

## PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DES EAUX SOUTERRAINES AU MAROC

M. Bahir et A. Mennani\*

### RÉSUMÉ

Maroc a toujours fait du développement du secteur de l'eau une priorité et un choix stratégique. Ce secteur qui constitue un des principaux leviers du développement économique et social, se trouve confronté à deux défis essentiels:

- L'épuisement des ressources en eau en rapport avec l'accroissement de la demande en eau tous usages confondus, avec une tendance à la pénurie absolue d'ici 2025.
- La dégradation des ressources en eau qui subissent différentes formes de pollution.

La rareté des ressources en eau, et la forte irrégularité aussi bien spatiale, que temporelle, qui caractérisent le contexte marocain, ont conditionné les choix des pouvoirs publics à adopter une stratégie globale dont les résultats ont prouvé son efficacité particulièrement durant les périodes de sécheresse consécutives. Cette stratégie tout azimuts a concerné aussi bien le plan législatif et réglementaire, que le plan de la mobilisation et de la protection des ressources en eau.

Les études de planification entreprises ont montré que les ressources en eau conventionnelles seront saturées au niveau de la majorité de bassins à l'horizon 2020, et que ces déficits prévus risquent d'être aggravés dans le cas de conjonction avec des périodes de sécheresse.

La politique de mobilisation et de protection des ressources en eau, en particulier souterraine dont le potentiel mobilisable est de l'ordre de 4 milliards de m<sup>3</sup> sur un total de 20 milliards, nécessite une gestion participative ainsi que le recours à de nouvelles approches et technologies pour compléter les méthodes conventionnelles utilisées jusqu'à présent.

**Mots-clé:** *eaux souterraines, périodes de sécheresse, pollution, protection des ressources en eau.*

### RESUMEN

Marruecos siempre ha considerado prioritario y estratégico el desarrollo del sector del agua. Este sector, que constituye una de las principales palancas del desarrollo económico y social, se enfrenta a dos desafíos principales:

- La disminución de los recursos hídricos en relación con el aumento de la demanda para todo tipo de usos del agua, con una tendencia hacia la penuria absoluta de aquí a 2025.
- La degradación de los recursos hídricos que sufren diferentes tipos de poluciones.

La escasez de los recursos hídricos, así como la fuerte irregularidad tanto espacial como temporal que caracteriza al contexto marroquí, han condicionado las opciones de los poderes públicos a la hora de adoptar una estrategia global cuyos resultados han demostrado ser efectivos, particularmente durante los consecutivos períodos de sequía. Esta estrategia multiobjetivos han involucrado tanto a los planes legislativo y reglamentario, como a los planes de movilización y de la protección de los recursos hídricos.

Los estudios de planificación llevados a cabo han demostrado que los recursos hídricos convencionales estarán saturados en la mayoría de las cuencas hacia el año 2020, y que estos déficits previstos corren el riesgo de agravarse en el caso de la coincidencia con períodos de sequía.

La política de movilización y de protección de los recursos hídricos, en particular de los subterráneos cuyo potencial movilizable es del orden de 4.000 millones de m<sup>3</sup> sobre un total de 20.000, necesita una gestión participativa, así como el recurso a nuevos enfoques y tecnologías para completar los métodos convencionales utilizados hasta ahora.

**Palabras clave:** *aguas subterráneas, períodos de sequía, protección de recursos hídricos.*

\* Laboratoire d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences Semlalia Marrakech. E-mail: bahir@ucam.ac.ma

## Introduction

Les eaux souterraines ont une double appartenance, elles font partie et du cycle de l'eau et du sous-sol. Elles sont liées aux eaux de surfaces et s'interpénètrent continuellement dans l'espace et dans le temps à la faveur d'infiltration et de drainage. Elles se renouvellent par une fraction d'eau pluviale qui s'infiltré, et sont soumises aux effets de l'atmosphère où une partie s'y retourne par évaporation directe ou indirecte.

Elles sont intimement liées au sous-sol dont elles sont un constituant essentiel et actif. Elles ne peuvent être considérées ni comme une ressource à part, ni comme une ressource naturelle du sol comparable aux autres. Elles constituent des stocks d'eau et de flux en circulation comme les eaux superficielles. Leur renouvellement s'effectue par l'infiltration de l'eau pluviale, et cette alimentation entretient leur débit d'écoulement.

