



CONTENT

Résumé **p.1**

1 – Introduction **p.4**

2 – Utilisation des nappes pour l'agriculture **p.6**

3 – Stratégie des agriculteurs face aux impacts de l'usage non durable des nappes **p.7**

4 – Risques associés à l'usage non durable des nappes **p.8**

5 – Dispositifs institutionnels et initiatives locales **p.9**

6 – Une large gamme d'instruments mis en œuvre et envisagés **p.12**

7 – Pistes de réflexion pour une économie agricole fondée sur l'usage durable des nappes et qui prenne en compte la diversité des types d'agriculture **p.15**

8 – Conclusion **p.19**

9 – Références **p.21**

Aloysius U. Ordu
Vice Président ORVP
a.ordu@afdb.org
+216 7110 2001

Jacob Kolster
Directeur ORNA
j.kolster@afdb.org
+216 7110 2065

Nono Matondo-Fundani
Directeur ORNB
f.matondo@afdb.org
+216 7110 2054

Usage agricole des eaux souterraines et initiatives de gestion au Maghreb :

Défis et opportunités pour un usage durable des aquifères¹

Résumé

L'usage intensif des ressources naturelles au Maghreb, en particulier par le secteur agricole, conduit à une nécessité accrue de concevoir des mécanismes de gouvernance, à la fois au niveau local et national. Les eaux souterraines sont une de ces ressources les plus fragilisées. Le développement rapide de l'usage des eaux souterraines pour l'irrigation au Maghreb a en effet permis une croissance agricole considérable, mais dans de nombreuses régions un tel développement devient non durable, du fait de la surexploitation des aquifères ou de la salinisation des eaux et des sols. Les instruments adéquats pour faire face à cet usage non durable ne sont pas simples à concevoir et mettre en œuvre, car les prélèvements d'eau souterraine par les agriculteurs sont très nombreux et informels, et les organisations de gestion de la ressource en eau ont des capacités d'intervention limitées. Le document analyse l'usage et la gestion des eaux souterraines de l'eau au Maroc, en

Algérie et en Tunisie, à partir d'une étude des dispositifs institutionnels et politiques au niveau national et de 9 cas d'étude locaux. La surexploitation conduit à des risques environnementaux, économiques et sociaux, et des impacts importants sont déjà identifiables sur plusieurs des cas d'étude. Les agriculteurs font face à la baisse des débits de leur forage (ou la salinisation des eaux) soit en investissant toujours plus pour continuer de disposer d'eau douce en quantité suffisante pour leurs cultures, soit en modifiant leurs systèmes de cultures pour s'adapter à cette baisse. En absence de politiques spécifiques, les différences s'accroissent entre les exploitations agricoles qui ont les moyens d'investir toujours plus pour avoir suffisamment d'eau et celles qui doivent adapter leurs cultures à la pénurie. Des cadres légaux posent les fondements d'une gestion, mais ils n'ont qu'un impact limité, en particulier du fait de la nature généralement informelle des usages.

¹ Ce rapport a été produit par Nicolas Faysse (Consultant, ORNA, G-Eau/Cirad, ENA de Meknes), Tarik Hartani (ENSA d'Alger), Aymen Frija (ENA de Moghrane), Serge Marlet (G-Eau/Cirad, INRGREF), Idir Tazekrit (ENSA d'Alger), Choukri Zairi (ENA de Moghrane) and Azza Chalouf (G-Eau/Cirad, INRGREF) sous la supervision de Vincent Castel Coordinateur de programme principal, ORNA, avec l'appui de Paula Ximena Mejia (Consultante, ORNA) et sous la supervision générale de Jacob Kolster (Directeur, ORNA) et Nono Matondo-Fundani (Directeur, ORNB). Sont remerciés pour leur contribution: François Bougaire (Ingénieur eu et assainissement principal, AWF), Ibrahima Amadou Traore (Consultant, OWAS), Mamadou Samba Ba (Agronome en Chef, OSAN), Mamadou Kane (Ingénieur infrastructure rural, OSAN1) and Belgacem Bensassi (Chargé eau et assainissement, OWAS2).

Différentes stratégies sont actuellement discutées au niveau national, et souvent mettent en avant des approches contractuelles avec les agriculteurs. Parallèlement, certaines initiatives collectives ont été conçues au niveau local. La gamme des politiques mises en œuvre pour faire face à cet usage non durable est très large, et concerne à la fois l'augmentation des ressources en eau, et l'utilisation d'instruments pour limiter l'augmentation des prélèvements. Ces derniers sont fondés sur des mécanismes de régulation et d'incitation. Sur les cas étudiés, des instruments utilisés de façon conjointe ont permis de limiter l'augmentation

des prélèvements et de mieux valoriser l'eau, sans pour autant permettre de rétablir un équilibre entre ressources et usages. La conception et la mise en œuvre de stratégies d'usage durable des aquifères nécessitent le développement de coalitions d'acteurs, qui devront inclure les organisations en charge de la ressource en eau, celles de l'agriculture, mais aussi et surtout les agriculteurs. La constitution de ces coalitions pourrait faire l'objet d'un accompagnement, tout comme les réflexions qu'elles auront à mener sur les options possibles pour accompagner une économie agricole fondée sur l'usage durable des aquifères.

1. Introduction

La croissance du secteur agricole au Maghreb a conduit à une pression croissante sur les ressources naturelles, telles que les eaux, les sols ou les forêts. Faire face à la surexploitation de ces ressources nécessite des mécanismes innovants de gouvernance. Ces mécanismes de gouvernance sont de moins en moins conçus et pilotés uniquement au niveau national, mais s'appuient de façon accrue sur le niveau local. Les eaux souterraines sont une de ces ressources les plus fragilisées par le développement agricole. En effet, depuis une soixantaine d'année, la diffusion de techniques de forage et de pompage a permis un développement rapide de l'usage des eaux souterraines pour l'irrigation au Maghreb. Ces pays sont devenus une des principales régions d'utilisation intensive des eaux souterraines pour l'agriculture dans le monde (Siebert, 2010). Cette révolution, « silencieuse » car opérée souvent par les agriculteurs de façon informelle, hors du champ des politiques publiques (Llamas, 2008), a permis une croissance agricole considérable.

Cependant, ce développement a conduit à une pression très forte sur les ressources en eau. En Afrique du Nord, le taux de mobilisation des ressources souterraines renouvelables (rapport entre les prélèvements et la recharge) est élevé (Bzioui, 2005). Pour les nappes du Nord de l'Algérie, le taux d'exploitation moyen est ainsi de 80%. En Tunisie, le nombre total des aquifères est estimé à 273, dont 71 sont surexploités à un taux moyen de 146% (TICET, 2009). Le constat est aussi fait d'une surexploitation de la plupart des grands aquifères d'Afrique du Nord, tels que les aquifères du Souss, du Tadla, de Berrechid et du Saïss au Maroc, ceux du Bas-Chelif, de la plaine de Mascara et du plateau de Mostaganem en Algérie, et l'aquifère de Sisseb el Alem en Tunisie (Bahir et Mennani, 2002 ; Boudjadja et al., 2003 ; Loucif, 2003). Ces déséquilibres vont être accentués dans le futur, selon les prévisions des modèles de changement climatique. En effet, outre l'augmentation prévue de température, qui conduit à une augmentation de l'évapotranspiration, en zone méditerranéenne la pluviométrie devrait décroître (Christensen et al., 2007). Ceci pourrait conduire à la fois à une moindre recharge des aquifères et à une utilisation accrue de ces aquifères par les agriculteurs pour compenser la croissance du déficit entre évapotranspiration et pluviométrie.

Dans un nombre croissant de régions, un tel développement agricole devient non durable, du fait de la surexploitation des aquifères mais aussi de la salinisation des sols, lorsque l'eau souterraine est salée. Les impacts de cette exploitation non durable commencent à être visibles. Il s'agit ainsi de la salinisation des sols dans le Bas-Chelif en Algérie, ou

de la forte baisse de l'agriculture irriguée en Chaouia côtière au Maroc. De plus, cette mise en irrigation à partir d'eau souterraine est souvent effectuée pour une agriculture intensive, exigeante en intrants, et conduisant à des risques de pollution des nappes par les engrais azotés.

Les petites exploitations familiales, qui ont des capacités limitées de creuser toujours plus profond ou de partir pour continuer leur activité dans d'autres régions, sont les plus vulnérables à de tels usages non durables des eaux et des sols. En l'absence d'une gestion de cet usage non durable, c'est toute l'économie agricole locale qui est fragilisée, avec des effets en cascade sur le développement rural, les filières agricoles, et in fine la sécurité alimentaire des pays concernés.

