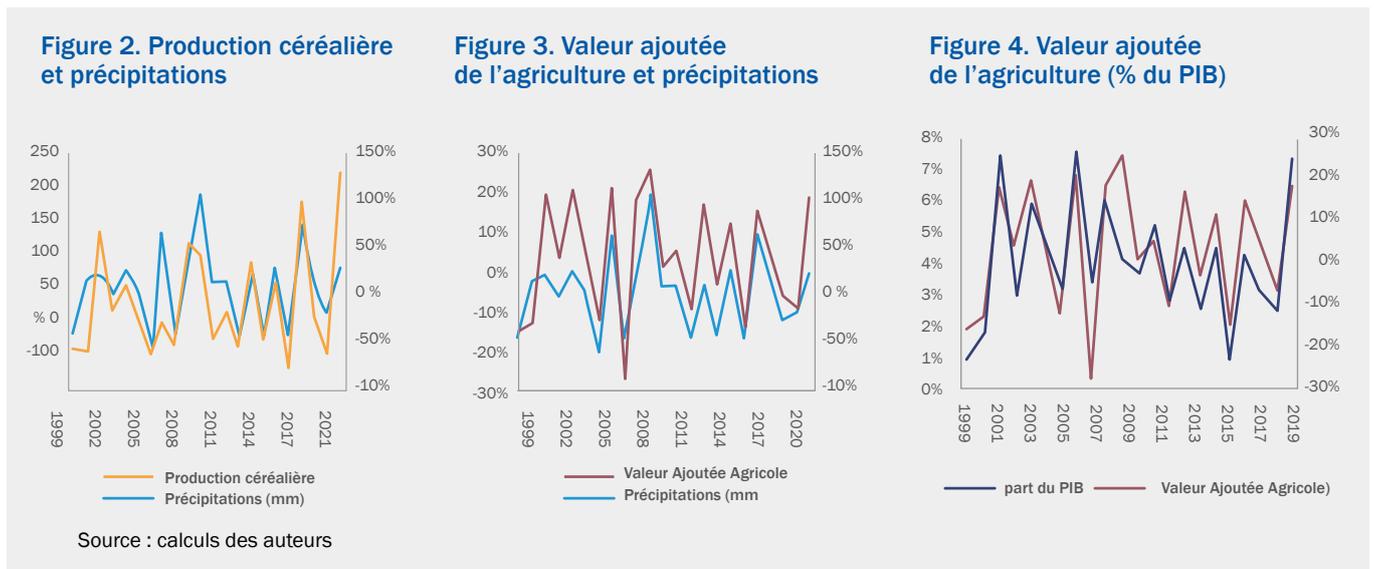
<sup>12</sup> La consommation d'énergie représente jusqu'à 60 % du coût d'exploitation des usines de dessalement.

<sup>13</sup> Le ministère chargé de l'énergie a publié une feuille de route de l'hydrogène vert en 2021.

<sup>14</sup> De telles fluctuations tiennent essentiellement au niveau et à la répartition temporelle des précipitations tout au long de la saison agricole.

<sup>15</sup> Le coefficient de variation du rendement est défini comme l'écart-type d'une spéculation agricole donnée exprimé en volumes, divisé par sa moyenne.

Les changements dans les régimes de précipitations constituent une source importante de volatilité macroéconomique au Maroc. Il existe une forte corrélation entre les variations des précipitations, la production céréalière et la création de valeur ajoutée agricole (voir Figure 2, Figure 3 et Figure 4). Par l’entremise de canaux de transmission en amont et en aval, les impacts négatifs sur le secteur agricole ont des répercussions sur d’autres pans de l’économie. Une analyse économétrique confirme que l’irrégularité des précipitations continue de représenter une source importante et persistante de volatilité macroéconomique au Maroc. En moyenne, les chocs pluviométriques expliquent près de 37 % de la variance de la production marocaine à moyen terme, comme estimé avec une décomposition de la variance des erreurs de prévision (FEVD) du modèle d’auto-régression vectorielle structurelle (SVAR) décrit dans l’Encadré 2 et dans la Figure 5.



**Encadré 2. Une analyse SVAR de l’impact des chocs pluviométriques au Maroc<sup>16</sup>**

Une analyse économétrique confirme que l’irrégularité des précipitations continue de représenter une source importante et persistante de volatilité macroéconomique au Maroc. Un modèle d’auto-régression vectorielle structurelle a été utilisé pour étudier l’effet des chocs pluviométriques sur le produit intérieur brut du Maroc. Le modèle a été estimé avec une croissance annuelle de la moyenne trimestrielle des précipitations ( $R_t$ ) et  $GDP_t$  pour la période allant du premier trimestre 2001 au quatrième trimestre 2019. Formellement, le modèle d’auto-régression vectorielle structurelle peut être représenté comme suit :

$$A_0 Y_t = A_+ X_t + \varepsilon_t \tag{1}$$

Où  $Y_t = [R_t \text{ } GDP_t]$  est le vecteur des n variables endogènes,  $X_t = [Y_{(t-1)} \dots Y_{(t-p)} \text{ } 1]$  est le vecteur des k (n x p) variables explicatives (décalées),  $\varepsilon_t$  est le vecteur des n chocs structurels avec une distribution normale  $N(0, I_n)$ .  $A_0$  et  $A_+ = [A_1 \dots A_p \text{ } C]$  sont la matrice des paramètres structurels pour  $j=0, \dots, p$ , n est le nombre de variables endogènes, p est le nombre de retards (sélectionné avec le critère d’information d’Akaike), T représente la taille de l’échantillon.

Étant donné que la condition stationnaire des variables endogènes et de la matrice  $A_0$  est inversible, une représentation en moyenne mobile a été utilisée pour expliquer le PIB (dévalorisé) en fonction des chocs structurels (ce que l’on appelle la décomposition historique) :

<sup>16</sup> Référence est faite ici à la note d’information sur l’analyse de l’impact des chocs pluviométriques au Maroc, en cours de finalisation.

$$GDP_t = \sum_{s=0}^{t-1} \theta_R^{GDP}(s) \times \varepsilon_{R,t} + \theta_{GDP}^{GDP}(s) \times \varepsilon_{GDP,t} \quad (2)$$

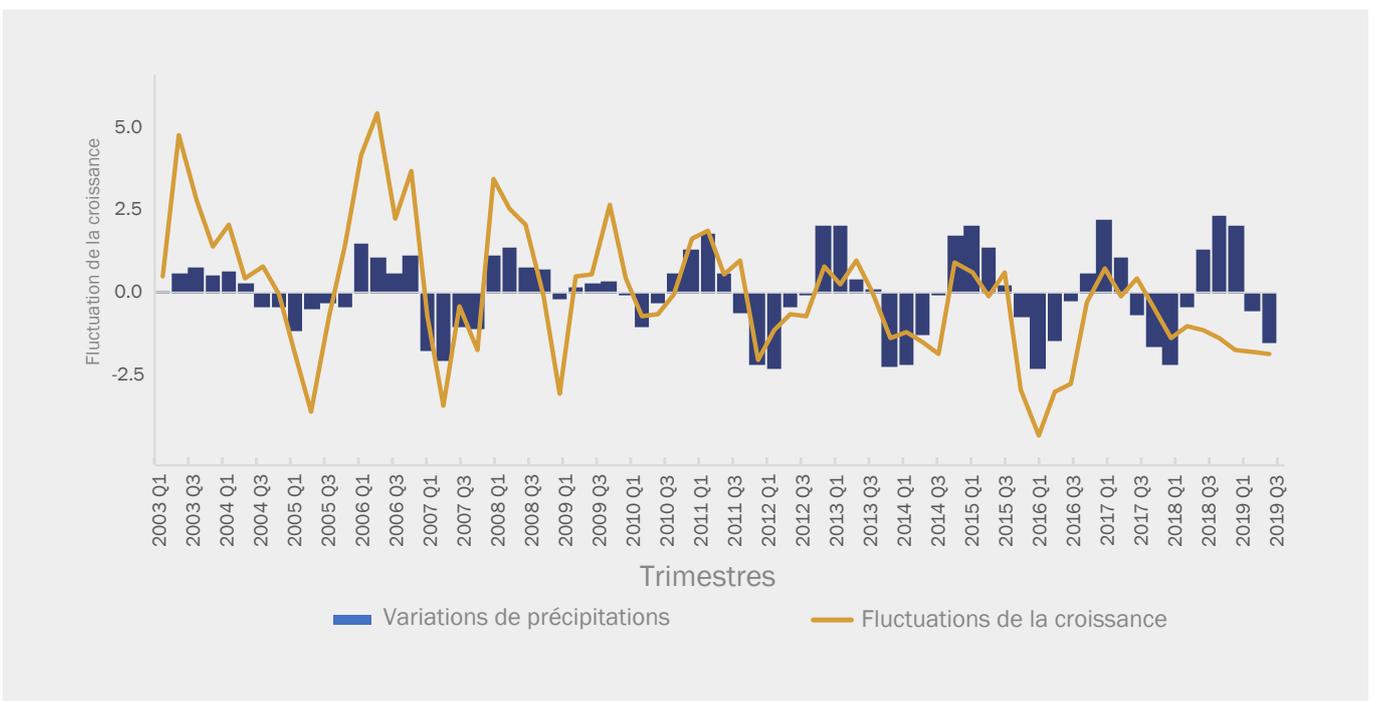
Avec l'équation (2) nous pouvons (historiquement) décomposer les fluctuations de la croissance annuelle du PIB entre les chocs des précipitations  $\varepsilon_{R,t}$  et du produit  $\varepsilon_{GDP,t}$ , où  $\theta_j^i(s)$  représente la réponse de la variable endogène en position  $i$  au choc structurel en position  $j$  au temps  $s$  (fonction de réponse impulsionnelle).

La décomposition de la variance des erreurs de prévision a été utilisée pour déterminer la participation des chocs de précipitation aux fluctuations du PIB. Pour y parvenir, nous avons estimé l'effet cumulatif au carré des précipitations sur le PIB (fonction de réponse impulsionnelle au carré) jusqu'à l'horizon  $h$ . En outre, nous avons obtenu la matrice de covariance des erreurs de prévision (erreur de prévision au carré minimale) à l'horizon  $h$ , qui est la somme de la contribution des chocs des précipitations et des produits. Formellement, le FEVD peut être exprimé comme suit :

$$FEVD_{GDP,R,h} = \frac{\sum_{s=0}^{h-1} (\theta_R^{GDP}(s))^2}{[\sum_{s=0}^{h-1} (\theta_R^{GDP}(s))^2] + [\sum_{s=0}^{h-1} (\theta_{GDP}^{GDP}(s))^2]} \quad (3)$$

Sur le moyen terme en moyenne, les chocs pluviométriques expliquent près de 37% de la variance de l'erreur de prévision du PIB du Maroc, ce qui est sensiblement plus élevé que le poids de la valeur ajoutée agricole sur le PIB (autour de 13 % en moyenne sur la dernière décennie). La figure 5 illustre le poids des chocs pluviométriques en tant que moteur des fluctuations de la croissance trimestrielle du PIB au cours des dernières décennies.

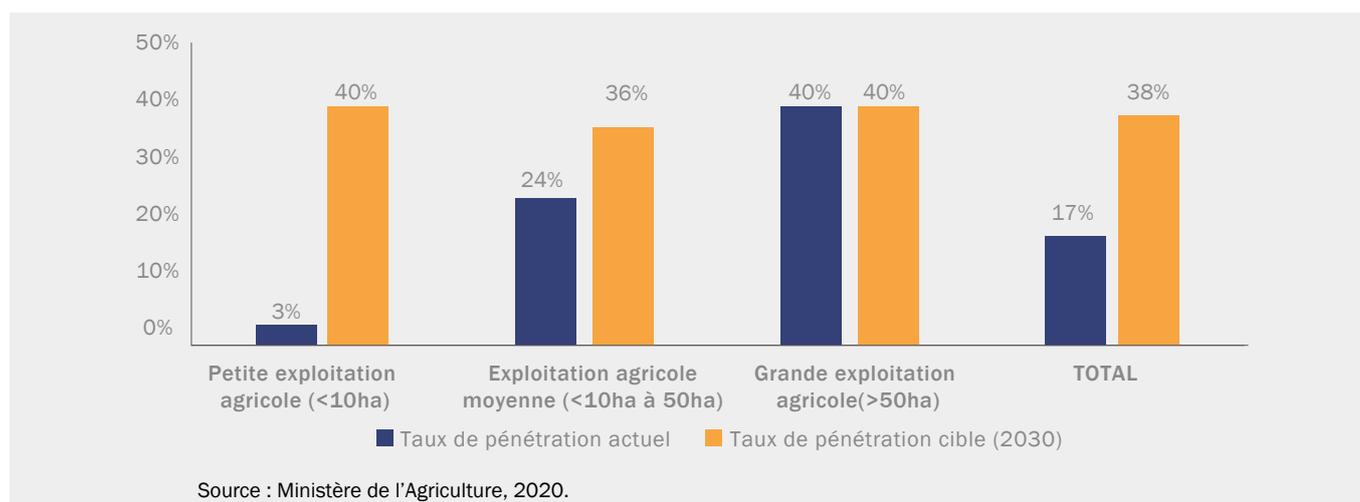
Figure 5. Décomposition historique de la variation annuelle du PIB (SVAR)



**Les sécheresses accentuent la vulnérabilité en zone rurale, avec des conséquences sociales importantes.** Étant donné que près de 79 % des personnes pauvres vivent en zone rurale, il est indéniable que la pauvreté reste largement rurale au Maroc. Les moyens de subsistance en milieu rural sont intrinsèquement liés à l'agriculture<sup>17</sup>, avec une grande majorité de la population rurale qui continue de tirer ses revenus et son alimentation de l'agriculture. L'incidence, la gravité et la durée croissantes des sécheresses au Maroc sont devenues un facteur majeur de vulnérabilité en zone rurale,<sup>18</sup> avec des risques de pertes de revenus, d'épuisement des actifs, de malnutrition et de migration éventuelle. Si le Maroc a réalisé des progrès en ce qui concerne le taux de pénétration de l'assurance agricole, on doit reconnaître que ce taux reste faible, car 17 % seulement des zones agricoles sont assurées contre les risques climatiques et l'accès est toujours limité pour les petits agriculteurs (sous la barre de 3 %). L'augmentation du taux de pénétration de l'assurance agricole, en particulier la couverture des petits agriculteurs qui sont les plus vulnérables aux chocs (et les moins équipés pour s'en relever rapidement), constitue une priorité majeure dans le cadre de la nouvelle stratégie Génération verte (voir Figure 6).

**Les épisodes de sécheresse créent une dépendance à l'égard des importations de céréales, menaçant d'entraver la sécurité alimentaire nationale.** Le Maroc est un importateur net de produits céréaliers tels que le blé et l'orge. Pendant les années plus sèches, les importations de céréales augmentent drastiquement pour pallier le déficit de production nationale. Par exemple, lorsque la production de blé du Maroc a périclité pour s'établir à 2,7 millions de tonnes en 2016, alors qu'elle était de 8,1 millions de tonnes en 2015, les importations de blé du pays ont doublé pour atteindre 6,3 millions de tonnes en 2016, alors qu'elles se situaient à 3,2 millions de tonnes en 2015 (voir Figure 7)<sup>19</sup>. La production et les importations d'orge au Maroc présentent une tendance similaire, mais dans une moindre mesure, (voir Figure 8). Même les produits de l'agriculture irriguée peuvent subir les contrecoups des mauvaises conditions météorologiques, comme c'est le cas pour les agrumes. Si les exportations d'agrumes ont été fortement corrélées à l'expansion de l'irrigation, elles peuvent toujours être minées par des phénomènes climatiques extrêmes. Les températures élevées affectent le moment de la floraison et de la maturation des agrumes, ainsi que d'autres paramètres. Ces changements réduisent les rendements régionaux et modifient le calendrier des récoltes. Il s'ensuit que les transformateurs d'agrumes pâtissent d'une quantité et d'une qualité de fruits peu fiables, ce qui réduit leur capacité à tenir leurs engagements en matière d'exportation.