Leur distribution dans l'espace, beaucoup plus continue que celle des eaux de surface, dépend des formations géologiques dont la structure conditionne leur dynamique.

Ainsi, l'eau souterraine s'écoule très lentement et offre une grande inertie. Si, en surface, l'eau s'écoule à des vitesses de l'ordre de mètre/seconde, dans le sous-sol par contre, la vitesse varie selon les cas des quelque mètre/jour en milieux poreux, à une dizaine de km/jour en milieux fissurés. La durée de renouvellement peut aller de quelques mois pour les nappes à faibles réserves et à fort débit à plusieurs milliers d'années pour les nappes profondes quasi-fossiles.

Alors qu'une réserve d'eau de surface peut mettre quelques jours ou au plus quelques mois pour se remplir et/ou se vider, pour une réserve souterraine, ces durées s'expriment en années, avec au plus quelques «sous-fluctuations» saisonnières. La prise en compte du flux de renouvellement par rapport à la réserve et du degré de liaison aquifère/eau de surface, permet d'étudier leur sollicitation et leur gestion.

## Concept de ressource en eau souterraine

La ressource en eau souterraine est une notion à la fois relative et multidimensionnelle (G. Castany, 1982) :

— Relative à l'échelle de l'espace, de la durée de référence et aux critères d'évaluation;

— Multidimensionnelle car elle s'exprime en terme de flux, de stock, de régime de renouvellement, de qualité, de conditions d'accès et de coût, et de contraintes internes et externes au système.

Au plan physique, le premier caractère spécifique aux eaux souterraines est la coexistence du flux et

de stock, et par voie de conséquence, la distribution entre ressource renouvelable et non renouvelable propre à l'eau souterraine. Les évaluations respectives de ces deux termes sont tributaires à la fois des conditions naturelles et des objectifs socio-économiques d'utilisation de l'eau.

Au plan socio-économique, le souci de l'utilisateur se ramène à la production de ses ouvrages et au mieux à la ressource locale dont l'exploitation et la conservation ont surtout le sens de protection contre ses concurrents. Leur perception de la ressource est très partielle. Elle se limite à l'intérêt particulier.

Au plan macroéconomique, les gestionnaires se placent à l'échelle de la ressource régionale. Ils sont munis de moyens techniques d'étude, d'évaluation et de gestion, mais démunis des moyens directs d'action sur l'eau souterraine (A. El Hbil, 1995).

Cette différence de perception de la ressource selon le niveau auquel on se place entraîne une distinction entre:

— La ressource locale relative à un captage ou groupe de captages en tant qu'élément assurant la pérennité de la production avec un risque de défaillance évalué.

— La potentialité régionale d'un système aquifère en tant que ressource au sens économique.

## Exploitation de l'eau souterraine au Maroc

### *Quelques chiffres*

Les eaux souterraines constituent au Maroc une part importante du patrimoine hydraulique du fait de sa constitution géologique: bassins sédimentaires à nappes phréatiques et à nappes captives (Souss, Tadla, Haouz, Saïss), massifs calcaires karstiques à grandes sources (causes du moyens Atlas), vallées alluviales à nappes très liées aux écoulements de surface (vallée de Ziz, de Draa). Le pays compte une cinquantaine d'aquifères superficiels et une trentaine d'aquifères semi-profonds à profonds.

Les évaluations basées sur 40 ans d'observation donnent 7,5 milliards de m<sup>3</sup> en moyenne (réduits d'un tiers durant la dernière période de sécheresse) à la part d'eau pluviale infiltrée contribuant au renouvellement des eaux souterraines. Les réserves à renouvellement lent représentent quelques centaines de milliards de m<sup>3</sup> en stock.