Dans les pays où : i) les organisations en charge de la gestion des ressources en eaux souterraines ont des moyens conséquents, financiers comme humains ; ii) les usagers de l'eau souterraine sont formellement enregistrés auprès de ces organisations, différentes approches ont été testées pour faire face à la surexploitation des aquifères. Dans ces pays, le cadre législatif et les moyens institutionnels ont permis de concevoir et mettre en œuvre des stratégies concertées de contrôle des pratiques agricoles pour assurer la viabilité de tels usages. Ces approches ont souvent fait appel aux instruments standards de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau, tels que la tarification et les quotas (Montginoul et Lenouvel, 2009). Une telle approche est ainsi entérinée dans la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. En France en particulier, cette approche est mise en œuvre à travers des contrats de nappe ou dans le cadre de Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux au niveau des aquifères. C'est le cas dans la plaine de la Beauce, où chaque agriculteur dispose d'un quota pluriannuel (Petit, 2009). Ces approches se fondent sur la capacité de contrôler et de mesurer les prélèvements effectués par les utilisateurs d'eau souterraine. De telles approches contractuelles ont aussi été appliquées pour limiter et maîtriser les pollutions diffuses des aquifères (Barbier et Chia, 2001).

Cependant, dans de nombreux autres pays, les deux conditions précédentes de capacités des organisations de gestion de la ressource et d'enregistrement formel des usages ne sont pas satisfaites (Mukherji et Shah, 2005). Si bien des systèmes communautaires de gestion de nappes existent dans ces pays, ils ne concernent généralement que des zones petites et limitées en nombre (van Steenberg, 2006). Au Maghreb en particulier, le grand nombre des agriculteurs utilisant les eaux souterraines, l'informalité de leur usage de la nappe et la faiblesse du dispositif institutionnel de gestion rendent difficiles un contrôle direct des usages, tout au moins à moyen terme. De plus, la conception et mise en œuvre de stratégies permettant d'assurer la viabilité du système agriculture/aquifère/sol sont difficiles, pour plusieurs raisons.

D'abord, les dynamiques de la ressource hydrique et des impacts des usages sont complexes. Ensuite, il y a un manque de cadre de concertation entre les acteurs de l'agriculture irriguée et ceux de la ressource en eau. Enfin, en Algérie, au Maroc et en Tunisie, de nombreuses terres sont exploitées par des agriculteurs locaux qui utilisent les ressources en eau et en sols de façon intensive et qui quittent la zone pour s'installer ailleurs une fois ces ressources dégradées, comportement que l'on peut qualifier de minier. Des voies alternatives doivent donc être trouvées, à la fois en termes de stratégies, mais aussi pour faire participer les différents acteurs à la conception de ces stratégies.

L'objectif de ce document est d'analyser la situation actuelle de surexploitation des nappes au Maroc, en Algérie et en Tunisie: les stratégies des agriculteurs, les risques que cette surexploitation entraîne, mais aussi et surtout les différentes initiatives publiques et privées prises pour chercher à faire face à cette surexploitation. Cette analyse permet de proposer quelques pistes de réflexion pour rendre possible une gestion durable du système formé par les aquifères et les agricultures qui en dépendent.

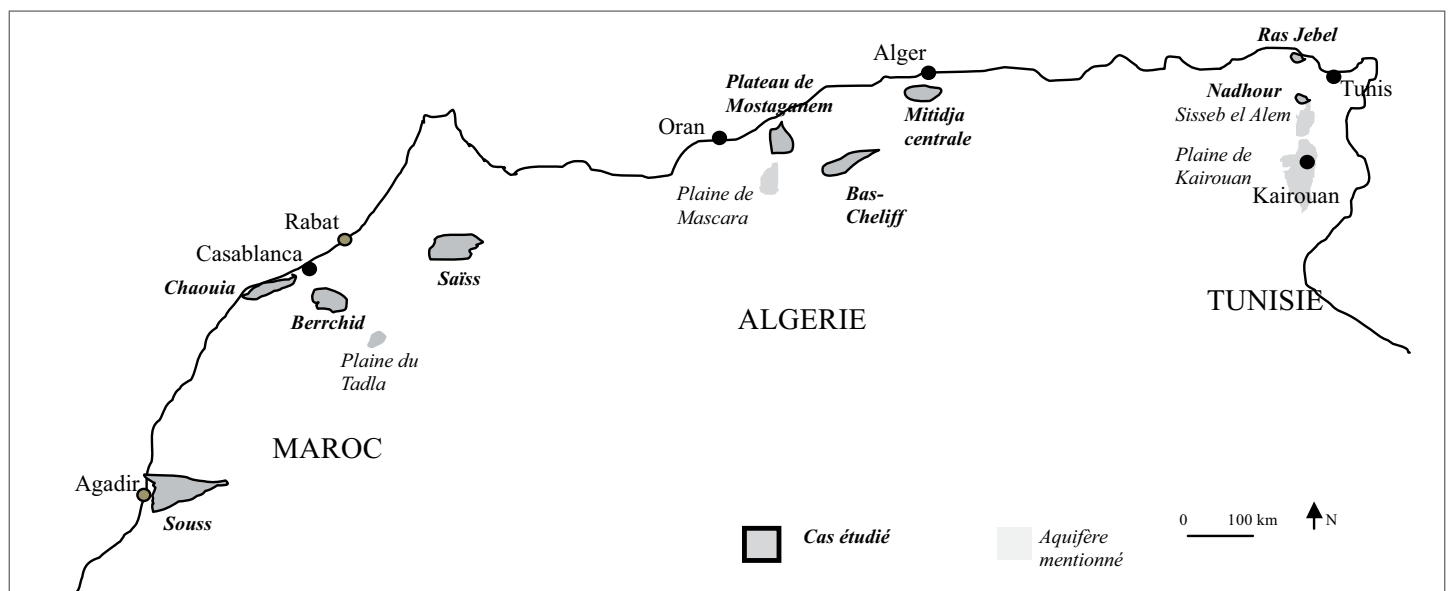
Les cas étudiés sont des aquifères en situation de surexploitation, et où les pouvoirs publics cherchent à assurer une durabilité des systèmes aquifère-agriculture irriguée. Le document analysera de façon plus concise les nappes que les politiques publiques prévoient d'exploiter de façon minière, sans volonté d'équilibrer ressource et usage. Ainsi, dans le sud algérien et tunisien, les gouvernements ne sont pas dans une logique de préservation des aquifères du Système Aquifère du Sahara Septentrional, mais plutôt dans celle d'un accompagnement à leur exploitation. Dans les cas étudiés, on s'intéressera principalement à l'usage agricole, puisqu'il s'agit de l'usage de loin le plus important (par exemple, 95% des volumes prélevés dans la nappe du Souss le

sont pour l'agriculture), et aussi parce que les autres usages sont d'un contrôle bien plus aisé.

L'étude a porté sur plusieurs niveaux. D'une part, les politiques publiques au niveau national ont été analysées, à la fois celles déjà officiellement définies voire mises en œuvre et les discussions en cours. Ensuite, différents cas d'étude locaux ont été étudiés, de façon à analyser les impacts locaux de l'usage non durable des nappes, la mise en œuvre des politiques publiques nationales, et les éventuelles initiatives locales pour faire face à cet usage non durable des nappes. Les critères de choix des cas d'étude ont été la présence d'un enjeu fort d'usage non durable des nappes et l'objectif d'une diversité des situations. Il s'agit: des régions du Souss (aquifères du Souss et de Chtouka), Saïss, Berrchid et de la Chaouia côtière au Maroc, des régions du plateau de Mostaganem, du Bas-Cheliff et de la zone centrale de la Mitidja en Algérie, et des régions de Nadhour et de Ras Jebel en Tunisie (Fig. 1). Les informations présentées ont été soit le fruit de travaux précédents de l'équipe, soit recueillies par des entretiens spécifiques avec les organisations nationales, et dans chaque cas d'étude, avec les organisations locales et une dizaine d'agriculteurs dans chaque cas.

Le document présente d'abord l'évolution de l'usage des ressources en eau souterraine au niveau des trois pays, puis les stratégies individuelles (et parfois collectives) mises en œuvre par les agriculteurs pour faire face à la baisse des niveaux de nappe. Ensuite, les risques liés à des usages non durables de ces nappes sont examinés. Les différentes initiatives locales et politiques publiques mises en œuvre sont analysées, suivies par quelques pistes de réflexion pour permettre la durabilité des systèmes formés par les aquifères et les agricultures irriguées qui en dépendent.