**Figure 6. Taux de pénétration de l'assurance multirisque climatique pour les grandes cultures (actuel et cible d'ici aux années 2030)**

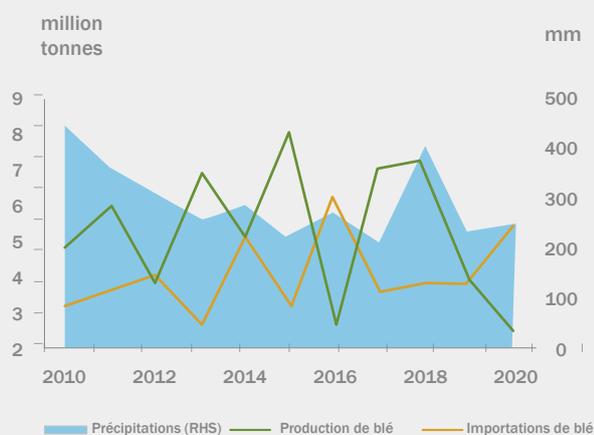


<sup>17</sup> Plus de 80 % de la population rurale travaille dans le secteur de l'agriculture, et environ 70 % des exploitations marocaines s'étendent sur moins de cinq hectares.

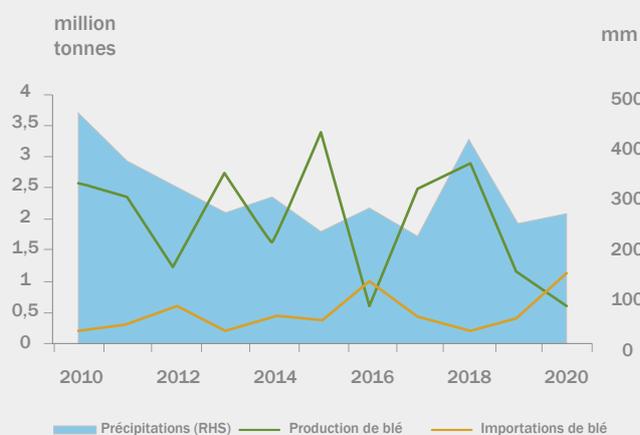
<sup>18</sup> Les femmes et les jeunes sont particulièrement exposés. Environ 73 % du travail des femmes dans le secteur primaire n'est pas rémunéré, une proportion encore plus élevée que le taux de 60 % de travail non rémunéré chez les jeunes.

<sup>19</sup> Une étude approfondie évaluant le rapport entre la production céréalière et les sécheresses au Maroc a révélé que les conditions de végétation et de superficie des terres en mars et en avril influent très fortement sur le rendement, tandis qu'une condition de température est liée au stade de développement des cultures en janvier et en février.

**Figure 7. Production, importations de blé au Maroc et précipitations**



**Figure 8. Production, importations d'orge au Maroc et précipitations**



Source : FAOSTAT.

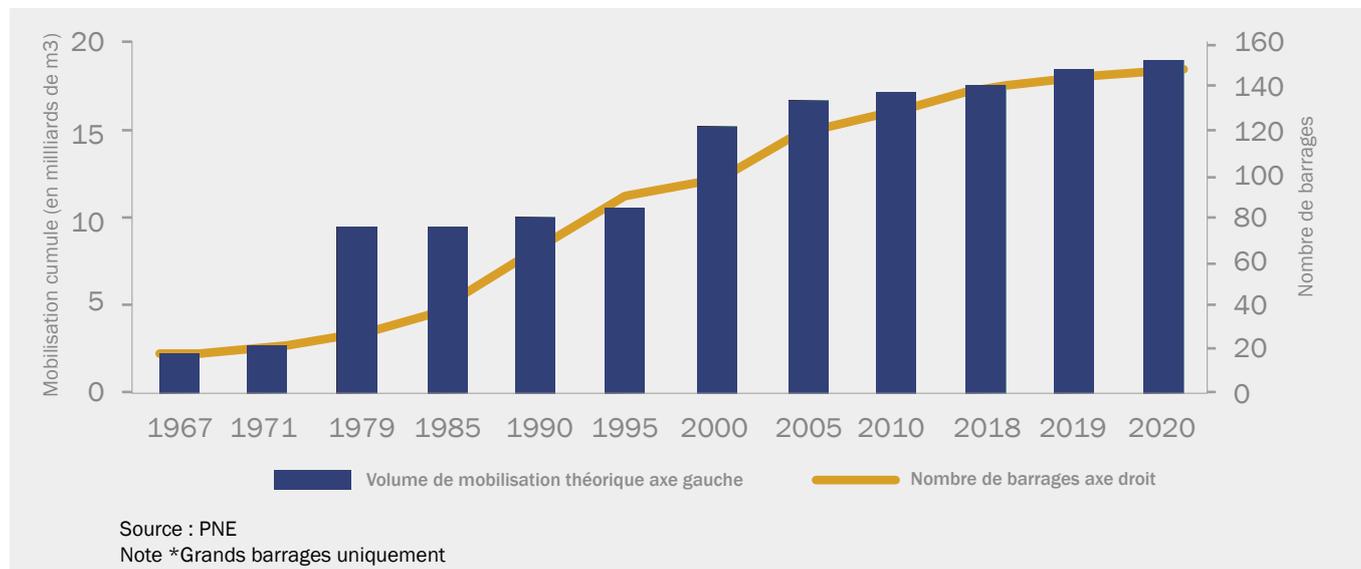
### 1.3. Efforts réalisés pour lutter contre la pénurie d'eau :

Le Maroc a déployé de nombreuses infrastructures à grande échelle (notamment des barrages et des interconnexions hydrauliques) afin de décupler sa capacité totale de mobilisation de l'eau. En 1967, Sa Majesté le Roi Hassan II a lancé un ambitieux programme de construction de barrages. Depuis lors et jusqu'en 2020, le nombre de grands barrages est passé de 20 à 146, et la capacité totale de mobilisation a quasiment été décuplée de 2 à 19,1 milliards de m<sup>3</sup> (voir Figure 9). Le Maroc a également créé 15 interconnexions entre bassins hydrologiques (couvrant environ 785 kilomètres) pour répondre aux besoins en eau potable et en irrigation, principalement à Casablanca, Doukkala, Haouz, Marrakech et Nador.

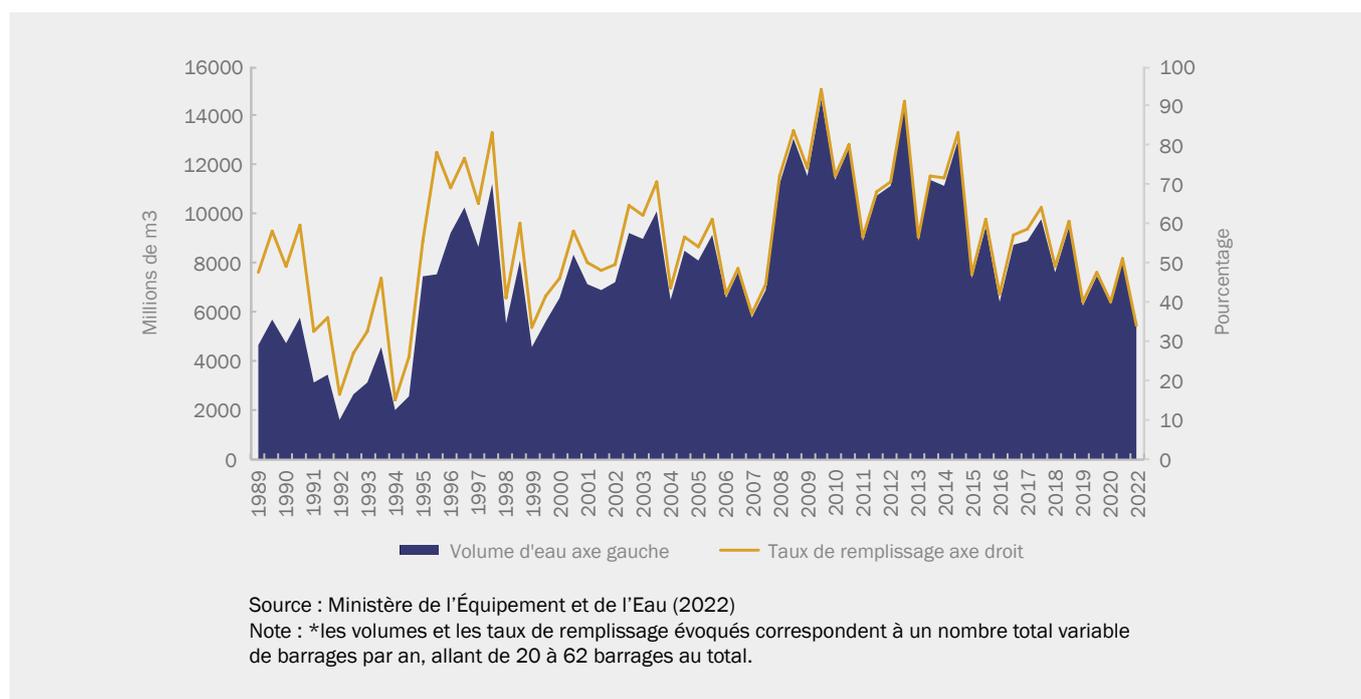
Mais, avec le temps, les grands barrages sont devenus moins efficaces dans la mobilisation des ressources en eau. La variabilité et la baisse du niveau des précipitations ont entraîné une diminution du volume d'eau réel dans les réservoirs au cours de la dernière décennie (voir Figure 10). À cela s'ajoute une perte de volume due à un grave problème d'envasement causé par l'érosion du bassin versant amont, et estimée à environ 100 mégatonnes par an (dont environ 60 % se déposent dans les réservoirs). Il existe des données importantes caractérisant le défi lié à l'envasement des barrages : i) près de 20 réservoirs ou grands barrages seront complètement envasés d'ici à 2040 ; ii) près de la moitié des réservoirs de barrage auront perdu à peu près 50 % de leur capacité en 2050 ; et iii) la quasi-totalité des petits barrages construits seront probablement envasés d'ici à 2040. Par ailleurs, la variabilité et le déclin des précipitations ont compromis l'efficacité des grands barrages, le volume d'eau réel dans les réservoirs ayant une tendance baissière sur la dernière décennie (voir Figure 10). Vers la fin du mois de février 2022, au milieu d'une nouvelle sécheresse sévère, le taux de remplissage global des principaux barrages a atteint un niveau historiquement bas de 32,8 % de la capacité totale, avec certains barrages à moins de 10 % de leur capacité.

<sup>20</sup> Étude de la JICA sur la sédimentation des barrages au Maroc, présentée lors d'un atelier en novembre 2021.

**Figure 9. Évolution de la capacité de mobilisation en eau et du nombre de barrages\* au Maroc au cours des 50 dernières années**



**Figure 10. Volume d'eau enregistré des principaux barrages\* au Maroc au cours des 30 dernières années**

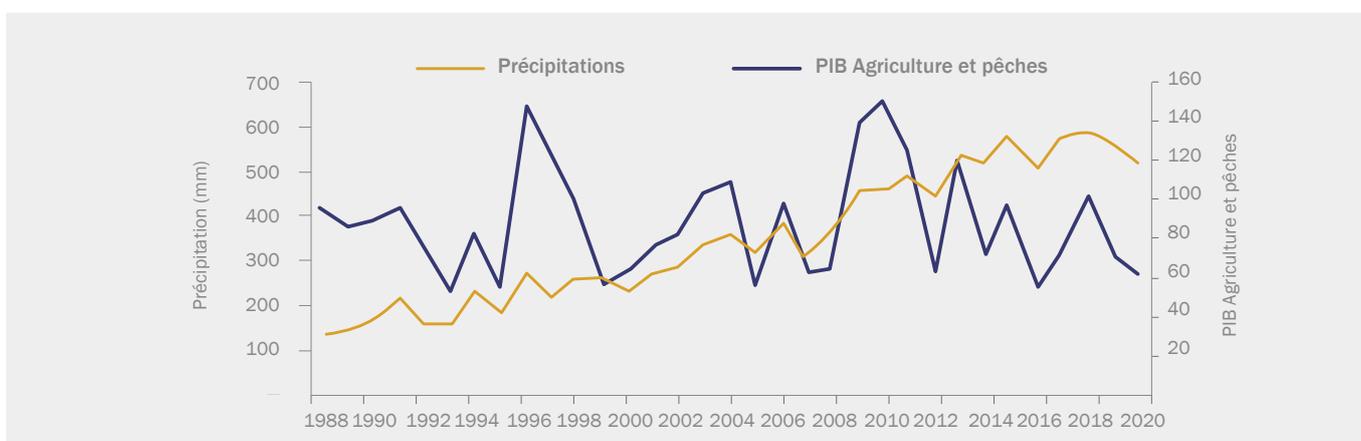


**En outre, le Maroc a réalisé des avancées notables vers une meilleure productivité de l'eau dans le secteur agricole, de loin le secteur le plus consommateur d'eau dans le pays.** Les avancées enregistrées ont été possibles grâce à la modernisation du système d'irrigation, y compris les équipements au niveau de l'exploitation agricole (par l'entremise du Programme National d'Économie d'Eau en Irrigation ou PNEEI, dans le cadre du Plan Maroc Vert ou PMV) soutenu par un taux élevé de subventions accordées au titre du Fonds de Développement Agricole (ou FDA). Après 12 ans de mise en œuvre, de multiples résultats positifs sont ressortis du PNEEI<sup>21</sup> : les surfaces irriguées au

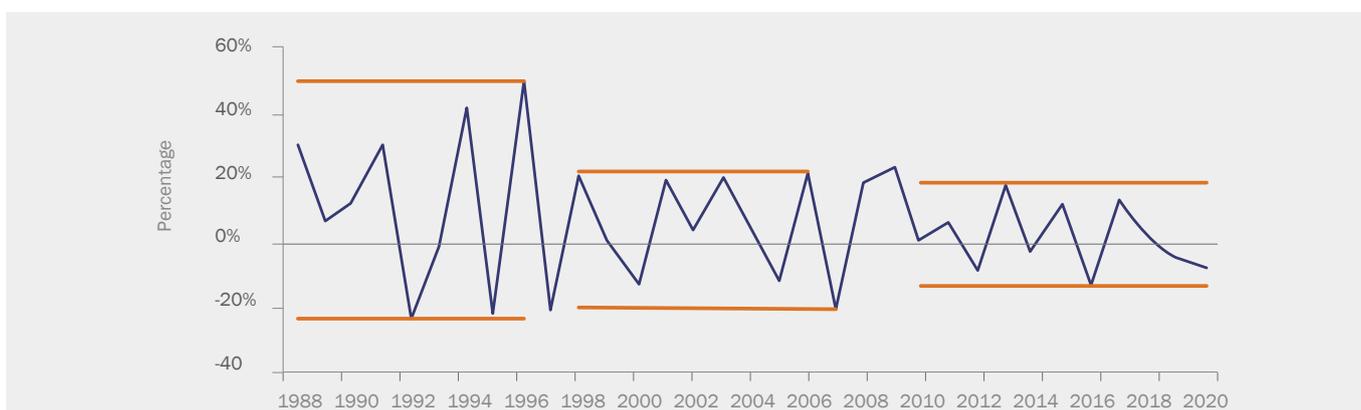
<sup>21</sup> Banque mondiale. 2020. « Morocco: Green Generation Program-for-Results. » Document d'évaluation du projet, Banque mondiale, Washington, DC.

goutte-à-goutte ont été multipliées par 3,5 grâce au PMV avec 560 000 hectares supplémentaires (près de 37% de la surface irriguée totale)<sup>22</sup>, atteignant ainsi une surface totale de terres irriguées couvrant environ 1,7 million d'hectares en 2021.<sup>23</sup> Avec un investissement cumulé consenti dans le cadre du PMV à hauteur de 10 milliards de dollars sur la période 2008-2018 (à 40 % des fonds publics, le reste provenant du secteur privé, agriculteurs compris), le PMV a obtenu des résultats tangibles, notamment : i) le doublement de la productivité de l'eau (passée de 0,25-0,5 dollar/m<sup>3</sup> à 0,5-1,0 dollar/m<sup>3</sup>) ; ii) un quasi-doublement de la valeur ajoutée agricole en termes réels (passée de 65 milliards de dollars environ à 125 milliards de dollars grâce à une réorientation vers des cultures à plus forte valeur ajoutée (voir Figure 11) ; iii) une diminution de la volatilité de la croissance du secteur agricole (voir Figure 12) ; et iv) globalement, une augmentation notable du revenu des agriculteurs (dans une fourchette comprise entre 40 % et 100 %).<sup>24</sup> Si elles ne représentent que 20 % des terres agricoles, les zones irriguées contribuent à plus de la moitié de la valeur ajoutée agricole totale.<sup>25</sup> La valeur ajoutée des zones agricoles est près de quatre fois supérieure à celle des zones pluviales pour une année de pluviométrie moyenne et peut dépasser 70 % lors d'une année sèche.<sup>26</sup> Voir à cet effet le tableau 1.