Ces eaux souterraines jouent un rôle important dans le développement socio-économique. On évalue à 3 milliards de m<sup>3</sup>/an le total de leur prélèvement. Ces prélèvements sont opérés de plus en plus par pompage au déterminent des écoulements gravitaires (Khattaras, sources, émergences). Sur ces 3

Tableau 1.—Croissance des prélèvements dans les grandes nappes du Maroc

Fès Mekhnès:	3.5 fois plus
Haouz:	4 fois plus
Tafilalt:	3 fois plus
Souss:	4 fois plus

milliards, 85% sont destinés à l'irrigation une moyenne comparable à la moyenne méditerranéenne, soit 27% de la ressource en eau utilisé par ce secteur. Par contre, les eaux souterraines concernent 55% des besoins d'alimentations en eau potable et industrielle.

Entre 1970 et 1996, les prélèvements ont plus que triplé dans certaines grandes nappes.

### Impact de la sécheresse sur la ressource

Indépendamment déjà de tout changement climatique, la gestion de l'eau est l'un des grands problème qui conditionne l'avenir du Maroc. Le pays devrait être en situation de stress hydrique et devra, au delà de 2025, se retrouver en situation de pénurie d'eau, car des problèmes importants de qualité se poseront en relation avec l'érosion, la salinisation et la pollution.

Les changements climatiques pourraient exacerber les impacts négatifs de la rareté, de la disparité spatio-temporelle et de la forte dégradation qui caractérise les ressources en eau sur le développement socio-économique.

Une analyse de l'évolution de la température ainsi que la variabilité temporelle de la pluviométrie, a été faite, ces dernières décennies pour plusieurs stations par la direction de la météorologie nationale (A. Agoumi, 1999). Elle fait ressortir une élévation de la température moyenne de l'ordre de 2°C ainsi qu'une baisse très importante d'environ 30 % du cumul des précipitations durant 1978-1994 par rapport à la période 1961-1977. La saison 1994-1995 a été la plus sèche du siècle au Maroc (D. My Hassani *et al.*, 1998).

L'examen des années de sécheresse vécues par le Maroc durant le vingtième siècle fait ressortir une fréquence plus élevée et une extension spatiale plus importante des sécheresses entre 1982 et 2000: cinq épisodes de sécheresses au Maroc sur les 11 du siècle ont eu lieu en effet durant cette période.

Globalement, les apports pluviométriques annuels moyens sur l'ensemble du territoire sont évalués à 150 milliards de m<sup>3</sup>, très inégalement répartis sur les différentes régions du pays. Ainsi 15% de la superficie reçoit plus de 50% des apports pluviométriques. Sur ces apports utilisables, la pluie ne représente que

Tableau 2.—Usage agricole des eaux des nappes

Région	Nombre de stations de pompages	Superficie
Souss	9900	50000
Haouz	7700	70000
Bahira	1200	4000
Temara	900	750
Beni Amir	2630	12900
Triffa	1200	12300
Berrechid	2150	8200
Dir de Beni Mellal	870	10300
Beni Moussa	400	7000

20%, soit 29 Milliards de m<sup>3</sup>. Si l'on déduit les pertes par évaporation et les écoulements non maîtrisables vers la mer, le potentiel hydrique mobilisable, dans les conditions techniques et économiques actuelles est estimé à 20 milliards de m<sup>3</sup>, dont 16 milliards à partir des eaux superficielles et 4 milliards en provenance des eaux souterraines.

### Qui sont les exploitants de cette eau souterraine

Compte tenu de sa caractéristique principale (dans le sens de l'accessibilité ou d'offre) à savoir sa répartition dans l'espace, l'eau souterraine est subordonnée à une infinité d'agents exploitants. Ces agents économiques très nombreux et différenciés ont soit la capacité juridique, soit le pouvoir économique, soit encore les deux pour exploiter directement l'eau souterraine.

Des milliers d'unités de production d'eau potable alimentant les populations en milieu rural et urbain réparties entre:

— L'office national de l'eau potable chargé de l'approvisionnement des villes et des centres importants;

— Les régies de distributions d'eau intervenant seulement en milieu urbain et périurbain;

— Les collectivités locales: 30% de la population rurale sont approvisionnées par eau souterraine captée par des puits ou forages.

Depuis 1997, les régies délèguent la distribution de l'eau à des multinationales dans les grandes villes marocaines tel, Casablanca, Rabat et Tanger, en raison du coût de plus en plus important d'infrastructures.