Figure 1 : Répartition géographique des cas étudiés



2. Utilisation des nappes pour l'agriculture

2.1 Des ressources devenues d'importance majeure

En Tunisie, le nombre de puits de surface a doublé en 20 ans, de 60000 en 1980 à 120000 en 2000. Cette croissance a aussi continué durant les dix dernières années (Ben Boubaker, 2010). Les eaux souterraines représentent désormais environ 52% des eaux utilisées en Algérie, 44% en Tunisie et 14% au Maroc (voir Tableau 1). La baisse des coûts de forage a été le facteur principal de cette croissance. Il est à noter que, dans les trois pays, les agriculteurs ont mentionné que la forte diminution des coûts de forage a été permise par l'arrivée de foreuses d'origine syrienne. D'autres facteurs sont aussi intervenus dans cette croissance rapide de l'irrigation à partir d'eaux souterraines. Ainsi, la baisse des surfaces moyennes par exploitation a conduit à une pression pour intensifier les systèmes de culture. De plus, en Algérie, au début des années 2000, la sécheresse a conduit à réorienter, dans l'urgence, l'eau des barrages destinée à l'agriculture vers les villes, pour répondre au manque d'eau potable. Beaucoup d'agriculteurs, qui ont vu leur allocation en eau de barrage réduite ou annulée, ont alors creusé des puits et forages.

2.2 Mais des ressources fragiles

L'impact principal de la surexploitation est la baisse des niveaux des aquifères. Au Maroc, la nappe profonde de l'aquifère du Saïss a baissé en moyenne de 3 mètres par an dans les 20 dernières années. Le volume stocké dans l'aquifère de Berrchid est passé de 1500 millions de m³ en 1980 à 800 millions de m³ en 2009, selon l'agence de bassin de Bouregreg-Chaouia. Le dénoyage est déjà observé dans les zones périphériques de cette nappe. L'agence de bassin du Bouregreg-Chaouia prévoit que la nappe pourrait être complètement dénoyée en 2025.

De plus, lorsque la nappe est située en zone côtière, la surexploitation peut conduire à l'intrusion saline. C'est le cas de la zone littorale de la Chaouia côtière au Maroc, où, suite à la forte augmentation de la salinité, les agriculteurs ont dû revenir à l'agriculture pluviale. Ce biseau salin, causé par la surexploitation des nappes, est aussi présent pour de nombreux aquifères côtiers algériens (Boudjadja et al., 2003) et tunisiens (zone côtière du Cap Bon au nord-est de la Tunisie).

Enfin, dans tout le nord ouest algérien et dans de nombreuses zones oasiennes des 3 pays, les eaux souterraines sont naturellement salées : leur usage pour l'irrigation conduit à un risque de salinisation des sols (Trabelsi et al., 2007 ; Gaaloul, 2008). Dans le cas de la zone de Nefzawa en Tunisie, la salinisation augmente ainsi sous l'influence de la surexploitation (Zammouri et al, 2007). Dans la vallée du Cheliff en Algérie, cette irrigation avec des eaux souterraines salées a conduit à une augmentation de la salinisation secondaire des sols qui a progressé de 35 % entre les années 1950 et les années 2000 (Douaoui et al., 2005). Dans le cas du Bas-Cheliff, la sodification en cours des sols conduit à leur déstructuration progressive (Bouarfa et al., 2009).

En ce qui concerne les aquifères partagés entre les trois pays, le principal est le Système Aquifère du Sahara Occidental, étendu entre l'Algérie, la Tunisie et la Lybie. Cet aquifère est prélevé à hauteur de 2,2 milliards de mètres cubes par an, soit un volume supérieur à la recharge de 1 milliard de mètres cubes (Bzioui, 2005). Bien que les volumes stockés soient très importants, la concentration des points de prélèvements conduit à un fort rabattement des niveaux piézométriques dans certaines zones. Le niveau piézométrique a ainsi baissé de plus de 100 mètres dans la zone de Ghadames (Horriche et Besbes, 2008) et a causé la disparition de l'artésianisme dans de nombreuses régions (Mamou *et al.*, 2006). Il existe aussi différentes nappes communes entre le Maroc et l'Algérie, dont certaines sont aussi surexploitées, mais de taille et d'importance économique relativement moindres (UNESCO, 2011).

Tableau 1 : Ressources en eau renouvelables et utilisées au Maghreb

	Maroc		Algérie		Tunisie	
	Ressources mobilisables	Ressources utilisées (tous usages confondus)	Ressources mobilisables	Ressources utilisées (tous usages confondus)	Ressources mobilisables	Ressources utilisées (tous usages confondus)
Volume total (Milliards de m ³ /an)	23,0	19,2	18,9	6,4	4,8	2,4
Dont eaux de surface	83%	86%	65%	48%	56%	22%
Dont eaux souterraines	17%	14%	35%	52%	44%	78%

Source : Agoussine et Bouchaou (2004) ; Bzioui (2005) ; Ministère des Ressources en Eau d'Algérie (2011) ; Plan Bleu (2007)

3. Stratégie des agriculteurs face aux impacts de l'usage non durable des nappes

Il est possible de distinguer deux groupes de stratégies que suivent les exploitations agricoles pour faire face aux impacts de l'usage non durable des nappes décrits ci-dessus (Bekkar et al., 2009 ; Berrahmani et al., soumis). Un premier groupe rassemble des stratégies que l'on peut qualifier de « stratégies de chasse ». Ces stratégies consistent à investir pour acquérir de l'eau douce suffisante pour maintenir le système de production de l'exploitation. Lorsque l'aquifère est profond, les agriculteurs essaient dans un premier temps des stratégies « verticales » en forant plus profondément. Cette stratégie demande des moyens pour investir. Elle implique aussi souvent le contournement des dispositifs légaux de contrôle des forages. En Tunisie, des agriculteurs déclarent des forages pour usage domestique ou non agricole de façon à obtenir une connexion électrique légale, puis demandent le changement vers la catégorie « usage agricole », de façon à obtenir une baisse de la tarification. Lorsque l'aquifère est peu profond, et que les forages atteignent déjà le substrat de la nappe, les agriculteurs mobilisent des stratégies « horizontales », en allant chercher l'eau plus loin (jusqu'à quelques kilomètres) et en la ramenant sur l'exploitation grâce à des conduites. Dans quelques périmètres de la région du Cap Bon en Tunisie, face à la salinisation des eaux, les agriculteurs mélangent l'eau souterraine avec l'eau du réseau public, de meilleure qualité, mais d'un coût plus élevé. Enfin, lorsque il est devenu trop coûteux d'apporter l'eau nécessaire au système de culture mis en place, le choix fait souvent (lorsque l'agriculteur en a les moyens) est de se déplacer dans d'autres zones où l'eau est encore accessible, pour continuer avec le même système de culture, en particulier du maraîchage.

Le deuxième groupe réunit des stratégies que l'on peut qualifier « d'adaptatives », c'est-à-dire que l'agriculteur va chercher à adapter son système de culture et ses itinéraires culturaux à la baisse des ressources en eau disponibles, en termes de qualité et/ou de quantité

(Hartani et al., 2009). Dans quelques cas, ces stratégies d'adaptation peuvent être collectives. Dans le Souss, des groupes d'agriculteurs gèrent collectivement des périmètres irrigués à partir des eaux souterraines. Face à la baisse des débits des forages collectifs, certains de ces groupes ont collectivement converti leur système d'irrigation en irrigation localisée. Pour les agriculteurs suivant cette stratégie, lorsque l'eau devient trop rare ou trop salée, les choix ultimes sont de revenir à des cultures pluviales, et souvent alors de compléter les revenus agricoles par un travail hors exploitation, pouvant conduire à une émigration vers les villes.

Le critère principal de choix d'une ou l'autre stratégie est l'accès au capital (Berrahmani et al., soumis). De plus, les agriculteurs qui sont capables de trouver les sommes nécessaires au creusement de forages disposent aussi souvent des réseaux sociaux nécessaires pour pouvoir creuser malgré les interdictions administratives. La baisse des niveaux de nappe implique ainsi une différenciation accrue entre les exploitations agricoles, avec des conséquences directes sur le territoire et le développement rural.