**Figure 11. Tendence de la valeur ajoutée agricole et des précipitations sur la période 1998-2018**



**Figure 12. Évolution de la variabilité de la croissance agricole sur la période 1998-2018**



Source: Données du Ministère de l'Economie et des Finances et du Haut Commissariat au Plan HCP (2019); Revue du Secteur Agricole, Banque mondiale et World Bank Ag Sector Review (2020). Données du Ministère de l'Agriculture (2021)

<sup>22</sup> Bilan Plan Maroc Vert (2008-2018) – MAPMDREF.

<sup>23</sup> L'adoption de technologies modernes au niveau de l'exploitation agricole (principalement des systèmes de goutte à goutte) a été un succès pour des agriculteurs individuels, avec l'équipement de 395 000 hectares (117 % de l'objectif) ; l'adoption a été plus lente pour les 70 000 petits agriculteurs ciblés par des programmes collectifs.

<sup>24</sup> D'après les rapports de clôture des projets exécutés par le Groupe de la Banque mondiale et par la BAD, ainsi que les résultats du système de suivi-évaluation du projet PMGI.

<sup>25</sup> La valeur ajoutée de l'agriculture irriguée peut dépasser 70 % de la valeur ajoutée agricole totale au cours d'une année sèche. Source : Matrice de comptabilité sociale, 2020.

<sup>26</sup> Source : calculs effectués par les services de la Banque mondiale à partir de la matrice de comptabilité sociale, 2020.

**Tableau 1. Part des zones irriguées et pluviales à la surface cultivée et à la valeur ajoutée agricole**

	Irriguées		Pluviales		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%
Surfaces cultivées	1 728 330	20 %	7 034 464	80 %	8 762 794	100,0
Valeur ajoutée	Millions de MAD	%	Millions de MAD	%	Millions de MAD	%
	45 632	53 %	40 421	47 %	86 054	100

Source : calculs effectués par les services de la Banque mondiale à partir de la matrice de comptabilité sociale, 2020.

**Malgré ses résultats positifs, le Plan Maroc Vert n'a pas réussi à réduire la pression sur les ressources en eau.** La conversion vers des systèmes d'irrigation modernes n'a pas permis de réduire la consommation d'eau d'irrigation au niveau des exploitations. Ceci s'explique par le fait que, lorsqu'aucune contrainte concernant l'utilisation de l'eau ne leur est imposée, les agriculteurs équipés de système d'irrigation au goutte-à-goutte ont tendance à intensifier leur production par une réorientation vers des cultures à plus forte valeur ajoutée, qui consomment plus d'eau. Ce phénomène, baptisé « le paradoxe de Jevons »<sup>27</sup>, se traduit par une pression importante sur les ressources en eau souterraine qui sont aujourd'hui surexploitées, les prélèvements dépassant de 28 % le niveau de renouvellement de la ressource. De plus, les tarifs de l'eau ont été maintenus artificiellement bas et ne tiennent pas compte de la rareté croissante de la ressource, ce qui, conjugué à un approvisionnement en eau sans contrainte, peut conduire à des comportements de surconsommation (voir Encadré 3).

### Encadré 3. Tarifs de l'eau dans l'agriculture irriguée

La tarification de l'eau dans le domaine de l'agriculture irriguée se compose ainsi qu'il suit : i) redevance d'utilisation de l'eau ou redevance du domaine public hydraulique (DPH)<sup>28</sup>; et ii) redevance de prestation de services (ou d'irrigation). Ces deux types de redevances ont des fonctions et objectifs différents.

**La redevance DPH représente le prix du prélèvement de l'eau.** Elle vise à contribuer aux coûts opérationnels des Agences de bassin hydraulique (ABH), pour qu'elles puissent exercer leurs fonctions (notamment celle de police de l'eau), ainsi qu'aux coûts d'exploitation et de maintenance des barrages et autres actifs hydrauliques sous la responsabilité des ABH. Elle est actuellement fixée à un niveau très bas (0,02 MAD/m<sup>3</sup>) et est censée être payée par tous les usagers de l'eau. Cependant, le niveau de collecte réel ne représente qu'une infime partie des recettes potentielles. Entre 2012 et 2017, les redevances collectées auprès des usagers ont fluctué entre 26 et 40 millions de dirhams par an, alors que leur montant potentiel, si tous les besoins d'irrigation étaient satisfaits, s'élève à 280 millions de dirhams par an<sup>29</sup>. Le montant perçu provient principalement des grands périmètres d'irrigation<sup>30</sup>. La redevance DPH n'est pas perçue pour les systèmes d'irrigation de petite échelle (environ 19 % des surfaces irriguées), ni pour l'irrigation privée, qui représente plus de 45 % des surfaces irriguées et utilise principalement des eaux souterraines ou fluviales de ruissellement. Cette situation laisse l'ABH avec des ressources très limitées qui ne lui permettent pas de remplir son mandat, notamment son rôle de police de l'eau.

<sup>27</sup> Le paradoxe de Jevons renvoie à des situations où le progrès technologique ou la politique gouvernementale augmente l'efficacité de l'utilisation d'une ressource (en réduisant la quantité nécessaire pour une utilisation donnée), mais où le taux de consommation de cette ressource augmente en raison d'une demande croissante et d'une offre sans contrainte.

<sup>28</sup> Redevances pour utilisation de l'eau du Domaine public hydraulique (DPH).

<sup>29</sup> Si l'on considère le volume total moyen d'eau alloué à l'irrigation par an (14 milliards de m<sup>3</sup>) avec une redevance de 0,02 MAD/m<sup>3</sup>.

<sup>30</sup> Les ORMVA (Offices régionaux pour la valorisation agricole) collectant ces redevances pour le compte de l'ABH.

**La redevance de prestation de services (ou redevance d'irrigation) a un objectif très différent et couvre les services d'irrigation fournis aux usagers.** Le Maroc a progressivement mis en place un système de redevance de prestation de service, permettant une meilleure couverture des coûts du service de l'eau d'irrigation en comparaison à d'autres grands pays d'irrigation. La redevance d'irrigation a pour but de couvrir les coûts d'exploitation, de maintenance et d'amortissement des systèmes d'irrigation collectifs. Par définition, elle s'applique aux grands périmètres d'irrigation et à l'irrigation à petite échelle, mais pas à l'irrigation privée (qui utilise des systèmes individuels). L'irrigation à petite échelle, qui utilise généralement des systèmes d'irrigation traditionnels, est assujettie à des redevances peu élevées payées par les agriculteurs aux associations d'usagers de l'eau. Au contraire, les grands périmètres d'irrigation ont mis en place des systèmes de tarification de l'eau qui visent à refléter la qualité et les coûts des services selon les schémas : ainsi, les montants des redevances sont très variables (entre 0,24 et 0,77 MAD/m<sup>3</sup> dans les GPI gérés par les ORMVA, et entre 1,5 à 5,5 MAD/m<sup>3</sup> dans les schémas de partenariat public-privé [PPP])<sup>31</sup>. Le taux de recouvrement est élevé pour la plupart des grands périmètres d'irrigation (de l'ordre de 80 à 95 %)<sup>32</sup>. Il convient toutefois de noter la corrélation existant entre la volonté de payer ces redevances et la qualité des services fournis.

Il convient aussi de noter que les tarifs de l'eau ne reflètent pas le niveau élevé des investissements publics dans l'irrigation (CAPEX), qu'il s'agisse des grandes infrastructures hydrauliques ou des subventions à la modernisation des équipements d'irrigation au niveau des exploitations (soutenues à hauteur de 80 à 100 % par les subventions de l'Office national des forêts).

**La fréquence et l'incidence croissantes des épisodes de sécheresse ont également conduit à des mesures de rationnement de l'eau dans certains périmètres d'irrigation.** Le Maroc a établi un principe directeur en vertu duquel la demande en eau pour tous les secteurs, à l'exception de l'agriculture, serait systématiquement satisfaite (et la demande en eau pour l'irrigation serait ajustée en fonction de la disponibilité de l'eau). En conséquence, certains systèmes collectifs (par exemple, à Oum Errabia, Moulouya, Souss-Massa ou Tensift) ont été soumis à un rationnement sévère de l'eau au cours des dernières années<sup>33</sup>, avec des impacts immédiats sur les revenus des agriculteurs. Cette situation alimente un cercle vicieux, car elle réduit la volonté des usagers de payer la redevance de prestation de services, ce qui a pour effet de dégrader encore davantage la qualité du service.

<sup>31</sup> Le Maroc a été un des pays pionniers à mettre en place des PPPs dans le secteur de l'irrigation (i.e. Guerdane, Choutka,...).

<sup>32</sup> Ce chiffre est basé sur une enquête de 2014 (qui est la dernière donnée officielle) ; il est très probable que le taux de collecte serait aujourd'hui plus faible compte tenu des restrictions appliquées en termes d'allocation d'eau ces dernières années.

<sup>33</sup> En 2022, la ressource en eau n'a pas été attribuée à certains périmètres d'irrigation.

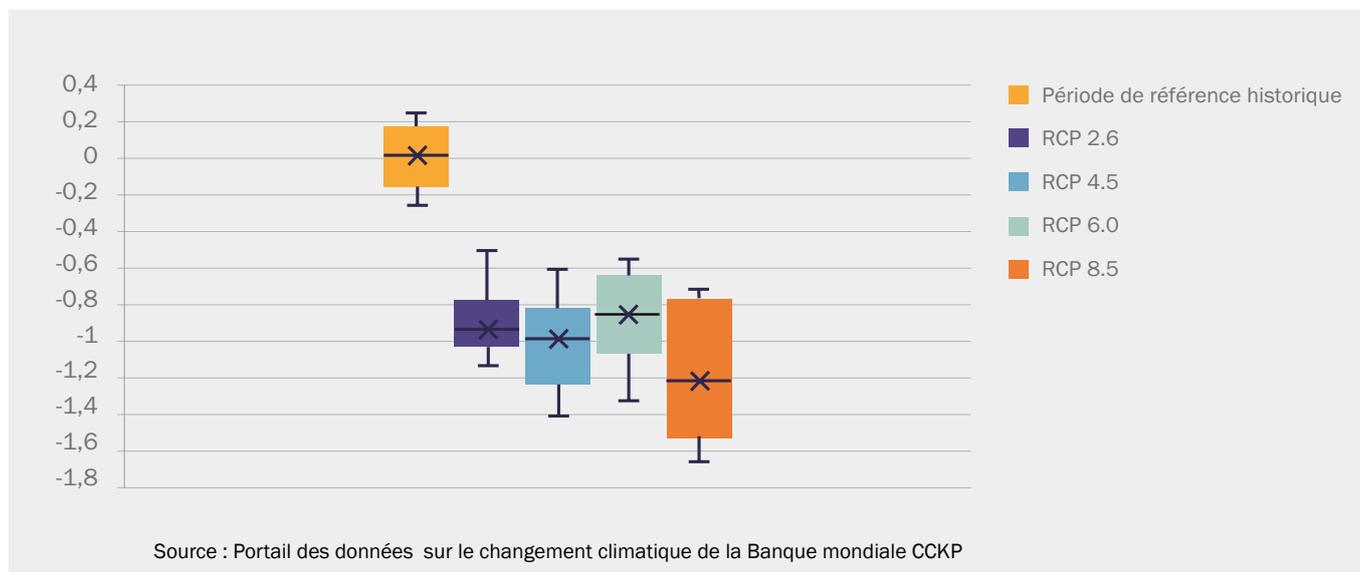
# Pénurie d'eau et sécheresses : une menace majeure pour le développement du Maroc

## 2.1. Une tension croissante entre l'offre et la demande en eau

**La demande en eau devrait croître dans tous les secteurs.** La demande en eau devrait passer de 16,2 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2020 à 18,6 milliards de m<sup>3</sup>/an d'ici à 2050. L'agriculture resterait le plus gros consommateur de ressources en eau avec plus de 16 milliards de m<sup>3</sup> d'ici aux années 2050 (soit une augmentation de 10 % par rapport à 2020). La demande en eau des ménages urbains et ruraux devrait augmenter de 50 % (de 1,1 à 1,7 milliard de m<sup>3</sup>/an) et de 20 % (de 320 millions de m<sup>3</sup>/an à 390 millions de m<sup>3</sup>/an), respectivement, sur la même période. D'autres secteurs devraient également connaître une hausse notable de la demande, notamment le tourisme avec une multiplication par 5 (de 33 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2020 à 106 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2050) et l'industrie (hors industrie des phosphates) avec une multiplication par 2,4 (de 64 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2020 à 156 milliards de m<sup>3</sup>/an)<sup>34</sup>.

**Les ressources en eau devraient diminuer au cours des prochaines décennies.** Les précipitations devraient diminuer avec le changement climatique, eu égard à l'augmentation des périodes arides et des conditions de sécheresse. En outre, les projections indiquent que les précipitations hivernales seront réduites et que la disponibilité en eau pour l'irrigation à partir des cours d'eau de montagne et des réservoirs de plus en plus contrainte, avec de graves pénuries d'eau pour les régions arides du sud. Dans tous les scénarios climatiques, le Maroc devrait donc connaître des conditions de sécheresse importantes voire extrêmes, auxquelles viendra se greffer une pression accrue et prolongée sur les ressources en eau d'ici le milieu du siècle. D'ici la fin du siècle, il est probable que le Royaume connaisse de graves conditions de sécheresse et de pénurie d'eau (voir Figure 13 sur l'indice de précipitations et d'évapotranspiration normalisé (SPEI))<sup>35</sup>. Les tendances au réchauffement et à l'assèchement devraient s'aggraver au cours de la seconde moitié du siècle.