Pour l'agriculture, utilisant l'eau souterraine, on note à cet effet les statistiques suivantes en tant qu'indicateurs significatifs:

Les exploitations minières prélèvent également l'eau souterraine soit à des fins industrielles de traitement de minerai, soit pour des contraintes d'exploitation des gisements miniers noyés (exhaure).

Les indices des actes de tous ces agents peuvent interférer entraînant des problèmes de nature et d'ampleurs diverses mais se résument à trois impacts essentiels:

Rabattements excessifs des nappes dans les secteurs intensément exploités (Haouz, Souss, Sahel), entraînant des diminutions de productivité, des accroissements des coûts de production;

Inversion de courant principalement le long de la côte entraînant une inversion d'eau marine et de la destruction du potentiel hydraulique;

Conflits entre les usagers, essentiellement entre l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation.

### Conséquence de l'exploitation intensive

Sur le plan théorique, l'exploitation de l'eau souterraine a pour conséquence la modification de l'état de la nappe et de sa dynamique dans un espace plus ou moins étendu en fonction des impulsions exercées et de la nature et des paramètres de l'aquifère. Ces modifications affectent les niveaux d'eau (baisse), les débits ponctuels (baisse de productivité) ou les débits aux limites pouvant parfois aller jusqu'à l'inversion des écoulements de surfaces vers le sous-sol ou (vice-versa) ou entre aquifères contigus, ou entre l'eau marine et les nappes.

Sur le plan concret, les études des historiques des évolutions piézométriques des nappes suivies depuis 20 à 35 ans montrent que l'état de surexploitation est atteint pour plusieurs aquifères du pays (prélèvements supérieurs aux apports de renouvellement). Si dans certains cas, cet état n'est pas alarmant, par contre pour quelques aquifères les plus sollicités ou les plus sensibles, les effets néfastes suivants sont observés:

— Assèchements ou diminution de productivité d'ouvrages, obligeant les exploitants à des approfondissements périodiques et par conséquent entraînant des pertes de production dues aux insuffisances d'irrigations (cas de certains secteurs du Souss et du Haouz).

— Dénoyage de niveaux productifs (cas de Temara, Tafilalt, Beni Amir, Beni Moussa, Dir de Beni Mellal).

— Intrusion d'eau marine en zone côtière où le marécage est très développé (cas du Sahel entre Oualidia et Casablanca).

— Chute de productivité d'ouvrages à usages collectifs servant à l'alimentation en eau, entraînant des pénuries chroniques (Imintanout, Essaouira, Jbel Hamra à Oujda, champ de production d'eau pour les villes de Marrakech, Agadir, Oujda, Fès, etc.).

### Contrainte d'exploitation de l'eau souterraine

Le développement de l'exploitation des eaux souterraines est subordonné à la maîtrise des ressources disponibles, condition préalable à une bonne gestion de ce patrimoine. Cette maîtrise suppose non seulement la connaissance très poussée du milieu physique naturel, des lois et des mécanismes qui régissent leur formation et leur renouvellement, de leur évolution dans le temps et dans l'espace, mais aussi l'identification de toutes les exploitations existantes souvent nombreuses et diverses et la prévision correcte de l'évolution de la demande en eau.

La maîtrise de la ressource a pour objet d'orienter et d'organiser à la fois dans le temps et dans l'espace «à des échelles appropriées aux conditions physiques de la ressource et aux conditions économiques des demandes d'utilisation» les actions d'aménagement et d'exploitation conformément aux objectifs fixés. Et tous les paramètres entrant en jeu exigent continuellement une remise en cause due:

— Aux incertitudes inhérentes aux imprécisions sur l'ensemble des mesures nécessaires à une approche quantitative des mécanismes régissant les écoulements et le stockage souterrain;

— Aux aléas climatiques;

— A la méconnaissance et des prélèvements et du comportement des agents exploitants.

— A des demandes en eau non identifiées au préalable et pressantes.

La localisation de l'exploitation proprement dite de l'eau souterraine est soumise à des conditions souvent contraignantes: certaines sont liées à la structure du milieu, d'autres aux types d'ouvrages d'exploitation et d'autres enfin à la structure d'utilisation de l'eau.