Dans la majeure partie de la Tunisie (à l'exception des zones d'oasis), les périmètres irrigués à partir d'eaux souterraines sont généralement gérés par des groupements d'agriculteurs, les Groupements de Développement Agricole (GDA). Les agriculteurs de certains GDA ont défini collectivement quelques stratégies d'adaptation. Des GDA de la région de Nadhour arrêtent ainsi de donner de l'eau à des exploitations agricoles situées hors du périmètre, ou bien, en début d'année, limitent les superficies irriguées par agriculteur pour diminuer les tensions sur le tour d'eau. Dans cette zone de Nadhour cependant, dans les GDA étudiés, les agriculteurs n'arrivent pas à se coordonner pour diversifier leurs productions et les dates et horaires d'irrigation. La spécialisation de tous les agriculteurs dans les mêmes cultures irriguées financièrement rentables provoque des pics de consommation d'eau, à la fois durant l'année et durant la journée.

4. Risques associés à l'usage non durable des nappes

4.1 Des évolutions liées à la profondeur des aquifères

Lorsque les aquifères sont surexploités, les types de risques et la rapidité avec laquelle ils apparaissent dépendent avant tout de la profondeur des aquifères. On peut considérer un premier groupe d'aquifères superficiels, dont le substrat se trouve à moins de 150 m du niveau du sol. Il s'agit, parmi les cas étudiés, de la Chaouia, des régions de Berrchid et de Nadhour et du plateau de Mostaganem. Dans ces cas, les agriculteurs doivent souvent gérer une baisse rapide des débits de nappe, en particulier lorsque celle-ci est peu productive (comme dans le cas de la région de Nadhour). Il s'est écoulé moins de 30 années, dans le cas de la Chaouia, et des régions de Berrchid et de Nadhour, entre le début d'une utilisation intensive des eaux souterraines et l'apparition d'une crise agricole due à une eau devenue insuffisante. A plus long terme, le risque est celui d'un dénoyage et, pour la majorité des agriculteurs, un retour vers l'agriculture pluviale.

Le deuxième groupe correspond aux aquifères profonds tels que le Souss et le Saïss au Maroc, les aquifères du Bas-Cheliff et de la Mitidja en Algérie et les aquifères situés à l'ouest de Kairouan dans la plaine du Merguellil en Tunisie. Dans ces cas, la baisse des niveaux des nappes entraîne d'abord une augmentation des coûts de forage et d'exhaure. Déjà, des exploitations de petite taille dans les plaines du Souss et du Saïss n'ont plus les moyens de creuser des forages individuels. Les exploitations les plus petites qui n'auront pas réussi à trouver une autre forme d'approvisionnement (forage collectif, entente avec des propriétaires de forage, approvisionnement à partir de ressources en eau superficielles) devront revenir à une agriculture pluviale. Pour ces aquifères profonds, les dynamiques d'évolution sont plus lentes que pour les aquifères superficiels : les risques pourront n'apparaître que dans plusieurs années, et par exemple ne concerner que les générations suivantes d'agriculteurs.

4.2 Risques au niveau local

Le développement économique local est affecté par la surexploitation lorsque les agriculteurs, soit n'arrivent plus à maintenir des stratégies de chasse en restant sur place, soit n'arrivent pas à définir des stratégies adaptatives locales qui leurs assureraient des revenus suffisants. En particulier, la baisse des activités des exploitations agricoles entraîne

avec elle la baisse de toutes les autres activités qui y sont liées, en particulier en amont (intrants) et en aval (commercialisation).

La Chaouia côtière au Maroc représente un exemple d'impact fort de surexploitation sur les dynamiques agricoles et l'économie locale. L'eau souterraine a été utilisée de façon intensive à partir des années 1970, initialement pour la production d'agrumes puis pour la production de cultures maraîchères (principalement tomate et pomme de terre) et de fourrages. La surexploitation des eaux souterraines a causé l'intrusion des eaux de mer sur la zone littoral, et la baisse des niveaux piézométriques plus à l'intérieur des terres. Depuis les années 1980, les agriculteurs se sont retrouvés devant l'obligation de s'adapter à la situation de manque d'eau, avec des actions telles qu'approfondir les forages, apporter de l'eau sur leur exploitation à partir de puits forés dans d'autres zones, ou louer les terres soit en amont de la même zone soit dans d'autres régions. Sur la zone littorale, les agrumes, très sensibles à la salinité, ont laissé la place au maraîchage, qui lui-même plus tard a largement diminué au profit de cultures tolérant encore mieux le sel (telles que le chou-fleur ou le maïs) mais bien moins rentables. La pénurie d'eau souterraine de bonne qualité a été le principal facteur qui a conduit la zone à passer d'une agriculture intensive et tournée vers l'export à la situation actuelle de crise et de fragilité des exploitations agricoles. C'est toute la filière agricole aval qui a été complètement déstabilisée par cette crise : le nombre de coopératives pour l'export du maraîchage est passé de 120 dans les années 1980 à 3 aujourd'hui. De nombreux agriculteurs, à la fois sur la zone côtière et à l'intérieur des terres, partent chaque année chercher du travail en ville et ne cultivent plus que des céréales en pluvial sur leurs parcelles.

4.3 Risques au niveau national

La « crise agricole » telle que l'a connue la Chaouia côtière peut conduire à des exodes de personnes à la recherche de travail. Elle conduit aussi à un autre exode : celui d'agriculteurs qui ont des moyens d'investissement et qui vont continuer leur stratégie « de chasse » dans d'autres zones, ce qui peut augmenter alors aussi la pression sur les eaux souterraines dans ces autres régions.

La surexploitation va enfin avoir un impact sur la sécurité alimentaire des trois pays. Il n'existe cependant pas d'estimation chiffrée de ce risque pour le Maghreb. Postel (1999) propose une estimation de 10% de la production mondiale agricole fondée sur une surexploitation des nappes.

5. Dispositifs institutionnels et initiatives locales

5.1 Des stratégies en cours de conception au niveau national

Dispositif légal et institutionnel

Les trois pays se sont dotés d'une loi sur l'eau, qui inclue des clauses spécifiques aux eaux souterraines : le code des eaux de 1975 en Tunisie, la loi sur l'eau de 2005 en Algérie et la loi sur l'eau de 1995 au Maroc. Tous ces codes prévoient la délivrance d'autorisation pour l'utilisation d'eaux souterraine, de façon systématique en Algérie, pour des forages supérieurs à 50m en Tunisie, et pour des forages supérieurs à des seuils définis localement au Maroc. Les codes des eaux des trois pays prévoient l'établissement de périmètres de protection quantitative, où le creusement de nouveaux puits et forages est soit soumis à autorisation (périmètres de sauvegarde en Tunisie et au Maroc) soit complètement interdit (périmètre de protection en Algérie et d'interdiction en Tunisie).

Les dispositifs institutionnels de gestion des eaux souterraines sont très différents d'un pays à l'autre. Au Maroc, les agences de bassin sont les acteurs centraux de la gestion des nappes, sous la responsabilité du Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement. Elles sont en charge des études sur la ressource en eau souterraine, de la mise en œuvre de politiques d'augmentation de la ressource en eau, et de la mise en œuvre de la régulation. En Tunisie, le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement avec ses différentes directions nationales et ses administrations régionales (surtout les Commissariats Régionaux de Développement Agricole) est chargé du suivi et du contrôle de l'exploitation des eaux souterraines. Ces organisations gèrent en particulier un réseau de mesures et d'observation concernant les différentes nappes d'eau du pays. Elles élaborent aussi les études d'évaluation et d'établissement des bilans généraux de ces ressources. En Algérie, les rôles sont bien plus séparés. L'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) est en charge des études sur les aquifères, les Agences de Bassin sont principalement responsables du cadastre des usagers et les Directions de l'Hydraulique des Wilayas (DHW) sont en charge de la police de l'eau.

Cette différence entre les trois pays conduit à des différences dans la conception des dispositifs de gestion : Au Maroc, c'est à l'agence de bassin de mener la concertation entre les acteurs, tandis qu'en Tunisie, la question est vue avant tout comme une affaire interne au Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement. En Algérie, le Ministère des

Ressources en Eau organise la concertation inter institutionnelle entre agences de bassin, ANRH et DHW. Les activités que mènent en pratique ces organisations peuvent varier d'une région à l'autre.

L'intégration entre les administrations en charge du développement de l'agriculture et celles en charge de la protection de la ressource, de façon à coordonner les politiques publiques, se fait à la fois au niveau national et localement. Au niveau national, des commissions de travail mixtes entre les différents ministères existent en Algérie et au Maroc, pour chercher à harmoniser les politiques respectives. Au niveau local, des discussions plus ou moins formalisées ont lieu entre les différentes administrations et les acteurs (voir exemples ci-dessous). Cette intégration n'est en tout cas pas aisée, comme le montre, en Tunisie et au Maroc, la mise en concession des terres d'entreprise publique agricole à des entrepreneurs privés, dans une logique d'intensification agricole, avec une difficile prise en compte des ressources en eau souterraines disponibles lors de la définition des plans de développement.