Figure 13. Déficit en eau: tendances annuelles historiques et projections à 2050

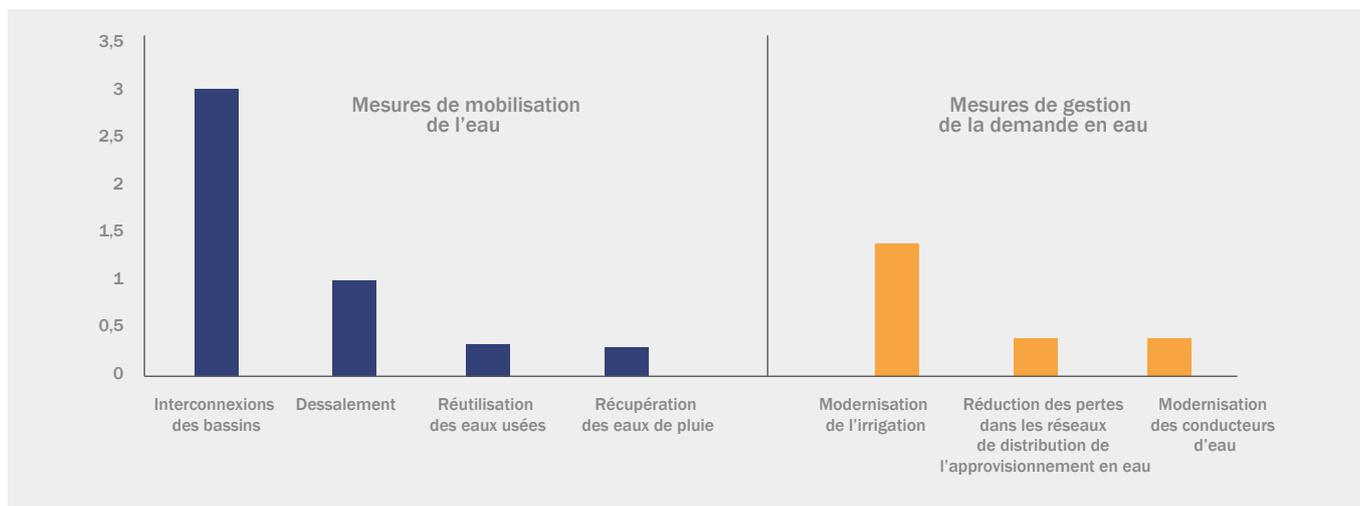


<sup>34</sup> La consommation de l'industrie des phosphates devrait rester pratiquement inchangée, passant de 115 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2020 à 128 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2050.

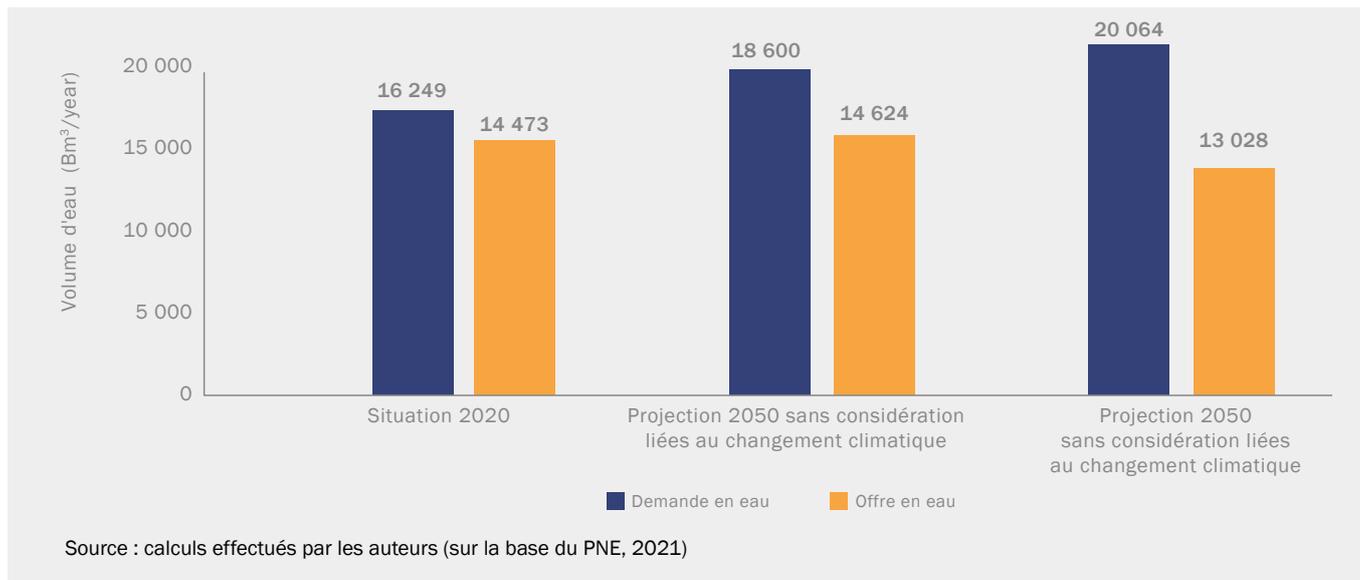
<sup>35</sup> L'indice de précipitations et d'évapotranspiration normalisé est un indice qui représente la mesure du déficit en eau donné dans un endroit spécifique, en tenant compte des contributions de l'évapotranspiration dépendant de la température et en donnant un aperçu de la pression croissante ou décroissante sur les ressources en eau.

**La tension entre l'offre et la demande en eau devrait encore s'aggraver.** L'écart entre l'offre et la demande en eau est actuellement estimé à 1,8 milliard de m<sup>3</sup>/an à l'échelon national<sup>36</sup>, avec des déficits structurels enregistrés dans les bassins du Souss-Massa, du Tensift et de la Moulouya. Comme cela est mentionné ci-dessus, cet écart est géré par un système de rationnement de l'eau dans les périmètres d'irrigation. Ce déficit devrait se creuser au regard des tendances de la demande en eau présentées au paragraphe précédent (18,6 milliards de m<sup>3</sup>/an) et l'on peut prédire la variation de l'offre en eau mobilisée en tenant compte de l'envasement des barrages et de la mise en service des barrages en cours de construction (14,6 milliards de m<sup>3</sup>/an), ce qui porterait le déficit en eau à 4 milliards de m<sup>3</sup>/an d'ici aux années 2050. Le déficit en eau pourrait encore se creuser si l'on tient compte des impacts du changement climatique, à savoir une hausse de 10 % de la demande du secteur agricole (portant la demande totale à 20 milliards de m<sup>3</sup>/an) et une baisse des précipitations et des ressources en eau souterraine. Dans ces conditions (ce qui porte le total des eaux mobilisées à un volume faible de 13 milliards de m<sup>3</sup>/an), le déficit en eau pourrait atteindre 7 milliards de m<sup>3</sup>/an. Voir Figure 14 et Figure 15.

**Figure 14. Mesures de mobilisation de l'eau et de gestion de la demande en eau prévues dans le cadre du PNE 2050**



**Figure 15. Déficit en eau projeté sur la période 2020-2050 (avec et sans considérations climatiques)**



<sup>36</sup> La demande totale en eau et l'offre en eau du PNE s'élèvent à 16,249 milliards de m<sup>3</sup>/an et 14,473 milliards de m<sup>3</sup>/an, respectivement, en 2020.

## 2.2. Impacts prévus de la pénurie d'eau et des sécheresses

La pénurie d'eau pourrait influencer sur la quasi-totalité des aspects du développement socioéconomique futur du Maroc. Le Maroc pourrait atteindre le seuil absolu de pénurie d'eau de 500 m<sup>3</sup> par personne et par an avant la fin de cette décennie. Cependant, le développement du pays est gourmand en eau, avec une augmentation de la consommation d'eau dans tous les secteurs (eau potable, agriculture, industrie, tourisme). La section ci-dessous met en lumière les impacts à multiples facettes de la pénurie d'eau et leur effet "boule de neige" sur l'ensemble de l'économie, en examinant différentes dimensions telles que la croissance, les emplois, le commerce et la migration intérieure.

Une récente analyse effectuée par la Banque mondiale sur la pénurie d'eau au Maroc<sup>37</sup> a mis en exergue les nombreux effets d'entraînement que la pénurie d'eau et le changement climatique pourraient avoir sur l'économie du pays. En 2020, la Banque mondiale a effectué une évaluation pour examiner les impacts de la pénurie d'eau et du changement climatique au Maroc en utilisant le modèle d'équilibre général calculable (EGC) mis au point par le Global Trade Analysis Project (GTAP), également connu sous la dénomination de GTAP-BIO-Water. Un large ensemble de scénarios a été développé afin de quantifier les impacts futurs de différents paramètres, notamment les variations de la disponibilité de l'eau, les variations des rendements des cultures dus au changement climatique, mais aussi les impacts des investissements dans l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (voir Encadré 4.).

### Encadré 4. Modélisation de l'impact de la pénurie d'eau sur l'économie – Modèle GTAP-BIO-Water

#### Principales caractéristiques du modèle GTAP-Bio-Water

Le modèle GTAP-BIO-Water est un modèle d'équilibre général calculable qui saisit les impacts à l'échelle de l'économie, notamment les variations de prix, de quantités et de revenus engendrés par les fluctuations des biens et services utilisant l'eau comme intrant. La principale caractéristique du modèle est que les informations sur les performances économiques sont désagrégées en isolant le rôle de l'eau en tant que facteur de production. Ainsi, le modèle intègre l'eau dans la fonction de production de toutes les activités économiques, y compris les cultures, le bétail, les industries et les services publics. Contrairement aux autres modèles EGC globaux existants, ce modèle fait la distinction entre cultures pluviales et cultures irriguées.

Le modèle EGC fournit des projections des impacts des variations des intrants (eau disponible, conditions climatiques, allocations entre les secteurs), et aide à mieux comprendre la nature et l'ampleur des changements et comment les politiques alternatives accentuent ou atténuent les effets négatifs. Puisque les modèles EGC font ressortir les liens qui existent entre les marchés de facteurs et de produits dans une économie, on peut donc affirmer que ces modèles sont utiles pour capturer les effets qui pourraient se propager dans l'économie.

Le modèle GTAP-BIO-Water a été utilisé pour simuler les impacts des scénarios présentés ci-après :

**Première série de simulations :** réduction de l'approvisionnement en eau de 10 à 25 %, avec des intervalles de 5 % (simulations S1 à S4).

**Deuxième série de simulations :** réduction de l'approvisionnement en eau de 10 à 25 %, avec des intervalles de 5 %, plus les changements de rendement induits par le changement climatique (simulations SC1 à SC4).

**Troisième série de simulations :** réduction de l'approvisionnement en eau de 10 à 25 %, avec des intervalles de 5 %, plus les changements de rendement induits par le changement climatique ; et une amélioration de 20 % de la productivité de l'eau utilisée dans les cultures irriguées<sup>38</sup> (SC1-W20 à SC4-W20).

**Quatrième série de simulations :** réduction de la pénurie d'eau de 10 à 25 % avec des intervalles de 5 %, plus les changements de rendement induits par le changement climatique et une amélioration de 10 % de la

<sup>37</sup> Taheripour and al 2020. "Water Scarcity in Morocco: Analysis of Key Water Challenges."

<sup>38</sup> L'évaluation a examiné dans quelle mesure les améliorations de l'efficacité de l'utilisation de l'eau pourraient atténuer les effets négatifs de la pénurie d'eau, en utilisant l'objectif de 20 % fixé dans le Programme national d'économie d'eau en irrigation (PNEEI).

productivité de l'eau utilisée dans les cultures irriguées (SC1-W10 à SC4-W10).

**Cinquième série de simulations** : amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau de 5 à 20 %, avec des intervalles de 5 %, pour estimer l'effet de rebond<sup>39</sup> (simulations R1 à R4 sans considérations climatiques et simulations RC1 et RC4 avec considérations climatiques ).

Les simulations de 1 à 5 utilisent des élasticités de substitution limitées entre les intrants primaires dans les secteurs des cultures et supposent qu'il n'y a pas de mouvement d'eau entre l'irrigation et les autres activités.

**Sixième série de simulations (flexibles)** : permet à l'eau de circuler entre l'irrigation et d'autres utilisations et rend possible la substitution de l'eau par d'autres intrants primaires. La simulation examine ce cas en combinaison avec une réduction de 25 % de l'approvisionnement en eau et des changements dans les rendements des cultures (simulation SC4 – Flexible)

Pour ce rapport, seul un sous-ensemble de scénarios a été utilisé (c'est-à-dire S1 à S4, SC1 à SC4 et SC1-W20 à SC4-W20).

## Impacts sur la croissance

**Les impacts des sécheresses (chocs) et de la pénurie d'eau (facteur de stress à long terme) sur l'économie se manifestent différemment, mais pourraient se renforcer mutuellement.** Comme cela a été souligné plus haut (voir Figure 2, Figure 3 et Figure 4 et Encadré 2), les sécheresses sont devenues une source majeure de volatilité macro-économique, expliquant plus d'un tiers de la variance de la production marocaine. Cela dit, même si l'économie subit un impact négatif pendant une année sèche, la production agricole a tendance à « rebondir » l'année suivante et à revenir à son niveau habituel. Cependant, une réduction permanente des ressources en eau représente une menace constante pour le revenu national à moyen et long terme. Les sécheresses et la pénurie d'eau sont liées et se renforcent mutuellement. Comme on l'a vu au cours du premier trimestre 2022, la gestion des impacts de la sécheresse a été rendue particulièrement difficile par le faible taux de remplissage de la plupart des barrages du territoire.

**La pénurie d'eau, associée au changement climatique, pourrait contribuer à une perte de PIB jusqu'à 6,5 %.** La pénurie d'eau devrait avoir des effets négatifs importants dans tous les secteurs de l'économie. Le Tableau 2 ci-dessous montre qu'une diminution de la disponibilité de l'eau pourrait générer une perte du PIB de 5,3 % : si le secteur agricole serait le plus touché (avec une baisse pouvant atteindre 7,9 % du PIB), les secteurs non agricoles seraient également fortement affectés<sup>40</sup>. L'impact négatif sur l'économie serait encore exacerbé par les changements dans les rendements des cultures induits par le changement climatique, avec une perte de PIB réel qui pourrait atteindre 6,5 %. Il est intéressant de noter que les changements dans les rendements des cultures augmenteraient aussi les impacts négatifs sur les secteurs non agricoles étant donné les liens en amont et en aval entre les secteurs agricole et non agricoles dans l'économie marocaine. L'adoption de pratiques d'utilisation efficiente de l'eau dans l'agriculture ne compenserait que partiellement les effets négatifs de la pénurie d'eau et du changement climatique sur le PIB. Toutefois, il convient de noter que les avantages de l'intégration de ces pratiques augmenteraient d'autant plus vite que la pénurie d'eau elle-même augmente. En somme, dans tous les scénarios, c'est le secteur agricole qui devrait pâtir le plus de la situation, comme en témoigne la baisse de sa part dans le PIB, qui passe de 13 % à moins de 11 %.

<sup>39</sup> Basé sur l'hypothèse que la productivité des cultures pluviales par rapport aux cultures irriguées diminuera de 5 %.

<sup>40</sup> Les ressources en eau représentent également un facteur de production essentiel pour des secteurs tels que l'industrie manufacturière et les services.

**Tableau 2. Évolution du PIB selon différents scénarios de pénurie d'eau**

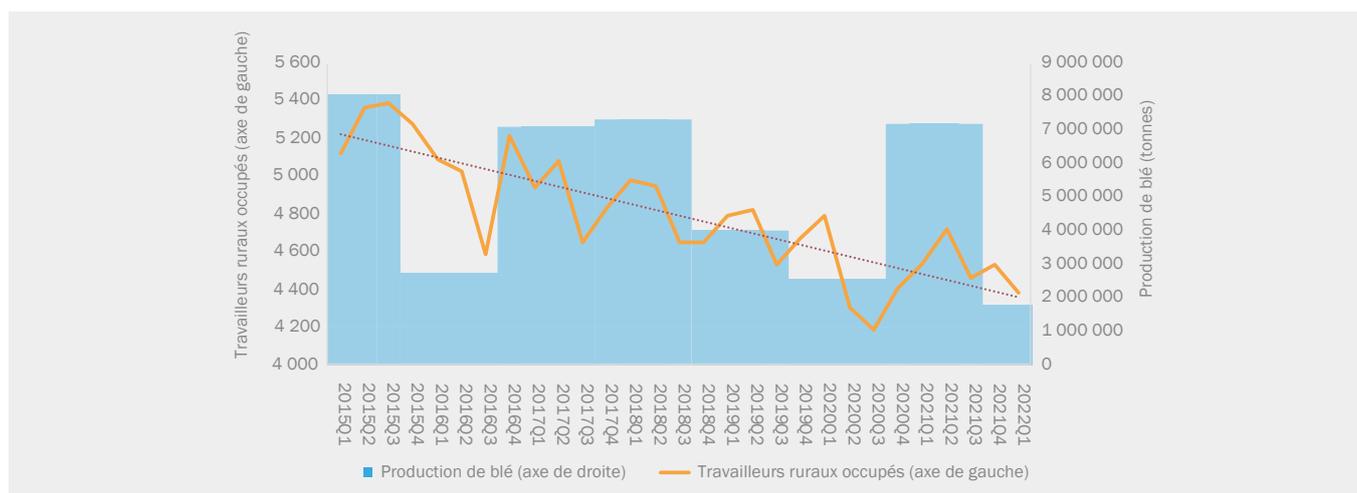
Variable examinée	Cas examiné	Réduction de l'approvisionnement en eau (pourcentage)			
		10	15	20	25
Évolution du PIB agricole (pourcentage)	S1 à S4	-2,9	-4,5	-6,2	-7,9
	SC1 à SC4	-7,1	-7,5	-8,2	-9,3
	SC1-W20 à SC4-W20	-7,8	-7,6	-7,6	-7,8
Évolution du PIB non-agricole (pourcentage)	S1 à S4	-1,9	-2,9	-4,0	-5,2
	SC1 à SC4	-4,0	-4,5	-5,2	-6,2
	SC1-W20 à SC4-W20	-3,5	-3,7	-4,0	-4,5
Évolution du PIB réel (pourcentage)	S1 à S4	-1,9	-3,0	-4,1	-5,3
	SC1 à SC4	-4,3	-4,8	-5,5	-6,5
	SC1-W20 à SC4-W20	-3,8	-4,0	-4,3	-4,8

Source : Exercice de modélisation GTAP-Bio-Water, extrait du rapport intitulé « Water Scarcity in Morocco ».