Les conditions hydrogéologiques interviennent bien évidemment par la nature et la structure des aquifères et par la répartition des productivités mais aussi par celles des qualités de l'eau. Mais en plus de ces conditions, l'exploitation de l'eau souterraine est subordonnée à des critères économiques qui entraînent aussi des contraintes:

— Profondeur maximale jugée acceptable soit pour atteindre le réservoir et le mettre en production (profondeur des forages), soit pour pomper l'eau, ce qui traduit des coûts de production qui doivent être acceptés par l'utilisateur.

— Limitations imposées à l'exploitation pour minimiser les conséquences sur les débits des émergences, sur le régime d'autres captages, voir d'autres nappes.

— Les ouvrages d'exploitation demandent selon leur type et selon la demande des conditions de site très différentes.

### Gestion de l'eau souterraine

Pour l'eau souterraine, la gestion s'applique à l'échelle du système de ressource en tant qu'un bien commun offert et déterminé par les conditions naturelles. Ce qui implique une condition entre les objectifs d'exploitation et les objectifs d'allocation et de conservation de la ressource dans l'intérêt général.

Comme l'eau souterraine est interdépendante de l'eau de surface, sa gestion s'intègre dans la gestion des eaux comme un tout. Elle suppose des objectifs, des intervenants et des instruments.

### Objectifs de gestion

Compte tenu de leur ampleur, les objectifs constituent en eux mêmes des contraintes d'exploitation des eaux souterraines. Ils sont multiples et doivent être conciliés afin de:

- Satisfaire les demandes en eau souterraine en quantité et en qualité;
- Allouer la ressource en fonction des priorités;
- Conserver la ressource potentielle en quantité comme en qualité;
- Conserver la productivité et l'accessibilité aux eaux souterraines, surtout lorsqu'elles sont destinées à l'usage collectif;
- Intensifier l'utilisation de la ressource jugée sous-exploitée.
- Abrisier les conflits entre usagers.

Ainsi, ces objectifs de gestion sont dans l'intérêt commun et des utilisateurs et de la collectivité.

Les objectifs énumérés ci-dessus conduisent à poser la question suivante: «la gestion de l'eau souterraine est du ressort de qui?».

Elle est l'affaire des gestionnaires mais encore l'affaire de tous, puisque l'eau souterraine est un bien commun; elle est aussi l'affaire de l'Etat puisque les eaux souterraines font partie du domaine hydraulique (Loi de l'eau de 1995). Elle intéresse aussi bien ceux qui auxquels elle offre une ressource accessible dont ils tirent profit que ceux qui représentent et concilient des intérêts multiples et souvent contraires.

A cet ensemble d'agents et d'intervenants correspondent des actions. Les actions directes sur l'eau souterraine intéressent les exploitants qui sont nombreux et diversifiés du fait:

- De l'extension des aquifères;
- Que l'exploitation ne requiert pas d'aménagement d'utilité publique à l'instar des réservoirs de surface;
- Que les occupants du sol se considèrent comme des «ayant droits» sur l'eau souterraine.

Au niveau de ces exploitants prédominent les objectifs microéconomiques. Ils gèrent individuellement leur production selon les critères propres, mais non la ressource elle-même. Ils sont normalement solidaires puisque leurs actions s'interfèrent, mais paradoxalement ne se soucient guère des effets de leurs actes qui se cumulent à l'intérieur d'un même système aquifère.

Par contre, l'autorité émanant de pouvoirs publics ou autorité de gestion n'a aucun moyen d'action directe sur l'eau souterraine avant la promulgation de la loi de l'eau de 1995. Elle ne dispose pas de pouvoirs appropriés pour intervenir sur le comportement des exploitants. Elle intervient seulement par le biais de différents instruments de gestion indirecte classique. Cette responsabilité est du ressort du Ministère des Travaux Publics dont certains pouvoirs sont délégués en ce qui concerne l'eau agricole aux Offices Régionaux de la Mise en Valeur Agricole. A signaler que les eaux thermominérales sont du ressort du Ministère de l'Energie et des Mines.

Quand à la loi de l'eau, six ans après sa promulgation, stipulant entre autre la création d'agences de bassins, son application effective est toujours à ses débuts.