Dans l'ensemble, les agences de bassin marocaines, l'ANRH et les DHW en Algérie, et la Direction Générale des Ressources en Eau du Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement en Tunisie ont toutes une culture professionnelle fondée sur une expertise hydrologique et hydrogéologique. Elles donnent beaucoup d'importance à l'acquisition de données et au fonctionnement de modèles permettant d'effectuer les bilans hydriques. Ces organisations ont une moindre connaissance du monde agricole, et en particulier n'ont que des informations limitées sur les usagers des aquifères. De plus, elles n'ont que des ressources humaines limitées dans le domaine de l'animation de processus de concertation multi-acteurs. Ces dernières tâches sont souvent attribuées à des bureaux d'étude privés en Tunisie et au Maroc, et ce pour des délais limités.

Par ailleurs, l'Algérie, la Tunisie et la Lybie ont confié à l'Observatoire du Sahara et du Sahel la charge pour coordonner l'exploitation des eaux du système aquifère du Sahara Septentrional. L'observatoire est chargé principalement de réaliser des études hydrogéologiques et de communiquer les prévisions de projets de creusement de forage de chaque pays aux autres pays membres.

Des orientations novatrices au niveau national, mais encore peu formalisées

Dans les trois pays, diverses politiques sont discutées afin d'assurer une gestion durable des aquifères. En Tunisie et au Maroc, une stratégie spécifique de gestion des nappes est en cours de conception. Dans ces stratégies, la réflexion porte en particulier sur des dispositifs contractuels au niveau local, qui permettraient une intégration entre les

différentes politiques, notamment celles relatives à la gestion de l'offre et de la demande.

Au Maroc, le Secrétariat chargé de l'Eau et de l'Environnement propose ainsi la mise en place de contrats de nappe pour les principaux aquifères surexploités. Ces contrats de nappe, appelés à être signés entre les différentes administrations publiques et les associations d'usagers, devraient intégrer l'ensemble des mesures à prendre dans une zone pour sauvegarder la ressource et les usages qui en dépendent. De tels contrats sont prévus ou en cours de réalisation pour une dizaine de nappes. En 2011, le seul cas de contrat de nappe signé est la Convention Cadre pour la nappe du Souss-Massa.

En Tunisie, il existe une longue réflexion, commencée depuis la fin des années 1990 (étude secteur eau) sur l'opportunité d'une gestion participative des eaux souterraines. Une politique générale du Ministère de l'Agriculture, depuis ces années 1990, a été d'appuyer la formation de groupes d'agriculteurs, nommés GDA, et amenés à être partenaires au niveau local de la mise en œuvre de politiques publiques. En cohérence avec cette approche générale, l'idée est de confier à des GDA la gestion des eaux souterraines dans leur zone de fonctionnement et en particulier le contrôle des forages. Un seul cas existe actuellement où une telle approche a été initiée en pratique, celui du GDA de Bsissi dans le Gouvernorat de Gabès.

Les approches contractuelles ainsi proposées au Maroc et en Tunisie sont différentes : celle au Maroc s'est dès le départ focalisée sur de grands aquifères, alors que celle en Tunisie s'appliquera a priori plus facilement sur des nappes de dimension plus réduite. Dans le cas de la Tunisie, si l'échelle locale du GDA fait bien sens pour les acteurs, la question de choix du niveau pertinent de définition de la concertation entre acteurs et de définition de politiques publiques à une échelle plus élevée (nappe, bassin versant, voire niveau national) n'est pas évidente, du fait de l'existence de nombreux transferts entre bassins.

5.2 Négociations locales

Au Maroc, des initiatives polarisées autour de l'agence de bassin

Au Maroc, les initiatives de dispositifs de gestion sont souvent prises au niveau régional (agence de bassin, conseil régional), avec une intervention faible du niveau national, qui en particulier ne propose pas encore de canevas méthodologique pour l'élaboration des contrats de nappe. Des coopérations horizontales se mettent en place : les agences échangent des informations directement entre elles sur comment mettre en place les saisies de foreuses. L'exemple le plus marquant de cette

initiative au niveau local est celui des aquifères du Souss et de Chtouka. En 2004, le conseil régional du Souss-Massa lança une étude pour définir une stratégie de développement régional. L'agriculture apparut comme un élément clé, avec pour talon d'Achille la surexploitation des nappes. En effet, dès 2003, la surexploitation avait conduit dans le secteur de Guerdane à des niveaux de nappe à plus de 300m de la surface du sol et de très faibles productivités des forages, conduisant à l'abandon de 11,900 ha d'orangers dans cette région (Houdret, 2008). En 2005, l'agence de bassin du Souss-Massa lança une initiative pour contrôler le creusement de forages. En 2006, 70 foreuses furent mises en fourrière. Dans la même année, à l'initiative du conseil régional, une convention cadre fut signée entre ce conseil, l'office de mise en valeur agricole, l'agence de bassin, les chambres d'agricultures, la fédération régionale des associations d'usagers de l'eau et trois organisations professionnelles agricoles pour la commercialisation du maraîchage et des agrumes. Cette convention comprend 4 axes : 1) des actions pour diminuer la consommation d'eau et augmenter la productivité de l'eau, en particulier avec l'appui à la reconversion de l'irrigation gravitaire et en aspersion vers l'irrigation localisée, et le renforcement de la police de l'eau ; 2) des recherches pour une utilisation plus efficiente de l'eau d'irrigation et l'évaluation du potentiel de réutilisation des eaux usées ; 3) des recherches pour utiliser des aquifères profonds ; et 4) la construction de quelques petits barrages. Chaque axe doit être décliné en conventions spécifiques. Le financement requis pour mettre en place cette convention cadre est évalué à approximativement 3,5 million de dirhams marocains (environ 310000 euros). Ce financement doit provenir de la contribution des exploitations agricoles de plus de 15 ha. Cette catégorie d'exploitations regroupe en effet approximativement 20% des exploitations contre 80% des prélèvements d'eau souterraine. Même si officiellement, cette convention cadre n'est pas un contrat de nappe, elle en joue le rôle en pratique.

La mise en œuvre de la convention a principalement concerné le premier axe. La coordination entre l'agence du Souss-Massa, l'office de mise en valeur agricole, et les antennes locales du Ministère de l'intérieur ont permis la saisie de nombreuses foreuses illégales. Le contrôle est mis en œuvre par des agents de l'agence et de l'office de mise en valeur, à partir d'appels des autorités locales ou d'agriculteurs. Entre 2006 et 2009, 120 machines ont été saisies. En 2010, aucune machine n'a été saisie, ce qui est considéré par l'agence de bassin comme un signe de la très forte baisse des activités de forage illégales. Cette expérience montre l'importance du travail de construction de coalitions d'acteurs. Cependant, indépendamment de la possibilité que de nouveaux forages illégaux soient encore creusés, le creusement de forage continue de façon légale. En effet, les agriculteurs peuvent demander de remplacer un forage qui s'est asséché par un autre plus profond. L'autre

composante importante de cet axe est le passage à l'irrigation localisée. En 2010, 16000 ha étaient équipés de cette technique, sur les 30000 ha à équiper sur la période 2008-2012. La troisième initiative importante est l'étude d'un périmètre irrigué de 10000 ha à partir d'eau de mer dessalée dans la zone de Chtouka.

En revanche, sur la zone du Saïss au Maroc, où l'aquifère est profond et où la baisse des niveaux de nappe n'a pas encore eu de conséquences économiques, l'agence de bassin peine à convaincre les autres organisations publiques de limiter les prélèvements, et en particulier de ne pas accorder de nouvelles autorisations. Cette différence de points de vue est une des contraintes majeures qui entravent la définition d'un contrat de gestion pour la nappe du Saïss.