### Impacts sur les emplois et la migration interne

**Les moyens de subsistance dans les zones rurales sont particulièrement vulnérables aux sécheresses et à la pénurie d'eau.** Le secteur agricole emploie près de 30 % de la main-d'œuvre nationale, et plus de 80 % de la population rurale<sup>41</sup>. Les moyens de subsistance en milieu rural sont intrinsèquement liés au secteur agricole, car la grande majorité de la population rurale dépend de l'agriculture, principalement pluviale, pour ses revenus et son alimentation. Comme le montre la Figure 16, le comportement du marché du travail rural a suivi deux schémas clairs ces dernières années : i) une tendance générale à la baisse des niveaux d'emploi<sup>42</sup>; et ii) d'importantes fluctuations corrélées aux conditions climatiques (représentées par la production céréalière), avec des niveaux d'emploi inférieurs à la ligne de tendance lorsque les cultures pluviales sont mauvaises (en raison de la sécheresse), et vice versa.<sup>43</sup> Dans ce contexte, on peut s'attendre à ce que les sécheresses de plus en plus fréquentes et le stress hydrique structurel continuent à réduire les possibilités d'emploi en milieu rural au cours des décennies à venir.

**Figure 16. Marchés du travail ruraux et production céréalière**



Source : Services de la Banque mondiale, à partir de données de FAO-Stat et de l'enquête sur la consommation et les dépenses des ménages (HCP).  
 Note : Il est important toutefois de noter que les emplois saisonniers/familiers ne sont pas entièrement capturés.

<sup>41</sup> Environ 70 % des exploitations agricoles marocaines ont une superficie inférieure à 5 hectares.

<sup>42</sup> Cette tendance à la baisse est illustrée par l'effet multiplicateur négatif sur les emplois qui a caractérisé la croissance de la valeur ajoutée agricole depuis quelques décennies (source : « Diagnostic de l'emploi au Maroc », préparé conjointement par la Banque mondiale et le Haut-Commissariat au Plan (HCP).

<sup>43</sup> Il est important toutefois de noter que les emplois saisonniers/familiers ne sont pas entièrement capturés.

La réduction de l’approvisionnement en eau pourrait avoir un impact négatif sur la demande de main-d’œuvre dans tous secteurs de l’économie, l’impact le plus important étant dans le secteur agricole et pour les personnes non qualifiées. Selon les simulations effectuées avec le modèle GTAP-Bio-Water, une réduction de l’approvisionnement en eau entraînerait une baisse considérable de la demande de main-d’œuvre dans l’ensemble de l’économie (6 % et 5,4 % pour la main-d’œuvre non qualifiée et qualifiée respectivement). Si l’on ajoute à cela le recul des rendements agricoles dû au changement climatique, la baisse de la demande de main-d’œuvre agricole non qualifiée pourrait atteindre près de 10 %. D’autres secteurs seraient également touchés, mais dans une moindre mesure (voir Tableau 3). L’intensité de la main-d’œuvre dans les périmètres irrigués a tendance à être plus faible que dans les zones pluviales, ce qui signifie que les pratiques d’utilisation efficiente de l’eau seraient peu susceptibles d’atténuer la baisse de la demande de main-d’œuvre dans les activités agricoles et offriraient globalement plus de possibilités d’emploi pour les travailleurs qualifiés. Alors que le Maroc a déjà du mal à absorber l’augmentation de la population en âge de travailler, la pénurie d’eau associée au changement climatique pourrait encore exacerber les problèmes sur son marché du travail, caractérisé par des niveaux élevés d’inactivité, en particulier chez les femmes et les jeunes, qui ont tendance à être structurellement plus vulnérables (voir Encadré 5)<sup>44</sup>.

**Tableau 3. Évolution de la demande de main-d’œuvre (qualifiée et non qualifiée) selon différents scénarios de pénurie d’eau**

[Variable examinée]		Scénarios	Réduction de l’approvisionnement en eau (pourcentage)			
			10	15	20	25
Activités agricoles	Évolution de la demande de main-d’œuvre non qualifiée	S1 à S4	-3,1	-4,8	-6,6	-8,4
		SC1 à SC4	-7,3	-7,8	-8,6	-9,7
		SC1-W20 à SC4-W20	-7,4	-7,3	-7,4	-7,7
	Évolution de la demande de main-d’œuvre qualifiée	S1 à S4	-2,2	-3,4	-4,6	-6,0
		SC1 à SC4	-4,5	-5,0	-5,8	-6,8
		SC1-W20 à SC4-W20	-4,2	-4,3	-4,5	-5,0
Activités non agricoles	Évolution de la demande de main-d’œuvre non qualifiée	S1 à S4	-1,9	-3,0	-4,1	-5,3
		SC1 à SC4	-4,0	-4,6	-5,3	-6,3
		SC1-W20 à SC4-W20	-3,5	-3,7	-4,0	-4,5
	Évolution de la demande de main-d’œuvre qualifiée	S1 à S4	-2,0	-3,0	-4,2	-5,4
		SC1 à SC4	-4,1	-4,7	-5,5	-6,4
		SC1-W20 à SC4-W20	-3,6	-3,8	-4,2	-4,7
Toutes les activités économiques	Évolution de la demande de main-d’œuvre non qualifiée	S1 à S4	-2,2	-3,4	-4,6	-6,0
		SC1 à SC4	4,7	-5,2	-6,0	-7,0
		SC1-W20 à SC4-W20	-4,3	-4,4	-4,7	-5,2
	Évolution de la demande de main-d’œuvre qualifiée	S1 à S4	-2,0	-3,0	-4,2	-5,4
		SC1 à SC4	-4,2	-4,7	-5,5	-6,5
		SC1-W20 à SC4-W20	-3,6	-3,8	-4,2	-4,7

Source : Exercice de modélisation GTAP-Bio-Water, extrait du rapport « Water Scarcity in Morocco ».

<sup>44</sup> Dans le secteur primaire, les femmes et les jeunes sont confrontés à des situations de vulnérabilité, avec respectivement environ 73 % et 60 % de travail non rémunéré.

### Encadré 5 : Impacts du changement climatique différenciés selon le genre : une revue de la littérature

Si le changement et les chocs climatiques sont neutres en termes de genre, leurs impacts ne le sont pas. En raison des disparités de genres existant au Maroc, les femmes souffrent d'une plus grande exposition et d'une plus grande vulnérabilité, avec un niveau de préparation et une capacité d'adaptation plus limités que les hommes en cas de catastrophe. Ces limitations résultent, entre autres, de l'accès limité des femmes marocaines à l'information, notamment aux systèmes d'alerte précoce, ainsi qu'aux interventions post-catastrophes.

Une étude réalisée en 2013 dans la commune de Boudinar<sup>45</sup> montre que : i) les femmes sont plus susceptibles que les hommes de perdre leur emploi pendant les périodes de sécheresse (la principale raison étant qu'elles travaillent essentiellement dans le secteur informel, ce qui les rend plus vulnérables aux ajustements de la main-d'œuvre en réponse aux chocs) ; ii) pendant les périodes de sécheresse, la charge de travail des femmes augmente (principalement pour assurer l'accès à l'eau) ; et iii) pendant et après les inondations, les femmes sont mobilisées pour évacuer l'eau de pluie de leurs maisons pendant que les hommes réparent les toits et s'occupent des meubles (Khattabi, 2013).

Une étude réalisée dans les régions de Tanger et de Tinghir<sup>46</sup> indique que les ménages agricoles comptent sur la migration interne pour atténuer les conséquences du changement climatique (Van Praag, 2011). Plus précisément, cette étude montre que les hommes sont plus susceptibles de migrer en premier pour chercher du travail en période de sécheresse, laissant souvent les femmes à la maison alors qu'elles souhaitent parfois migrer avec eux. Selon une étude qualitative portant sur ces régions,<sup>47</sup> les femmes, majoritaires dans le secteur agricole, sont plus vulnérables aux effets du changement climatique, tels que la sécheresse et la dégradation des sols (Van Praag, 2012). Dans ces régions, la baisse de la productivité agricole due au changement climatique entraîne une réduction de leurs revenus et une diminution de leur pouvoir de décision au sein du ménage.

Globalement, le changement climatique pourrait accentuer les disparités existantes entre les genres en matière d'emploi et de revenus, d'accès et de contrôle sur les actifs productifs et les ressources naturelles, d'accès aux services, de compétences et de capacités, de mobilité, ainsi que de pouvoir d'action et de décision.

**Le recul de l'emploi agricole pourrait intensifier la migration vers les centres urbains.** D'une part, la pénurie d'eau, conjuguée aux variations du rendement des cultures dues au changement climatique, accélérerait la tendance à la baisse de l'emploi observée dans le secteur agricole.<sup>48</sup> D'autre part, l'augmentation de la valeur ajoutée agricole enregistrée au cours des deux dernières décennies s'est accompagnée d'un multiplicateur négatif pour l'emploi.<sup>48</sup> En conséquence, et à moins que les pertes dans le secteur primaire ne soient compensées par d'autres opportunités en zone rurale (le long des chaînes de valeur agricoles ou dans d'autres secteurs comme le tourisme), les ruraux en âge de travailler pourraient être confrontés à des conditions difficiles, poussant certains d'entre eux à opter pour la migration vers les centres urbains. Selon le rapport Groundswell 2.0, jusqu'à 1,9 million de Marocains (5,4 % de la population totale) pourraient quitter les zones rurales d'ici aux années 2050 (voir Encadré 6). Les zones rurales où prédomine l'agriculture pluviale et où la disponibilité de l'eau diminue le plus (associée ou non à une baisse de la productivité des cultures) seraient les plus touchées par cet exode, avec des points chauds concentrés dans les contreforts centraux, notamment autour de Marrakech, et sur la côte ouest et sud-ouest autour de Casablanca, Safi et au sud d'Agadir jusqu'à Tiznit<sup>49</sup>.

<sup>45</sup> Khattabi et al. (2013)

<sup>46</sup> Khattabi et al. (2021)

<sup>47</sup> Khattabi et al. (2022)

<sup>48</sup> Source : « Diagnostic de l'emploi au Maroc », préparé conjointement par la Banque mondiale et le HCP.

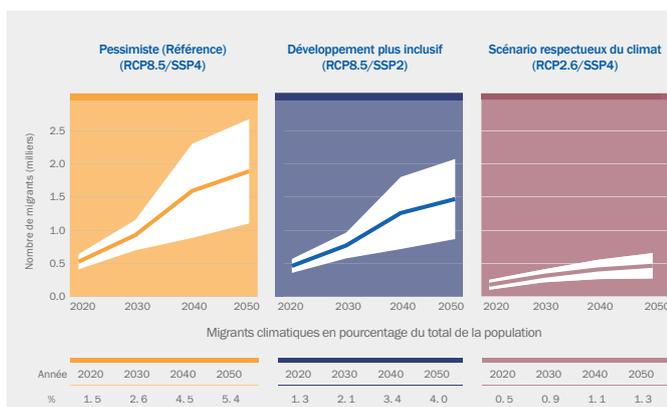
<sup>49</sup> Le Maroc a mis en place divers programmes, notamment de travaux publics à petite échelle pour la gestion de l'eau, afin de retenir la population dans les zones rurales, en offrant des possibilités d'emploi tout en soutenant les solutions locales de gestion de l'eau.

### Encadré 6. Une crise imminente de la migration climatique : le rapport Groundswell 2.0<sup>50</sup>

Le rapport Groundswell, publié en septembre 2021, prévoit les tendances de la migration intérieure induites par le changement climatique. Il utilise trois scénarios pour les voies de développement (trajectoires socioéconomiques partagées : SSP2 développement modéré et SSP4 développement inégal) et les trajectoires d'émissions de GES (RCP 2.6 émissions faibles et RCP 8.5 émissions élevées) : i) un scénario de référence pessimiste (développement inégal et émissions élevées) ; ii) un développement plus inclusif (développement modéré et émissions élevées) ; et iii) un scénario plus respectueux du climat (développement inégal et émissions faibles).

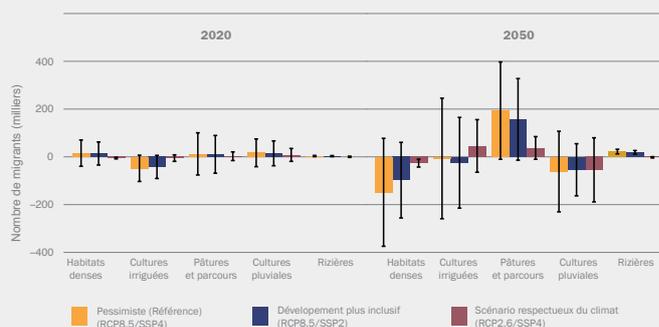
Le changement climatique pourrait stimuler l'exode rural en raison de la raréfaction de l'eau. Au Maroc (l'un des trois pays étudiés), la migration climatique pourrait augmenter au cours des trois prochaines décennies, jusqu'en 2050 dans les trois scénarios, bien qu'avec des différences considérables, comme le montrent la Figure 17 et Figure 18) : le nombre de migrants climatiques pourrait atteindre 1,9 million (5,4 % de la population totale) dans le scénario de référence pessimiste ; il est estimé à 1,5 million (4,0 % de la population totale) dans le scénario de développement plus inclusif et à 0,5 million (1,3 % de la population totale) dans le scénario plus respectueux du climat.

Figure 17. Nombre projeté de migrants climatiques internes au Maroc selon trois scénarios, 2020-2050



Source : Banque mondiale, Groundswell 2:0, 2021

Figure 18. Migration climatique nette projetée dans et hors des zones de subsistance au Maroc selon trois scénarios, 2020-2050



Source : Banque mondiale, Groundswell 2:0, 2021

Note : Les scénarios reposent sur des combinaisons de deux trajectoires socioéconomiques partagées – SSP2 (développement modéré) et SSP4 (développement inégal) – et de deux profils représentatifs d'évolution des concentrations – RCP 2.6 (émissions faibles) et RCP 8.5 (émissions élevées).