### Problématique de la gestion des ressources en eau souterraines au Maroc

En général, trois contraintes majeures affectent les ressources en eau au Maroc: La rareté des ressources, leur irrégularité dans le temps et leur irrégularité dans l'espace (K. Nadifi, 1998).

En ce qui concerne les ressources en eau souterraines, on dénombre 32 nappes profondes (profondeur allant de 200 à plus de 1000 m) et 48 nappes superficielles (faible profondeur du niveau d'eau). Les premières sont difficiles d'accès avec un coût économique élevé, les secondes, plus accessibles, mais aussi plus vulnérables à la pollution et à la sécheresse, tel le cas par exemple de la nappe superficielle plio-quadernaire du bassin synclinal d'Essaouira (Bahir *et al.*, 2001) assurant l'alimentation en eau potable de la ville (64 000 habitants) et des agglomérations rurales environnantes.

Durant les dernières décades, l'exploitation des eaux souterraines n'a cessé de croître sous les effets conjugués de la pression démographique, de la recherche d'une autosuffisance alimentaire satisfaisante, de l'industrialisation et de la volonté politique d'un développement régional équilibré.

Cette croissance est due non seulement aux nouvelles techniques de forage et aux moyens d'exhaures toujours plus performant, mais aussi une conjoncture climatique défavorable induisant une accélération

des exploitations d'eau souterraine pour compenser les déficits en écoulement de surface et eau pluviale.

Les effets conjugués des conditions d'exploitation intensives et des conditions climatiques défavorables ont entraîné des régimes de déséquilibre hydrodynamique qui ont provoqué d'une façon quasi-générale des baisses alarmantes de réserves (Haouz, Souss, Angads, Tafilalt) et par voie de conséquence des pertes de productivité d'ouvrages collectifs ou individuels de captage, d'assèchement d'ouvrages traditionnels (Khetaras, puits peu profonds), et de diminution de débits des émergences.

Mais on peut se demander si ces baisses inquiétantes sont le fait d'un état provisoire des nappes souterraines, en rapport avec leur capacité de régularisation et si les conditions climatiques plus favorables redressaient les équilibres rompus. Faut-il freiner et déconseiller une intensification des ces exploitation en gelant un «capital» naturel précieux? Faut-il au contraire encourager, orienter, organiser les exploitations des eaux souterraines et entreprendre des actions en conséquence pour une meilleure valorisation de cette ressource naturelle en évitant les ruptures irréversibles d'équilibre?

Il est légitime que les responsables de la planification et de la gestion des ressources en eau, des universitaires ainsi que ceux du développement économique se posent ces questions et cherchent à trouver des réponses appropriées.

Quoiqu'il en soit, et compte tenu du niveau d'exploitation de nos eaux souterraines, on convien-

dra que s'impose dorénavant une période de gestion rigoureuse de ces ressources renouvelables ou non, afin d'adapter au mieux quantité, qualité et usagers dans un contexte où tous les paramètres naturels, sociaux, économiques ne sont pas totalement maîtrisés, ni maîtrisables.

## Références

- Agoumi, A. (1999). Introduction à la problématique des changements climatiques. Projet maghrébin sur les changements climatiques RAB/94/G31: *somigraf*, 43 pgs.
- Bahir, M., Mennani, A., Jalal, M. et Fakir, Y. (2001). Impact de la sécheresse sur la nappe plio quaternaire alimentant en eau potable la ville d'Essaouira. *Sécheresse* (sans press).
- Castany, G. (1982). *Principes et méthodes de l'hydrogéologie*. Edition Dunod, Paris, 236 pgs.
- El Hbil, A. (1995). Gestion des Eaux Souterraines au Maroc. Séminaire sur «Gestion des Ressources en eaux souterraines», Institut Agronomique Méditerranéen de Saragosse, 12 pgs.
- Hassani My. D., Mokssit, A. et Henia, L. (1998). *Changements climatiques et ressources en eau dans les pays du Maghreb*, 55 pgs.
- Nadifi, K. (1998). Ressource en eau du Maroc, Séminaire «Echelles et modèles de gestion de l'eau du bassin du Haouz au Bassin occidental de la Méditerranée Faculté des Sciences Semlalia de Marrakech.

Recibido el 12 de noviembre de 2002.  
Aceptado el 27 de noviembre de 2002.