Des négociations hors de cadres formalisés en Algérie

Dans deux des cas d'étude en Algérie, des négociations ont réuni les acteurs locaux, quoiqu'elles n'aient pas eu lieu dans un cadre formalisé. En 2010, la Chambre d'Agriculture de Mostaganem prit l'initiative de demander l'autorisation de creuser de nouveaux forages sur le plateau de Mostaganem, dans la perspective de la mise en fonctionnement de l'usine de dessalement de Mostaganem. Elle proposa d'établir un ordre de priorité pour ces autorisations, en mettant en avant les forages destinés à l'élevage, à la pomme de terre et aux agrumes. Cette initiative fut appuyée par la DHW et la Délégation des Services Agricoles de la Wilaya de Mostaganem, et 3 associations professionnelles pour les 3 secteurs concernés. La préfecture a finalement décidé de reporter la décision de délivrer des autorisations après l'évaluation des ressources disponibles suite à la mise en fonction de l'usine. Cette initiative est cependant un exemple novateur d'une coalition locale impliquant administrations et associations d'agriculteurs. De même, dans la zone centrale de la Mitidja, dans la région de Chebli, des bassins de recharge ont été construits en 2004. Ces bassins ont cessé d'être alimentés en 2008, du fait de la construction d'un seuil de dérivation pour amener l'eau de l'oued El Harrach vers le nouveau barrage de Douira. Les agriculteurs se sont mobilisés pour demander une reprise des opérations de recharge de nappe (qui a finalement eu lieu en avril 2011) mais aussi ont discuté avec les autorités publiques d'une future répartition des eaux de la source en amont de l'oued entre la quantité prise pour l'alimentation du barrage et celle dédiée à la réalimentation de la nappe.

5.3 Points de vue et initiatives collectives des agriculteurs

Les agriculteurs interagissent avant tout pour organiser un usage partagé des forages. Il existe de nombreuses formes d'arrangements informels au Maroc et en Algérie, entre agriculteurs pour obtenir cet accès. Si ces formes sont variées (depuis un don de solidarité à un partenariat pour la production agricole) (Boudjelal et al., 2011), elles n'incluent pas la présence de marchés de l'eau souterraine tels qu'identifiés en Inde (Shah, 2009), où des agriculteurs n'ayant pas accès à l'eau souterraine peuvent s'adresser à plusieurs autres ayant un forage pour leur acheter de l'eau.

Les points de vue des agriculteurs sur la pertinence et la légitimité d'un contrôle des creusements de puits et forages varient beaucoup d'une situation à l'autre. Le contrôle mis en œuvre par les agriculteurs eux-mêmes existe dans certains systèmes traditionnels, tels que les khettara (galeries souterraines drainantes) au Maroc, où les communautés interdisent la présence de forage dans les zones de captation des khettara. Cependant, ce contrôle se fonde sur une légitimité historiquement constituée des communautés à recueillir et gérer l'eau souterraine pour le collectif d'agriculteurs. Dans les autres régions, les agriculteurs interrogés soulignent l'égalité de droit que tous les agriculteurs ont pour creuser (Bento et al., 2009).

Hors de ces zones de khettara, les agriculteurs estiment que la mise en œuvre d'un contrôle des forages est avant tout du ressort de l'Etat (Bekkar et al., 2009). Cependant, la prédisposition des agriculteurs à un tel contrôle là aussi peut différer d'une zone à l'autre. Ainsi, au Maroc, différentes enquêtes ont montré que la moitié des agriculteurs interrogés du Souss et du Saïss citent, comme solutions possibles à la surexploitation, un tel contrôle. En revanche, seulement 8% des agriculteurs de Berrchid, et aucun de la Chaouia ne mentionne une telle politique de régulation de la demande (Faysse et al., 2011). De même, les 30 agriculteurs interrogés sur les trois sites d'étude en Algérie évoquent la pertinence d'augmenter les ressources, mais aucun ne mentionne la nécessité d'un contrôle plus strict des forages. A Nadhour en Tunisie, ce sont 15% des 33 agriculteurs interrogés qui mentionnent, parmi les solutions possibles à la surexploitation, un meilleur contrôle des forages illégaux. Il existe ainsi dans quelques zones une prédisposition des agriculteurs à des mécanismes de régulation, si ces derniers sont mis en œuvre de façon équitable et transparente.

6. Une large gamme d'instruments mis en œuvre et envisagés

Les différents instruments utilisés ou envisagés pour faire face à l'usage non durable des nappes peuvent être regroupés en trois catégories : ceux visant à augmenter la ressource en eau, ceux visant à inciter à une baisse des prélèvements, et ceux visant à imposer aux agriculteurs de ne pas augmenter les prélèvements.

6.1 Politiques d'augmentation des ressources en eau

Pour faire face à la surexploitation des nappes, la Tunisie a été le pays qui a le plus tôt mis en œuvre des politiques de gestion par l'offre, c'est-à-dire l'augmentation de la ressource en eau disponible. En Algérie et au Maroc, si bien des politiques d'augmentation des ressources en eau ont été depuis longtemps suivies, elles n'ont que très récemment été conçues spécifiquement pour faire face à cette surexploitation des nappes.

Recharge de nappe et création de périmètre irrigué utilisant des eaux superficielles

Des initiatives de recharge de nappe existent depuis 1992 en Tunisie, représentant 64 million de m³ en 2006 sur 21 nappes souterraines selon le Rapport National sur l'Etat de l'Environnement de 2007. Des lâchers du barrage Nebhana sur des plaines d'inondation ont ainsi permis de réalimenter la nappe de Kairouan. Dans le Nord, l'eau de la vallée de la Medjerda est transférée jusqu'à la zone côtière de Ras El Jebel, puis infiltrée dans la nappe à travers une dizaine de sites, qui sont d'anciennes carrières ou des puits. Dans ce dernier cas, si l'impact des recharges est très visible en aval des zones d'infiltration, les volumes infiltrés (environ 500 000 m³ par an) ne sont pas suffisants pour avoir un impact sur l'ensemble de la nappe. Une telle recharge se fait aussi avec des eaux usées traitées dans la région de Korba. En Algérie, des bassins de recharge ont été utilisés dans la zone centrale de la Mitidja (voir ci-dessus). Enfin, au Maroc, des seuils sur les oueds ont été construits pour favoriser l'infiltration des eaux de crue sur les oueds Ghmat (dans le Haouz) et Souss.

L'autre politique d'augmentation des ressources est la conception de périmètres irrigués qui utilisent des eaux superficielles provenant d'un bassin voisin. C'est le cas du périmètre de Ras El Jebel cité précédemment, ainsi que de plusieurs périmètres irrigués de la région du Cap Bon en Tunisie, où un réseau distribue de l'eau transférée depuis l'oued Medjerda. Au Maroc, le périmètre de Guerdane est alimenté à partir d'un barrage en amont du bassin du Souss. D'autres projets sont

aussi à l'étude au Maroc : un périmètre irrigué dans la plaine du Saïss à partir du barrage Mdez en construction, un périmètre dans la Chaouia côtière à partir des eaux de l'Oum Rbia, et à plus long terme, le transfert des eaux stockées dans le Nord (principalement du barrage El Wahda) vers le centre du Maroc, ce qui permettrait à la fois d'apporter de l'eau potable et d'alimenter de nouveaux périmètres irrigués.

Que ce soit la recharge de nappe ou la création de périmètre irrigué par transfert d'eau, ces politiques font face à la difficulté que, dans un nombre croissant de bassins versants, les principales ressources en eau superficielles sont déjà mobilisées, conduisant à des volumes régularisés de plus en plus faibles pour de futurs aménagements. Ainsi, le projet de périmètre irrigué dans la zone de la Chaouia alimenté par les eaux de l'oued Oum Rbia existe depuis les années 1990, mais ce projet se heurte depuis sa conception au fait que les eaux de cet oued sont déjà sur-allouées.

Ressources en eau non conventionnelles

Différents projets sont en cours pour créer des ressources en eau non conventionnelles, qui devraient, de façon indirecte, limiter la pression des usages agricoles sur la nappe. Ainsi, deux périmètres d'irrigation vont être construits avec les eaux usées des villes de Berrchid et Serrat, dans la même région. En Algérie, une réflexion est en cours pour utiliser de façon systématique les eaux usées traitées des grandes villes pour l'irrigation. L'administration tunisienne a développé depuis longtemps cette réutilisation des eaux usées traitées. Force est de constater que les succès sont mitigés ; les agriculteurs rechignent à utiliser ces eaux dont l'usage ne permet pas de cultiver des cultures maraichères à forte valeur ajoutée. L'administration tunisienne est maintenant engagée dans des programmes de recharge des nappes à partir des eaux usées traitées. L'autre ressource non conventionnelle est le dessalement d'eau de mer. En Algérie, plus de 20 stations ont été conçues pour les principales villes. L'objectif est qu'une fois que ces stations fonctionnent, l'eau des barrages puisse être réorientée vers l'agriculture. Dans le Souss, comme indiqué ci-dessus, un périmètre de 10000 ha irrigués avec des eaux de mer dessalées est à l'étude pour l'irrigation de maraîchage et agrumes d'exportation.