<sup>50</sup> Voir le rapport « Groundswell : Acting on Internal Climate Migration »

## Impacts sur le commerce des produits alimentaires et la sécurité alimentaire

**Une pression accrue sur l’approvisionnement en eau pourrait mettre en danger le commerce agricole du Maroc.** D’une part, les sécheresses augmentent le recours aux importations de céréales pour compenser l’insuffisance de production nationale, menaçant potentiellement la sécurité alimentaire nationale<sup>51</sup>. D’autre part, il est fort possible que la diminution de l’approvisionnement en eau déséquilibre la balance commerciale agricole, notamment en réduisant une grande partie des exportations agricoles. Les simulations effectuées avec GTAP-Bio-Water montrent qu’une baisse de l’approvisionnement en eau de 25 % associée aux impacts du changement climatique pourrait avoir un impact négatif net sur la balance commerciale agricole de 891 millions de dollars par an (aux prix de 2016), soit environ 24,7 % des exportations agricoles et 3,5 % des exportations totales de marchandises<sup>52</sup> (voir Tableau 4). L’amélioration de l’efficacité d’utilisation de l’eau ne compenserait qu’une petite partie de cette réduction de la balance commerciale agricole. En somme, à mesure que la production agricole diminue, le Maroc pourrait, à la fois, exporter moins et importer davantage. Bien que la rareté de l’eau et les variations de rendement réduisent conjointement les exportations nettes de tous les produits agricoles et alimentaires du Maroc, une grande partie de cette réduction (plus de la moitié des impacts simulés avec les différents scénarios) toucherait les légumes et les fruits, car ces cultures sont les principales cultures d’exportation du Maroc et consomment conjointement la plus grande partie de l’eau d’irrigation.

**Tableau 4. Évolution de la balance commerciale des produits alimentaires selon différents scénarios de pénurie d’eau**

Variable examinée	Scenarios	Réduction de l’approvisionnement en eau (pourcentage)			
		10	15	20	25
Évolution de la balance commerciale des produits alimentaires (millions de dollars)	S1 à S4	-223	-345	-475	-611
	SC1 à SC4	-679	-728	-797	-891
	SC1-W20 à SC4-W20	-612	-627	-651	-692

Source : Exercice de modélisation GTAP-Bio-Water, extrait du rapport intitulé « Water Scarcity in Morocco ». Remarque : Les produits alimentaires comprennent les cultures, le bétail et les aliments transformés.

## Impacts sur la stabilité financière

**Les sécheresses peuvent avoir de fortes répercussions directes ou indirectes sur la stabilité du secteur bancaire** (voir Tableau 5). Il existe globalement deux catégories de risques découlant de l’incidence du changement climatique sur le secteur financier : i) les *risques climatiques physiques*, qui sont des risques financiers découlant des impacts graduels et abrupts du changement climatique ; et ii) les *risques de transition climatique*, qui sont des risques financiers pouvant résulter de la transition vers une économie à faible émission de carbone, par exemple en raison de changements dans la politique climatique, la technologie ou les préférences du marché. En cas de sécheresse, les agriculteurs et les éleveurs peuvent subir des pertes économiques directes dues à une baisse du rendement des cultures. Ces pertes peuvent se répercuter sur des secteurs plus larges qui sont rattachés au secteur agricole par des liens avec la chaîne d’approvisionnement (le secteur de l’agroalimentaire et le tourisme, par exemple), et avoir indirectement une incidence socio-économique négative. Elles peuvent, par exemple, se traduire par une hausse du taux de chômage couplée à une perte de revenus.

<sup>51</sup> Le Maroc est un importateur net de céréales, et le volume de céréales importées est négativement corrélé aux précipitations et à la production nationale. Par exemple, lorsque la production de blé du Maroc s’est effondrée à 2,7 millions de tonnes en 2016, contre 8,1 millions de tonnes en 2015, les importations de blé du pays ont doublé, passant de 3,2 millions de tonnes en 2015 à 6,3 millions de tonnes en 2016. La production et les importations d’orge au Maroc présentent une tendance similaire, bien que moins prononcée.

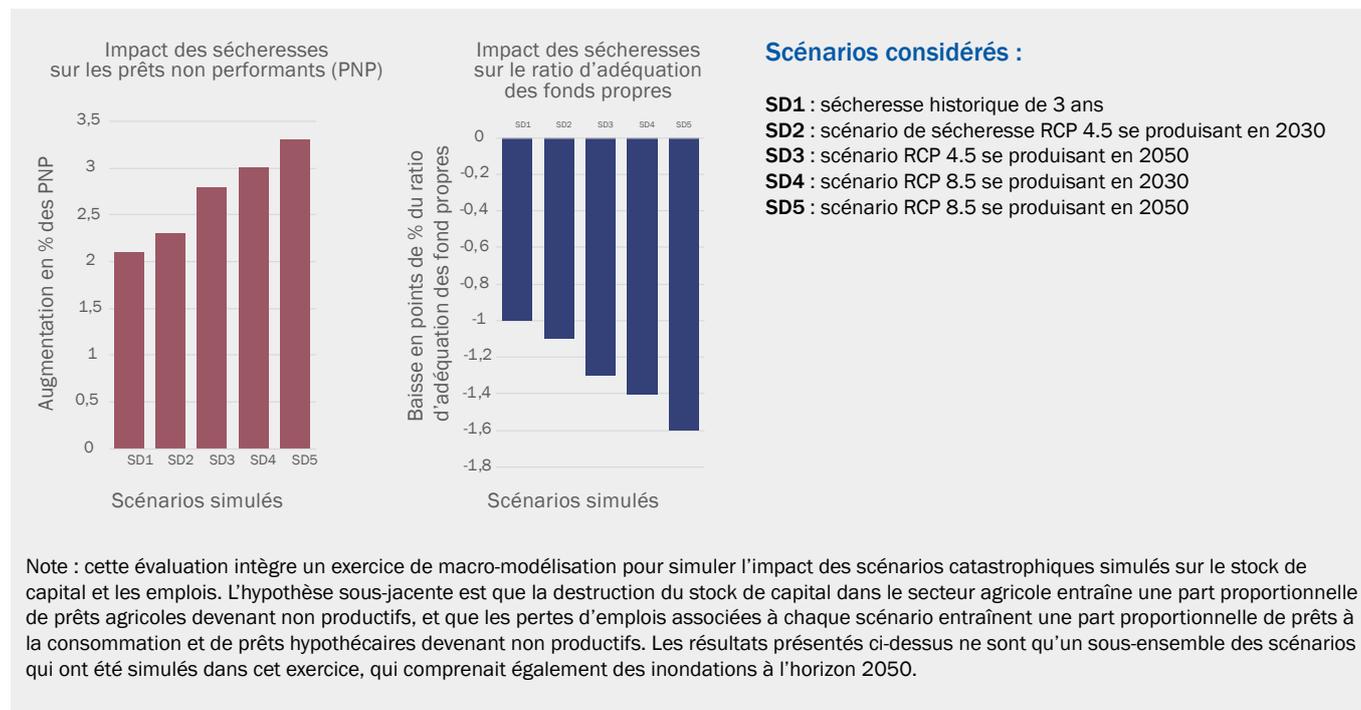
<sup>52</sup> Sur la base de 3,9 milliards de dollars et 27,7 milliards de dollars d’exportations agricoles et totales du Maroc en 2020.]

**Tableau 5. Aperçu des canaux de transmission des risques physiques en cas de sécheresse**

<b>Impacts directs</b>	<b>Exposition du secteur agricole.</b> Les pertes économiques subies par les agriculteurs et les éleveurs peuvent entraîner le non-remboursement des prêts (risque de crédit) et réduire la rentabilité des banques.
	<b>Exposition du secteur agro-industriel et d'autres secteurs touchés.</b> Les pertes subies par le secteur agricole sont susceptibles de se répercuter sur d'autres secteurs du fait des liens entre les entrées et les sorties, qui sont particulièrement forts dans le secteur agro-industriel ou agro-alimentaire (qui représente environ 27 % de la production industrielle et 5 % du PIB). Cette situation peut conduire au non-remboursement des prêts (risque de crédit), à l'imprévisibilité des marchés des actions et de la dette (risque de marché) et à des tensions sur les liquidités des banques disponibles pour les événements graves (risque de liquidité).
<b>Impacts indirects</b>	<b>Canaux socio-économiques.</b> Les sécheresses accroissent le chômage et peuvent être à l'origine de flux migratoires internes, réduisant ainsi la capacité de service de la dette des ménages (risque de crédit) et entraînant des retraits de dépôts (risques de liquidité).
	<b>Canaux macroéconomiques.</b> Les sécheresses peuvent déclencher des pressions inflationnistes, avec pour effet d'influer sur le taux de change et d'obliger la banque centrale à augmenter son taux directeur. Des taux d'intérêt plus élevés affecteraient l'évaluation du portefeuille d'investissement des banques, et la volatilité des taux de change est susceptible d'augmenter le risque de marché et le risque de crédit pour les emprunteurs non couverts ayant des prêts libellés en devises

Une part importante des prêts bancaires aux secteurs de l'agriculture se situe dans des régions sujettes aux sécheresses. Comme le montre la Figure 19, les différents scénarios de sécheresse pourraient entraîner une augmentation des prêts non performants à l'échelle du système comprise entre 2,1 (sécheresse historique de trois ans) et 3,3 points de pourcentage (horizon 2050, RCP 8.5), et une baisse du ratio d'adéquation des fonds propres comprise entre 1,0 et 1,6 point de pourcentage.

**Figure 19 : Tests de résistance (stress tests) au risques physique**

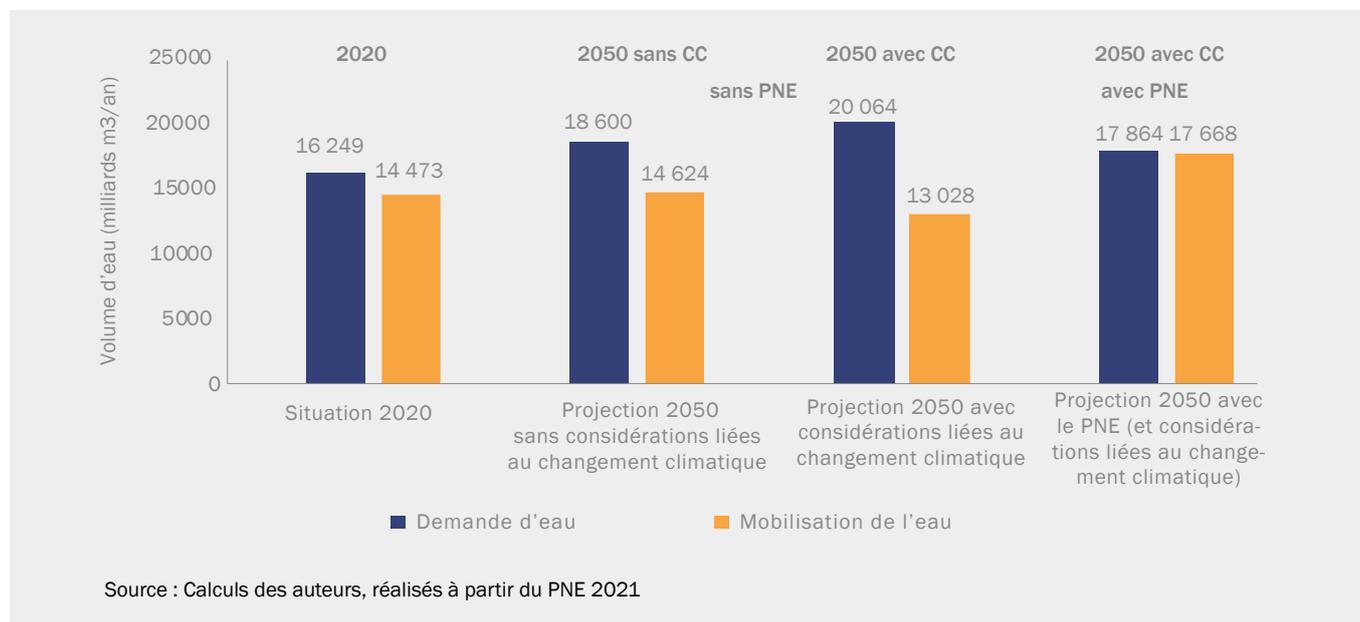


# Recommandations pour lutter contre la pénurie d'eau et les sécheresses

## 3.1. Le PNE 2050: un plan ambitieux pour lutter contre la pénurie d'eau et les sécheresses

Le Plan National de l'Eau 2050 (PNE 2050) est un ambitieux plan de développement des infrastructures qui a été conçu pour combler l'écart entre l'offre et la demande en eau au cours des décennies à venir. Comme indiqué plus haut, cet écart est actuellement estimé à 1,8 milliard de m<sup>3</sup>/an au niveau national et pourrait atteindre 7 milliards de m<sup>3</sup>/an d'ici à 2050 en tenant compte des effets du changement climatique. Le PNE 2050 énumère une série de solutions, essentiellement d'ordre technique, pour combler cet écart. D'une part, il vise à réduire la demande en eau<sup>53</sup> de 2,2 milliards de m<sup>3</sup>/an d'ici à 2050 en : i) réduisant les pertes d'eau dans le transport et la distribution de l'eau potable (jusqu'à 0,4 milliard de m<sup>3</sup>/an) ; et ii) économisant 1,8 milliard de m<sup>3</sup>/an d'eau dans le secteur agricole grâce à la modernisation de l'irrigation. D'autre part, il prévoit d'augmenter la mobilisation de l'eau de 4,6 milliards de m<sup>3</sup>/an d'ici à 2050 grâce : i) à la construction de barrages et d'interconnexions (3 milliards de m<sup>3</sup>/an) ; ii) au dessalement (1 milliard de m<sup>3</sup>/an) ; iii) à l'utilisation des eaux usées (0,3 milliard de m<sup>3</sup>/an)<sup>54</sup> ; et iv) à la collecte des eaux de pluie (0,3 milliard de m<sup>3</sup>/an). Toutefois, à supposer que les actions du PNE soient pleinement mises en œuvre et produisent les résultats escomptés d'ici aux années 2050, le niveau d'approvisionnement en eau durable serait de 17,6 milliards de m<sup>3</sup>/an, contre une demande de 17,8 milliards de m<sup>3</sup>/an, soit un déficit résiduel d'environ 0,2 milliard de m<sup>3</sup>/an. (Voir Figure 20).

Figure 20. Déficit en eau projeté pour 2020-2050 (avec et sans considération climatiques, et avec et sans interventions du PNE)



<sup>53</sup> Le rapport de la Banque mondiale intitulé « The new normal of allocating water scarcity », qui sera bientôt publié, attire l'attention sur l'effet paradoxal des solutions techniques de gestion des besoins en eau qui peuvent se solder par l'augmentation de la demande.

<sup>54</sup> Le PNE prévoit que les niveaux d'approvisionnement durable en eau diminueront de 14,473 à 13,028 milliards de m<sup>3</sup>/an d'ici à 2050 en raison de la réduction de la capacité de stockage des barrages causée par la sédimentation, de la diminution du ruissellement et de la baisse de la recharge des nappes souterraines due au changement climatique.

## 3.2. Potentiels effets paradoxaux du PNE 2050

La version actuelle du PNE se concentre essentiellement sur les « solutions techniques », ce qui pourrait limiter à sa capacité à combler pleinement le déficit en eau. Le PNE se concentre presque exclusivement sur des « interventions techniques du côté de l'offre et de la demande »<sup>55</sup>. Les mesures soft, telles que la communication et la sensibilisation ou la gestion des ressources en eaux et la préservation des écosystèmes, ne représentent qu'une infime fraction du PNE global (seulement 1,3 % du budget total). Il existe un nombre de plus en plus important de publications qui mettent en garde contre l'effet paradoxal d'une approche exclusivement focalisée sur les interventions techniques du côté de l'offre et de la demande, qui peut finir par augmenter le niveau de dépendance de l'économie vis-à-vis des ressources en eau, et ainsi maintenir voire augmenter la pression sur ces ressources. (voir Encadré 7). À moins d'être associées à des mesures soft, ces interventions techniques du côté de l'offre et de la demande n'atteignent pas les résultats escomptés si elles sont mises en œuvre sans tenir compte des politiques visant à contrôler la croissance de la demande en eau, à assurer la recharge des aquifères et à prévenir l'épuisement des eaux souterraines non renouvelables. Ainsi, en l'absence de politiques de gestion de la demande en eau, même si tous les investissements du PNE sont effectués, la mise en œuvre du PNE ne permettra probablement pas de combler l'écart entre l'offre et la demande d'ici à 2050<sup>56</sup>.

### Encadré 7. Effets paradoxaux des solutions techniques

Les recherches récentes ont mis en lumière des dynamiques paradoxales qui peuvent expliquer pourquoi les « interventions techniques du côté de l'offre et de la demande » seules ont tendance à ne pas parvenir à réduire la pression sur la demande en eau. Trois de ces effets paradoxaux sont décrits ci-dessous :

**L'effet paradoxal des cycles de l'offre et de la demande conduit à une demande en eau plus élevée.** Les cycles de l'offre et de la demande décrivent les situations où l'augmentation de l'approvisionnement en eau génère une demande en eau plus élevée, ce qui finit par annuler les avantages initiaux des solutions techniques liées à l'approvisionnement et aggrave la pénurie d'eau. Cela conduit également à l'enracinement de l'utilisation non durable des ressources en eau et à des externalités (financières, sociales et environnementales) négatives.

**L'effet paradoxal de l'effet de réservoir (ou dépendance excessive à l'égard des infrastructures hydrauliques) est associé à l'expansion de l'approvisionnement en eau.** La conviction que l'eau sera toujours disponible réduit les incitations en faveur d'actions adaptatives au niveau des individus ou des communautés pour se préparer à une période de pénurie d'eau ou de sécheresse. Les réservoirs offrent de longues périodes d'approvisionnement abondant en eau et génèrent une dépendance croissante à l'égard des infrastructures hydrauliques, ce qui accroît la vulnérabilité et les dommages économiques lorsque des pénuries d'eau finissent par se produire. L'effet de réservoir peut également s'expliquer comme un paradoxe du développement en toute sécurité : l'augmentation des niveaux de sécurité peut paradoxalement entraîner une multiplication des dommages. Ce paradoxe est largement attesté lorsqu'il s'agit des risques d'inondation. L'effet de réservoir suppose que les réservoirs peuvent réduire les efforts accomplis par les autorités pour développer d'autres mesures d'adaptation et augmenter la vulnérabilité économique et sociale.

**Le paradoxe de l'efficience de l'eau est associé à une consommation d'eau plus élevée qui s'explique par l'effet de rebond du paradoxe de Jevons.** Un nombre accru de régions peu arrosées du monde assurent la promotion de technologies de conservation de l'eau afin d'augmenter l'efficacité physique de l'irrigation, communément définie comme le rapport entre la consommation d'eau par les cultures dans un champ et l'eau détournée d'une source d'eau. Il est généralement admis qu'une meilleure efficacité de l'irrigation

<sup>55</sup> L'expression « interventions techniques du côté de l'offre et de la demande » fait référence aux interventions du côté de l'offre : réservoirs, dessalement, réutilisation des eaux usées traitées et collecte des eaux de pluie ; et aux interventions du côté de la demande : réduction des fuites et irrigation localisée.

<sup>56</sup> Seule une très petite part de l'intervention du PNE (environ 1,3 % du budget total) correspond à des mesures douces, allant de la communication à la gestion des eaux souterraines et à la préservation des écosystèmes.

physique réduira la demande des maigres ressources en eau, permettant ainsi de conserver l'eau et d'améliorer la productivité agricole et les revenus sur place. Cependant, la plupart des efforts de conservation de l'eau dans les exploitations agricoles, et les conclusions formulées quant au potentiel d'économie d'eau, sont axés uniquement sur les changements de volume d'eau prélevée ou appliquée aux champs agricoles en faisant fi du volume et du sort du reflux vers la source d'eau d'origine, ce qui donne une impression en trompe-l'œil sur les avantages de l'eau dans l'ensemble du réseau ou du bassin d'irrigation. Une application plus efficace de l'irrigation peut entraîner une plus grande consommation nette, qui réduit en fin de compte le volume disponible pour les utilisations ultérieures. Dionision (2020) a effectué un examen complet de la littérature théorique et empirique sur les technologies de conservation de l'eau, en s'appuyant sur plus de 230 études. Il est parvenu à la conclusion que si l'objectif est l'économie d'eau (et son transfert éventuel à d'autres utilisateurs), il est essentiel de mettre en œuvre parallèlement des politiques de gestion de la demande d'eau telles que des systèmes d'allocation de quotas.

Source : Extrait du rapport de la Banque mondiale intitulé « The new normal of allocating water scarcity : Adapting Water Resources Management and Services to the Changing Future », Phase 2. À paraître prochainement.

**En outre, l'utilisation d'un seul scénario de changement climatique dans le PNE pourrait sous-estimer ou surestimer l'ampleur de la menace que le changement climatique représente.** Le PNE prend en compte une réduction maximale des précipitations de 10 %, ce qui se traduit par une réduction équivalente de 10 % des ressources « mobilisées » (qui renvoient aux ressources en eau disponibles pour l'approvisionnement en eau). Il n'est pas tenu compte du fait que les réductions des débits d'eau de surface disponibles pour le captage (utilisation) peuvent être plus importantes que la simple fraction de la réduction des précipitations. Il ressort du cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (climat-hydrologie) que les réductions futures des précipitations pourraient être comprises entre 15 % et 25 % dans le nord du Maroc (scénario RCP 8.5 pour 2100). Les données empiriques révèlent que les réductions des précipitations, couplées à des températures et à des taux d'évaporation plus importants, se traduisent généralement par des réductions des débits des rivières qui sont plus élevées que la baisse des précipitations. Par conséquent, le scénario unique de réduction des précipitations et des eaux souterraines disponibles dans le PNE est probablement optimiste et pourrait aboutir à des plans qui ne répondent pas aux niveaux de service souhaités ou escomptés. Eu égard à la forte incertitude qui entoure le volume des précipitations futures et leur impact sur l'eau allouable, le PNE pourrait être amélioré en ajoutant différents scénarios de changement climatique.

**Les services de maintenance devraient être améliorés en vue de garantir un fonctionnement optimal des infrastructures hydrauliques.** Comme cela est indiqué dans la première section du rapport, de nombreux barrages fonctionnent de manière sous-optimale au Maroc, faute de maintenance adéquate et parce qu'ils ne bénéficient pas toujours en amont des mesures de gestion d'accompagnement dans les bassins versants susceptibles de réduire de l'érosion et des risques d'envasement associés<sup>57</sup>. De même, les faibles niveaux de coûts d'Exploitation et Maintenance (O&M) contribuent à des pertes lourdes dans les réseaux de transport et de distribution. Au moment où le Maroc engage un vaste plan de développement des infrastructures dans le cadre du PNE, force est de constater que le Royaume doit ajuster la conception des infrastructures et affecter les ressources financières adéquates pour tirer pleinement profit du potentiel de ces infrastructures pendant toute leur durée de vie et, partant, réduire les pertes le long du réseau de distribution. L'utilisation de solutions basées sur la nature pour la gestion des barrages/réservoirs est reconnue comme une solution efficace et rentable et le programme « Forêts du Maroc » en cours représente une opportunité de généraliser ce type de solution. Le Maroc devrait également envisager, la recharge des aquifères, qui doit être déployée avec prudence pour éviter tout risque de contamination.

<sup>57</sup> Les coûts annuels d'exploitation et de maintenance sont évalués proportionnellement aux coûts d'investissement du projet, à hauteur de 0,5 % du coût total du projet. Cependant, le manque de personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance constitue un défi en termes de planification et de suivi.

### 3.3. Compromis dans l'utilisation des ressources publiques

L'investissement dans les infrastructures hydrauliques est essentiel réduire les impacts négatifs des sécheresses et de la pénurie d'eau. Le Maroc a largement déployé les solutions d'infrastructure (par exemple, des barrages et des systèmes d'irrigation modernisés). pour répondre au défi de la rareté de l'eau et des sécheresses. Dans son rapport de 2022 intitulé « Feeling the Heat: Adapting to Climate Change in the Middle East and Central Asia », le FMI estime que l'investissement dans des infrastructures d'adaptation climatique permettrait d'améliorer la résilience de l'économie marocaine face aux sécheresses, en réduisant les pertes de PIB de près de 60 % par rapport à un investissement de même ampleur dans des infrastructures standard. Il montre également qu'une baisse plus modérée du PIB serait bénéfique pour la trajectoire du ratio dette/PIB à la suite de tels évènements. En ce sens, le PNE 2050 va dans la bonne direction puisqu'il représente un ambitieux plan de développement des infrastructures pour augmenter la mobilisation et la productivité de l'eau.

Cependant, le PNE absorbera un grand volume de ressources publiques, ce qui justifie une analyse coûts-avantages minutieuse de ses différentes composantes, compte tenu des pressions budgétaires pesant sur le Maroc. On estime que l'ensemble du PNE mobilisera environ 41 milliards de dollars, qui seront principalement couverts par des ressources publiques. Compte tenu de l'espace budgétaire restreint du Maroc, hérité de la pandémie de COVID-19, et des ambitieux plans fixés dans le Nouveau modèle de développement (NMD), il convient de se demander si une partie des ressources publiques devant être engagées dans le PNE pourrait être dirigée vers d'autres utilisations.

Nous utilisons ici le modèle MFMod pour répondre à cette question en simulant l'impact de la réaffectation d'une partie des investissements envisagés pour le PNE. Quatre scénarios ont été simulés : deux dans lesquels les ressources libérées par la réduction progressive des investissements prévus dans le PNE sont réaffectées à la réduction de la dette ; et deux dans lesquels ces ressources sont utilisées pour financer d'autres investissements productifs. Ces simulations macroéconomiques supposent que la réduction des investissements dans les infrastructures hydrauliques entraînerait un rationnement de l'eau dans l'agriculture irriguée uniquement, car les autorités sont fermement décidées à faire en sorte que la demande en eau des autres secteurs de l'économie soit toujours satisfaite. Ces scénarios envisagent une réduction de 10 et 25 % des débits d'eau accessibles à l'agriculture irriguée. Par souci de simplicité, on suppose que les investissements sont proportionnels à l'augmentation ou à la réduction de l'approvisionnement en eau<sup>58</sup>. L'encadré 8 présente un résumé des hypothèses et de la méthodologie qui ont permis cet exercice de modélisation.

#### Encadré 8. Modélisation pour évaluer les compromis associés aux investissements dans les infrastructures hydrauliques

Cet exercice consiste à rattacher les résultats macroéconomiques issus du modèle GTAP-BIO-Water (notamment l'impact de la réduction de l'approvisionnement en eau sur la production agricole) aux différents scénarios sur les investissements du PNE en faveur de la mobilisation de l'eau. Nous utilisons ensuite le modèle MFMod pour évaluer leurs répercussions sur le PIB, la consommation et l'investissement.

Le scénario de base correspond à la mise en œuvre complète du PNE (soit 41 milliards de dollars). Dans ce scénario de base, on suppose que la totalité de la demande en eau (de tous les secteurs) sera satisfaite. Nous évaluons ensuite les réductions des investissements du PNE qui correspondraient à une réduction de 10 % et de 25 % de l'approvisionnement en eau à des fins d'irrigation. Le Maroc a établi un principe directeur selon lequel la demande en eau de tous les secteurs, à l'exception de l'agriculture, serait systématiquement comblée (et que la demande en eau pour l'irrigation serait ajustée en conséquence en fonction de la disponibilité de l'eau : on parle alors du paramètre d'ajustement). Nous examinons la demande d'irrigation (pour l'irrigation à grande échelle, les petits et moyens systèmes d'irrigation et l'irrigation privée, à l'exclusion de la demande qui pourrait être couverte par les eaux souterraines) en suivant ce principe. Le PNE estime que cette demande cumulée pourrait atteindre 12,7 milliards de m<sup>3</sup> (3,3 milliards de m<sup>3</sup> provenant des eaux souterraines) d'ici aux années 2050, auxquels nous appliquons une réduction de 10 % et de 25 %. Le Tableau 6 décrit les hypothèses sous-jacentes utilisées pour déterminer

<sup>58</sup> Pour une présentation détaillée de la méthode de modélisation, voir la note d'information « Deep Dive on Water Scarcity and Droughts ».

le niveau de réduction des investissements de PNE prévus pour la mobilisation supplémentaire de l'eau. Ces niveaux de réduction sont ensuite mis en relation avec les scénarios correspondants dans le cadre du modèle GTAP-Bio-Water et les résultats associés du point de vue de l'écart du PIB agricole par rapport au scénario de référence.

**Tableau 6. Hypothèses pour la modélisation**

	Réduction de l'approvisionnement en eau	Mobilisation de l'eau pour l'irrigation (à l'exception des eaux souterraines)		
		Demande en eau (millions de m <sup>3</sup> )	Approvisionnement en eau (millions de m <sup>3</sup> )	Pourcentage de réalisation des infrastructures d'approvisionnement en eau prévues dans le PNE
Ligne de base	0%	12 700	12 700	0%
S1-dette	10%	12 700	11 430	30%
S2-dette	25%	12 700	9 525	74%
S1-Investissement	10%	12 700	11 430	30%
S2-Investissement	25%	12 700	9 525	74%
Investissement				
	Description	Total (M dollars)	Réduction du niveau d'investissement (millions de US dollars)	Utilisation alternative des ressources non allouées au PNE
Ligne de base	Ensemble du PNE (voir résultats)	41 375	0	Néant
S1-dette	PNE moins 30 % des infrastructures prévues pour la mobilisation	36 699	-4,676	Réduction de dette
S2-dette	PNE moins 74 % des infrastructures prévues pour la mobilisation	29 684	-11 691	Réduction de dette
S1-Investissement	PNE moins 30 % des infrastructures prévues pour la mobilisation	36 699	-4 676	Réaffectation à des investissements
S2-Investissement	PNE moins 74 % des infrastructures prévues pour la mobilisation	29 684	-11 691	Réaffectation à des investissements
	Scénario correspondant dans GTAP-Bio-W	Écart moyen du PIB par rapport à la ligne de base (%)		
Ligne de base	Baseline	0		
S1-dette	S1	-2,93		
S2-dette	S4	-7,94		
S1-Investissement	S1	-2,93		
S2-Investissement	S4	-7,94		

\* la demande en eau ne tient pas compte de la demande en eaux souterraines

\*\* le PNE prévoit une augmentation de 4,285 milliards de m<sup>3</sup> de la mobilisation de l'eau

\*\*\* les investissements pour la mobilisation supplémentaire sont estimés à 15,78 milliards de dollars

### Résumé des scénarios

La ligne de base correspond à la pleine mise en œuvre du Plan national de l'eau (PNE).

**S1 Dette** : réduction des investissements du PNE dans de nouvelles infrastructures de mobilisation de l'eau correspondant à une réduction de 10 % de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, les ressources ainsi libérées étant utilisées pour réduire la dette (assainissement budgétaire).

**S1 Investissement** : réduction des investissements du PNE dans de nouvelles infrastructures de mobilisation de l'eau correspondant à une réduction de 10 % de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, les ressources ainsi libérées étant utilisées pour réaliser des investissements productifs.

**S2 Dette** : réduction des investissements du PNE dans de nouvelles infrastructures de mobilisation de l'eau correspondant à une réduction de 25 % de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, les ressources ainsi libérées étant utilisées pour réduire la dette (assainissement budgétaire).

**S2 Investissement** : réduction des investissements du PNE dans de nouvelles infrastructures de mobilisation de l'eau correspondant à une réduction de 25 % de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, les ressources ainsi libérées étant utilisées pour réaliser des investissements productifs.

Nous utilisons ensuite le modèle MFMod pour effectuer des simulations à grande échelle afin de prendre en compte les compromis associés à l'infrastructure hydraulique, en comparant les impacts de différentes voies d'investissement définies en termes d'ampleur (en pourcentage de la réduction de la mobilisation de l'eau) et de sources de financement (substitution de la dette par l'investissement).