Ces approches par l'offre devraient permettre d'apporter un « bol d'air » bienvenu. Cependant, les volumes générés sont souvent relativement faibles par rapport aux déficits des nappes. Il n'existe pas d'exemple, parmi les cas étudiés, où une politique par l'offre ait été suffisante seule pour revenir à un équilibre entre ressource et usage, d'où l'intérêt de combiner de telles politiques avec des approches de gestion de la demande.

6.2 Politiques incitatives de gestion de la demande en eau agricole

Appui à la reconversion vers l'irrigation localisée

La principale politique incitative est l'appui à la reconversion des exploitations vers des techniques d'irrigations plus efficaces, et en particulier l'irrigation localisée. Il s'agit de la mesure phare des programmes nationaux d'économie en eau dans les trois pays, avec des dispositifs de subvention spécifiques. Au Maroc, les taux de subvention ont augmenté progressivement, atteignant 80 à 100% des coûts d'investissement (avec des plafonds par équipement). En Algérie, les équipements ont été financés à 100% au début du Plan National de Développement Agricole en 2000 puis le financement est redescendu à environ 50%. En Tunisie, les subventions sont de l'ordre de 40 à 60% du montant total de l'investissement. La diffusion de cette innovation est cependant variable d'une région à l'autre. Si le taux d'équipement est élevé en Tunisie, il est encore faible dans de nombreuses régions du Maroc et d'Algérie. Il n'est ainsi que de 40% dans la plaine de Berrchid au Maroc. Parmi les contraintes principales, on peut mentionner la lourdeur des procédures administratives (Bekkar et al., 2007). Une autre contrainte est que, dans les trois pays, pour déposer le dossier de demande de subvention, il est nécessaire d'avoir une autorisation de prélèvement des eaux souterraines. Certains acteurs, et notamment des chambres d'agriculture au Maroc, demandent de ne plus faire ce lien, argumentant qu'il est préférable pour la collectivité qu'un agriculteur, bien qu'il irrigue sans autorisation, le fasse en irrigation localisée plutôt qu'en gravitaire.

Une telle conversion permet un gain d'efficience de l'ordre de 40% au niveau de la parcelle, mais ce gain baisse à l'échelle du bassin versant, car une partie de l'eau d'irrigation gravitaire percolait, réalimentant la nappe. En fait, le principal intérêt de l'irrigation localisée est l'augmentation de la valorisation de l'eau consommée, du fait d'une baisse des coûts de main d'œuvre et d'une augmentation des rendements. Cependant, sans appui technique, les performances de l'irrigation localisée peuvent être bien inférieures au potentiel théorique (Vidal et al., 2001). De plus lorsque des agriculteurs passent d'une irrigation gravitaire en irrigation localisée, on assiste souvent à une extension des superficies irriguées, en relation avec une nette augmentation de la productivité des facteurs de production (capital, travail), plutôt qu'à une diminution des volumes pompés (Bachta et al., 2004 ; Al Atiri, 2007). La conversion à l'irrigation localisée se traduit parfois par une activité agricole plus intensive, et in fine une plus grande consommation en eau (Bouarfa, 2004 ; Molle et al., 2006). Ainsi, dans la Chaouia côtière, le taux d'équipement en irrigation localisée est de

l'ordre de 90%, cependant la nappe reste en situation de forte surexploitation. La reconversion à l'irrigation localisée apparaît alors plus un instrument pour accompagner des agriculteurs à s'adapter à une crise de pénurie d'eau (car on augmente la valeur ajoutée par m³) que comme un instrument pour diminuer les prélèvements.

Tarification du prélèvement individuel en nappe

La tarification peut permettre en théorie à la fois d'inciter à un comportement d'économie d'eau et de financer des actions de développement des infrastructures et d'accompagnement à l'agriculture. Cette tarification est prévue par la loi en Tunisie et au Maroc (par exemple en Tunisie, elle est de 2 millimes par m³, soit environ 1 € pour 1000 m³ pour l'eau souterraine) mais elle n'est pas appliquée. Des tentatives de tarification locale pour financer des opérations de financement de politiques d'offre ont aussi été conçues, mais avec une mise en œuvre jusqu'à maintenant limitée. Dans la région de Ras El Jbel, l'administration a tenté de faire payer les agriculteurs bénéficiant de la recharge de nappe, sans succès. Dans le Souss, la convention cadre a prévu que les agriculteurs de plus de 15 ha financent la mise en œuvre des différentes actions définies dans cette convention, mais le taux actuel de recouvrement est faible (environ 15% en 2011). Dans l'étude portant sur le projet de dessalement d'eau de mer dans la plaine du Massa, une option discutée est d'opérer une péréquation : quelle que soit la source d'eau des agriculteurs (barrage, nappe ou usine de dessalement), ces derniers paieraient le même prix. De façon semblable, en Tunisie, l'administration réfléchit à une tarification « trinôme » dans les GDA, qui prendrait en compte les charges fixes et variables du fonctionnement du GDA, et l'utilisation des eaux souterraines. Les administrations essaient de trouver des méthodes plus efficaces pour obtenir le paiement de ces redevances. Ainsi, au Maroc, un décret de 2010 permet de considérer les redevances émises par les agences de l'eau comme des impôts. En Tunisie, une réflexion est en cours pour collecter ces redevances à travers la facture d'électricité.

D'autres politiques incitatives existent, bien que de moindre ampleur. Dans le Souss, les services du Ministère de l'Agriculture diffusent des données climatiques de façon à accompagner les exploitations (en pratique les plus grandes) à mieux piloter l'irrigation. En effet, de nombreuses études faites au Maroc montrent un fort potentiel d'économie d'eau par le biais de meilleures installations et un meilleur pilotage de l'irrigation localisée, qui parfois utilisent plus du double des quantités d'eau nécessaires (El Fanani, 2009). Enfin, certaines politiques sont proposées par certains acteurs. Des agriculteurs de Nadhour proposent de diminuer le tarif de l'électricité de nuit, de façon à inciter les agriculteurs à irriguer pendant cette période. Un mécanisme

d'assurance a été proposé par des agriculteurs de Berrchid : l'assurance serait accordée aux agriculteurs faisant le choix de ne pas forer, de façon à ce que leur revenu de culture conduite en pluvial (notamment le blé) soit assuré même en cas d'année sèche. Dans le Souss, l'agence de bassin a lancé une étude sur la valorisation de l'eau de façon à terme à orienter les productions agricoles vers celles qui valorisent mieux l'eau.

6.3 Politiques de régulation de la demande en eau agricole

Dans les trois pays d'étude, il serait extrêmement coûteux de contrôler le volume prélevé dans tous les puits et forages existants. Les administrations se sont donc orientées plutôt vers un contrôle des nouveaux creusements et de l'approfondissement des points de prélèvement existants. Ceci est plus aisé lorsque le toit de la nappe est à plus de 70m de profondeur, car il n'est alors plus possible pour les agriculteurs de creuser des puits à la main. Ils doivent alors recourir à l'utilisation de foreuses, dont il est possible de contrôler l'activité.

Les politiques de contrôle des forages ont été mises en œuvre dès la fin des années 1980 en Algérie, avec en particulier l'interdiction de nouveaux forages dans les Exploitations Agricoles Collectives (EAC) alors créées lors de la division des domaines autogérés. En Tunisie, les forages sont interdits à la fois en zone d'interdiction et en zone de périmètre irrigué. Au Maroc, l'interdiction de forage est définie par les agences sur des nappes considérées comme surexploitées. La définition prochaine de zones de surexploitation, prévue par la loi de 1995, devrait renforcer la légalité d'une telle action.

La mise en œuvre des interdictions de forage est très inégale. Dans la Chaouia, bien que les forages soient officiellement interdits, il n'y a en pratique pas de contrôle. Dans les autres cas étudiés au Maroc, un intérêt croissant est porté au contrôle des forages. Dans le Souss, le Saïss et la région de Berrchid, les administrations commencent à contrôler ces forages, notamment par la mise en fourrière des foreuses. L'Agence du Souss cherche aussi à organiser le secteur des foreuses, avec notamment la création d'une association professionnelle, qui pourrait devenir un interlocuteur pour la gestion. En Algérie, certains agriculteurs ont effectué des peines de prison pour avoir creusé de façon illégale. En Tunisie, les contrôles ont été moins forts. De plus, depuis les événements de janvier 2011, les administrations publiques ont une présence et une activité bien plus faibles dans les zones rurales. Dans la région de Nadhour, un responsable local estimait au printemps 2011 que sur les 210 forages illégaux existants, 70 avaient été créés après janvier 2011.