Les simulations que nous avons réalisées indiquent que la réaffectation d'une partie des investissements prévus dans le cadre du PNE vers d'autres utilisations n'aurait pas de retombées macroéconomiques positives. Dans les quatre scénarios, le PIB, la consommation et l'investissement seraient en deçà du niveau de référence, signe que la réalisation de tous les investissements du PNE aurait les impacts cumulés les plus positifs en termes de croissance, de consommation et d'investissement (voir Tableau 7). Il n'est pas étonnant que la seule variable macroéconomique qui évolue positivement soit le niveau d'endettement dans les deux scénarios où les investissements libérés sont utilisés pour réduire le déficit budgétaire (S1-dette et S2-dette). Toutefois, compte tenu des effets négatifs que cette option aurait sur le PIB, l'investissement et la consommation, elle ne semble pas être le meilleur moyen de créer un espace budgétaire.

**Tableau 7. Simulations macroéconomiques – Redéploiement partiel du PNE**

	PIB Écart par rapport à la ligne de base (*)			Consommation Écart par rapport à la ligne de base (*)			Investissement Écart par rapport à la ligne de base (*)			Dette Écart par rapport à la la ligne de base (*)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<b>S1 Dette</b>	-0.04%	-0.19%	-0.48%	-0.07%	-0.28%	-0.56%	-0.49%	-0.54%	-0.73%	-2.46%	-3.48%	-2.90%
<b>S1 Investissement</b>	0.01%	-0.09%	-0.38%	0.01%	-0.12%	-0.40%	0.04%	-1.44%	-0.64%	0.12%	0.16%	0.16%
<b>S2 Dette</b>	-0.12%	-0.55%	-1.32%	-0.20%	-0.78%	-1.51%	-1.28%	-0.19%	-1.99%	-6.14%	-8.67%	-7.25%
<b>S2 Investissement</b>	0.00%	-0.31%	-1.07%	0.00%	-0.39%	-1.14%	0.05%	-0.60%	-1.79%	0.30%	0.42%	0.43%

Source : Calculs des auteurs, réalisés à partir des résultats intermédiaires du modèle GTAP-Bio-Water et du modèle MFMod.

Il est évidemment souhaitable de maximiser la participation du secteur privé à cet effort. L'exercice de modélisation ci-dessus semble indiquer que l'investissement dans les infrastructures d'eau est une bonne utilisation des ressources publiques, même limitées, étant donné l'impact particulièrement négatif qu'aurait le rationnement de l'eau sur l'économie. Cela dit, il est tout de même souhaitable d'attirer des financements privés pour soutenir cet effort. Le Maroc a d'ailleurs été un des pays pionniers à mettre en place des PPPs dans le secteur de l'irrigation (i.e. Guerdane, Chtouka,...). Le PNE prévoit aussi la participation du secteur privé à certains investissements (dessalement et traitement des eaux usées, et certains programmes d'irrigation). Cependant, il n'établit pas une feuille de route claire pour attirer le financement privé, ni ne discute des incitations qui seraient nécessaires pour que ce financement se concrétise<sup>59</sup>. En outre, et au-delà du financement des dépenses d'investissement, le secteur privé pourrait jouer un rôle clé dans l'exploitation et la maintenance des infrastructures, en apportant des innovations et en améliorant l'efficacité des systèmes hydriques (eau non traitée, fuites/pertes, réparations, etc.).

<sup>59</sup> La loi 86-12 sur les PPP publiée en 2014, révisée par la loi 46-18 en 2020, pourrait être utilisée pour les projets de dessalement. Par conséquent, il n'est peut-être pas nécessaire d'élaborer une réglementation spécifique pour l'attribution des concessions de dessalement, comme l'exige la loi 36-15 sur l'eau. De même, la réglementation de l'attribution d'autorisations de dessalement à des utilisateurs privés, envisagée par cette loi, n'est peut-être pas nécessaire puisque l'exploitation des ressources marines est régie par la loi 81-12 relative au littoral et d'autres lois et règlements relevant du domaine public maritime. Enfin, l'élaboration de la réglementation des rejets d'effluents dans l'océan prévue par la loi 81-12 devrait être accélérée, notamment les conditions dans lesquelles le renouvellement des permis de rejet de saumure pourrait être refusé.

### 3.4. Mesures *soft* complémentaires

Les enseignements tirés des dernières décennies montrent que les solutions techniques nécessaires mais insuffisantes pour combler le fossé entre la demande et l'offre en eau et doivent être complétées par des politiques de gestion de la demande en eau. De plus en plus de travaux de recherche mettent en garde contre le fait que les interventions techniques du côté de l'offre comme du côté de la demande ne permettent pas d'atteindre les résultats escomptés lorsqu'elles ne sont pas associées à des politiques de gestion de la demande en eau (voir Encadré 7). Conformément aux recommandations formulées dans le rapport sur le NMD, le Maroc devrait envisager de concevoir des politiques qui pourraient maintenir la demande en eau sous contrôle et en accord avec le niveau d'approvisionnement en eau renouvelable. Les politiques suivantes pourraient être envisagées :

- **Améliorer la planification et l'allocation des ressources en eau.** Il est essentiel de disposer d'un système d'allocation adapté à la rareté de l'eau et de planifier les utilisations de l'eau en fonction de la disponibilité de l'eau et des sources d'eau que le pays peut mobiliser ou augmenter dans le respect des limites fiscales. La limitation de la disponibilité de l'eau a un impact plus important sur certains utilisateurs, et un système de compensation devient souvent nécessaire en cas de pénurie accrue.

- **Améliorer la gouvernance dans le secteur de l'eau.** L'établissement d'un modèle de gouvernance approprié dans le secteur de l'eau est essentiel à la bonne gestion des demandes concurrentes de nombreux secteurs. Il n'existe pas de modèle clair ou de solution toute faite pour gérer les compromis liés à l'allocation d'une ressource rare à plusieurs secteurs, et chaque pays doit tracer sa propre voie en matière de réforme. Le Conseil économique, social et environnemental (CESE) a publié un rapport sur la gouvernance de l'eau<sup>60</sup>, qui appelle à un modèle de gouvernance garantissant que les décisions relatives à la gestion des ressources en eau soient prises de manière à optimiser les résultats socioéconomiques globaux du pays et à s'aligner sur le modèle de développement défini pour le Royaume<sup>61</sup>. Il souligne notamment la nécessité d'une entité nationale forte, capable d'arbitrer les compromis qui pourraient découler des demandes concurrentes des différents acteurs (et secteurs). Le modèle de gouvernance devrait également prévoir une certaine souplesse et être assorti d'un ensemble clair de principes qui seront utiles pour faire face à l'évolution de la situation et pour s'y adapter. Selon de récents travaux de la Banque mondiale<sup>62</sup>, il est important de confier des responsabilités accrues aux entités locales et de favoriser une approche décentralisée en plus de disposer d'une entité centrale forte capable d'établir des principes de planification et d'allocation des ressources en eau (basés sur une approche scientifique et des informations fiables). La décentralisation du processus décisionnel en matière de gestion des ressources en eau permet de mieux prendre en compte les spécificités locales, mais aussi de susciter la confiance des parties prenantes, ce qui renforce leur adhésion aux nouvelles règles. Les contrats de nappe/contrats de gestion participative, lancés dans plusieurs régions (le Souss-Massa (Chtouka), Errachidia (Boudnib), Settat (Berrechid) et Fès-Meknès (Saïss)) constitue un outil-clé pour stimuler une telle approche. En tant que telles, les ABH sont bien placées pour soutenir une approche décentralisée de la gestion des ressources, mais cela ne sera possible que si leurs capacités sont renforcées. De plus, pour que l'augmentation des tarifs soit acceptable par les utilisateurs, il est crucial de s'assurer qu'elle s'accompagne d'un niveau de service adéquat. Au Maroc, des expériences de décentralisation de l'exploitation et de la maintenance des systèmes d'irrigation vers des associations d'usagers de l'eau (AUE) ont permis d'aider les usagers à définir des niveaux de service, des redevances et une allocation de l'eau appropriés.

<sup>60</sup> CESE, 2014. La gouvernance par la gestion intégrée des ressources en eau au Maroc : levier fondamental de développement durable.

<sup>61</sup> À cet effet, le rapport sur le NMD souligne également la nécessité d'adapter la gouvernance du secteur de l'eau et évoque la création d'une Agence Nationale pour la Gestion de l'Eau (ANGE).

<sup>62</sup> Banque mondiale, à paraître prochainement : « The Economics of Water Scarcity in the Middle East and North Africa: Institutional Solutions ».

- **Mieux valoriser l'eau pour rendre compte de sa rareté.** Déterminer la valeur de l'eau est un exercice extrêmement complexe compte tenu de ses multiples utilisations et des divers points de vue sur la valeur de l'eau<sup>63</sup>. Pour relever ce défi, le Maroc pourrait envisager le recours à des instruments économiques pour rendre compte de la rareté de l'eau tout en préservant l'accès à l'eau pour les ménages pauvres, les agriculteurs et l'environnement. Conformément aux recommandations du NMD, l'ajustement des tarifs de l'eau pourrait être un outil approprié pour inciter à une utilisation plus rationnelle des ressources, notamment des eaux souterraines qui s'épuisent rapidement. En ce sens, l'irrigation privée devrait être la cible prioritaire pour faire appliquer la redevance du domaine public hydraulique (DPH)<sup>64</sup> et les modalités de tarification (montant, avec la possibilité d'utiliser différentes tranches, etc.) devraient être réexaminées, afin de produire les effets souhaités<sup>65</sup>. L'augmentation de la redevance DPH en conjonction avec un système de quotas négociables pourrait fournir la souplesse nécessaire pour assurer une allocation optimale de l'eau entre les utilisateurs. La hausse des recettes provenant de la redevance DPH fournirait également aux Agences de Bassin Hydraulique davantage de ressources qui leur permettraient de s'acquitter pleinement de leurs responsabilités, notamment celle liée à la police de l'eau. Elles pourraient notamment surveiller plus attentivement l'utilisation des eaux souterraines et s'attaquer de manière proactive aux problèmes de la surexploitation.

- **Développer un système national de comptabilité de l'eau, de façon participative.** Du fait de la centralité de la ressource en eau dans le développement économique et social du Royaume, le Maroc pourrait se doter d'un système de données robustes et fiables permettant un suivi de la disponibilité des ressources en eau (surface, souterraine ainsi que non-conventionnelle) mais aussi des usages des différents secteurs. Cela permettrait d'aider la prise de décision dans le domaine de la gestion des ressources en eau, notamment en ce qui concerne le système d'allocation entre les différents usages, mais aussi sur la planification des investissements.

- **La communication et la sensibilisation comme moteur de changement de comportement.** Tout processus de réforme de l'eau, et en particulier les changements dans l'allocation et la tarification, doit être accompagné d'une campagne de communication qui permettrait aux différentes parties prenantes de comprendre le raisonnement qui sous-tend les changements proposés et les inciteraient à adhérer au processus de réforme. Il existe de nombreux exemples positifs dans le monde (Israël, le Brésil, l'Afrique du Sud et le Cambodge, pour ne citer que quelques pays) où les réformes ont été menées en tandem avec des campagnes de communication et de sensibilisation bien séquencées. Cette démarche a donné des résultats probants en termes de changements de comportement. La version actuelle du PNE ne prévoit qu'un très faible budget pour la communication et la sensibilisation (environ 5 millions de dollars pour la période 2020-2050, ce qui correspond à moins de 0,13 % du budget total du PNE).

---

<sup>63</sup> L'eau est également une marchandise réglementée sans marché libre et, en tant que tel, il est difficile de définir sa valeur en utilisant les prix du marché.

<sup>64</sup> Comme mentionné dans l'Encadré 3/chapitre 1, une grande partie de l'irrigation privée utilisant les eaux souterraines ne paie pas la redevance DPH.

<sup>65</sup> L'irrigation privée utilisant les eaux souterraines couvre environ 620 000 ha, avec des prélèvements d'eau estimés à environ 4 à 4,5 milliards de mètres cubes par an.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Banque des Règlements Internationaux, 2021 - Principle for the effective management and supervision of climate related financial risks.
- Banque mondiale 2013 - Building Morocco's Résilience Inputs for an integrated Risk Management Strategy Washington, DC World Bank.
- Banque mondiale 2017 - Beyond Scarcity : Water security in the Middle East and North Africa MENA Development Series Washington, DC World Bank.
- Banque mondiale 2018a - Systematic Country Diagnostic Governing Towards Efficiency Equity Education and Endurance Washington DC World Bank.
- Banque mondiale 2018b - Morocco 2040 Emerging by Investing in Intangible Capital Directions in Development Washington, DC World Bank.
- Banque mondiale 2018c - Climate Variability Drought and Drought Management in Morocco's Agricultural Sector World Bank Washington, DC.
- Banque Mondiale 2021 - Groundswell Part 2 Acting on Internal Climate Migration Washington, DC World Bank.
- Banque Mondiale 2022a - Morocco Economic Monitor, Fall 2021. From Recovery to Acceleration Washington, DC World Bank.
- Banque Mondiale 2022b - Morocco Economic Update, Spring 2022 : the Recovery Dries-Up Washington, DC World Bank.
- Banque Mondiale *forthcoming*. the Economics of Water Scarcity in the middle East and North Africa : Institutional Solutions. Washington, DC World Bank.
- CESE. 2014 - La gouvernance par la gestion intégrée des ressources en eau au Maroc : Levier fondamental de développement durable.
- DEPF. 2019 - Le secteur Agricole marocain : Tendances structurelles enjeux et perspectives de développement.
- DEPF 2020 - Le Maroc à l'épreuve du changement climatique : Situation, impacts et politiques de réponse dans les secteurs de l'eau et de l'agriculture Policy brief - DEPF N° 18.
- Fond Monétaire international 2022 - Feeling the Heat Adapting to Climate Change in the Middle East and Central Asia, Washington, DC : IMF.
- Khattabi A., M Matah and S. Ibrahim, 2013 Gender inequality in the context of climate change the case for the Boudinar commune in Morocco. In Gender Research in Natural Resource Management Routledge.
- Ministère de l'Agriculture, de la pêche, Du Développement rural de l'Eau et des Forêts, 2020. Le Plan Maroc Vert. Bilan et Impacts 2008-2018.
- Ouraich, I. 2010 «Climate Change Impact on Moroccan Agricultural Sector» Summary of World Bank and FAO Report. Department of Agricultural Economics. Purdue University. West Lafayette. IN.
- Royaume du Maroc 2020 - Programme National pour l'Approvisionnement en Eau Potable et l'irrigation.
- Royaume du Maroc 2021 - Le Nouveau Modèle de Développement Libérer les énergies et restaurer la confiance pour accélérer la marche vers le progrès et la prospérité pour tous. Rapport Général.
- Royaume du Maroc 2021 - Contribution Nationale Déterminée révisée à la CNUCCC
- Royaume du Maroc 2021 - Plan National de l'Eau.
- Sterzel. T. Lüdeke MKB Walther. C. Kok. MT. Sietz. D. Lucas. PL 2020. Typology of coastal urban vulnerability under rapid urbanization . PLoS ONE 15 (1) e0220936.
- Taheripour, Farzad, Wallace E. Tyner, Iman Haqiqi, and Ehsanreza Sajedinia, 2020 «Water Scarcity in Morocco Analisis of Key Water Challenges» Washington, DC.
- USAID 2016 - Climate Change Risk Profile - Morocco
- Van Praag L; 2021 - A. qualitative study of the migration-adaptation nexus to deal with environmental change in Tinghir and Tangier (Morocco) Journal in integrative Environmental Sciences, 18:1, 1-17.
- Van Praag. L. 2022 - Gender Environmental Change and Migration Aspirations and Abilities in Tangier and Tinghir, Morocco Hum Ecol.50, 23-34.