La mise en œuvre du contrôle des forages dans certaines régions des trois pays a conduit à restreindre les agriculteurs dans leur course au creusement. Cependant, il existe toujours un enjeu, en grande partie non résolu, d'une mise en œuvre transparente et équitable de cette régulation. Les agriculteurs n'ont pas les mêmes ressources pour pouvoir contourner les réglementations : le renforcement de la police de l'eau, s'il n'est pas spécifiquement accompagné d'une politique en faveur des petites exploitations, pourrait entraîner une différenciation encore plus forte entre les exploitations à même de continuer à creuser et celles contraintes d'adopter des stratégies adaptatives. Finalement, le contrôle des volumes prélevés par le biais de la consommation électrique est envisagé en Tunisie, mais non encore mis en œuvre.

Au Maroc, dans le Saïss, le Souss et la région de Berrchid, les agences de bassin suivent une méthode commune pour obtenir un enregistrement des forages existants. Les agriculteurs sont invités à venir déclarer leur forage durant une période donnée, durant laquelle les demandes de régularisation font l'objet d'une enquête sur le terrain et en général acceptées. Puis, à la fin de la période, l'agence déclarera un arrêt qui se veut définitif des autorisations de prélèvements. Une telle période de régularisation est en cours en 2011 et doit s'achever en février 2012 dans les cas étudiés au Maroc. Par le passé, les agriculteurs sont restés prudents par rapport à ce type d'initiative, et ne venaient déclarer le forage que s'ils avaient besoin d'une autorisation d'approfondissement ou bien d'une subvention pour l'irrigation localisée. Il se pourrait que la menace d'une agence de bassin fermant des forages illégaux devienne plus crédible, car dans la région de Berrchid, les demandes de légalisation atteignaient environ la moitié des forages que l'agence estimait exister en avril 2011.

Le Tableau 2 présente les impacts attendus des différents instruments discutés (augmentation de l'offre, incitation, et régulation), au regard de trois critères : augmentation de la ressource, impact attendu sur les prélèvements en nappe et valorisation de l'eau. Il n'apparaît pas d'instrument qui, seul, permette à la fois de mieux valoriser l'eau et de diminuer les prélèvements sur la nappe. Par ailleurs, ces instruments diffèrent aussi par la rapidité avec laquelle ils peuvent être mis en œuvre : des politiques de subvention, voire de régulation peuvent être mises en œuvre sur un horizon bien plus court qu'une reconversion d'une partie de l'économie locale vers des activités non agricoles. Ceci montre la nécessité de combiner les approches, pour limiter l'augmentation des prélèvements sur les nappes tout en maintenant le revenu des agriculteurs. C'est bien un ensemble d'actions combinées de régulation et d'appui qui structure la convention cadre dans le Souss.

7. Pistes de réflexion pour une économie agricole fondée sur l'usage durable des nappes et qui prenne en compte la diversité des types d'agriculture

L'analyse précédente montre que des politiques publiques et des mécanismes de coordination sont initiés, et sont la preuve d'un intérêt croissant porté à la question de la surexploitation des nappes, même si pour l'instant, ces initiatives n'ont pas encore permis de restaurer l'équilibre entre ressource et usage dans les aquifères étudiés. Ces initiatives prometteuses montrent en tout cas l'intérêt d'une approche intégrative, qui d'une part associe actions de régulation et actions d'appui, et d'autre part est portée par des coalitions d'acteurs locaux.

7.1 Utiliser une gamme plus large d'instruments et veiller à leurs impacts

Efficiences et l'équité des instruments de régulation utilisés

Le contrôle des creusements de puits et forages apparaît souvent comme une mesure nécessaire pour assurer la durabilité de l'usage

des aquifères. Contrairement à d'autres cas décrits en Inde par exemple (Shah, 2009), la principale contrainte à la mise en œuvre d'un tel contrôle au Maghreb n'est pas celle du coût de contrôle, du fait de la présence assez forte des autorités locales en zone rurale. Cette contrainte est avant tout celle d'une volonté et implication forte des autorités locales dans ce contrôle. Ces autorités ont souvent en effet l'impression d'avoir à arbitrer entre une « paix sociale » à court terme et la viabilité du système agriculture – aquifère, moins visible, à moyen terme.

De plus, il existe un enjeu d'équité, car les agriculteurs ne disposent pas des mêmes ressources pour contourner les dispositifs institutionnels de contrôle existants. Ainsi, 70% des agriculteurs interrogés sur les trois sites étudiés en Algérie soulignent l'importance d'avoir des « réseaux » pour obtenir le droit de forer. Enfin, en Tunisie, il y a un enjeu de la constitution d'une autorité légitime pour effectuer ce contrôle, depuis les événements de janvier 2011. Il existe en Tunisie et en Algérie, du fait des taux élevés de forages connectés au réseau électrique, la possibilité de contrôler l'usage de l'eau par le biais de la consommation électrique, comme cela se fait en Inde.

Tableau 2. Impacts attendus des différents instruments mis en œuvre et considérés

Type de politique	Instruments	Impacts attendus			Mise en œuvre
		Augmentation de la ressource	Baisse des prélèvements dans l'aquifère	Meilleure valorisation de l'eau	
Politiques d'augmentation des ressources en eau	Recharge de nappe	Oui	Non	Non	Ras Jebel, Mitidja Centrale, Souss
	Périmètre irrigué à partir d'eau superficielle amenée ou d'eau usée, dessalement d'eau de mer	Oui	Incitation	Non	Guerdane (Souss), Ras Jebel
Politiques incitatives de gestion de la demande	Appuyer la reconversion vers l'irrigation localisée	Non	Impact positif ou négatif	Impact fort	Sur toutes les zones
	Aide à la conduite de l'irrigation	Non	Pas d'impact direct	Impact fort	Souss
	Tarifcation	Non	Faible impact	Non	Souss
	Accompagner une conversion vers des cultures qui valorisent mieux l'eau	Non	Impact positif ou négatif	Impact fort	Discuté dans le Souss
	Mécanisme d'assurance, emplois hors agricole	Non	Incitation	Non	Discuté, mais non planifié
Politiques de régulation de la demande	Contrôler les nouveaux prélèvements et l'approfondissement des prélèvements existants	Non	Impact positif	Pas d'impact	En théorie, sur toutes les zones
	Enregistrement des puits et forages existants	Non	Améliore la mise en œuvre du contrôle	Pas d'impact	Souss, Saïss, Berrchid

Pour faire face à ce problème de mise en œuvre et d'équité, une solution en cours d'élaboration par l'administration en Tunisie est de confier, sur des petites nappes, le contrôle des forages à des associations d'agriculteurs. Les résultats d'expériences semblables au niveau international sur une telle approche ne sont pas univoques. Cette approche a été jusqu'à maintenant un échec au Mexique (Wester et al., 2009). En Espagne, elle n'a fonctionné que lorsque les associations d'usagers de l'eau ont émané d'un projet porté par les agriculteurs et non lorsqu'elles ont été créées par l'administration (Rica et al., 2011). De plus, en France, si les agriculteurs reconnaissent parfois la pertinence d'une régulation des forages, ils ne souhaitent souvent pas gérer directement le contrôle de l'usage des eaux souterraines et préfèrent en confier la responsabilité à l'Etat (entretiens dans la Beauce et pour le cas du Roussillon, Rinaudo et al., 2011).

Si la possibilité d'un autocontrôle semble possible sur des zones de dimensions limitées, car les agriculteurs se connaissent entre eux, elle ne semble pas pertinente pour les plus grandes aquifères, comme celui de Sisseb El Alem. Sur de tels grands aquifères, la mise à disposition au niveau d'organisations professionnelles agricoles locales de cartes indiquant les positions des puits et forages régularisés pourrait cependant permettre aux agriculteurs, à défaut de faire le contrôle eux-mêmes, tout au moins de contrôler la mise en œuvre équitable et transparente de la police de l'eau.

Vers un éventail plus large et intégré d'instruments mobilisables

L'ensemble des actions pour améliorer la valorisation de l'eau au niveau individuel (meilleur accès au marché, meilleurs rendements, etc.) comme collectif (meilleur fonctionnement des GDA, etc.) permettra d'améliorer la capacité d'adaptation des exploitations agricoles. Cependant, en absence d'action de régulation, de telles politiques pourraient contribuer à maintenir une pression forte sur la ressource. Ainsi, il serait possible d'appuyer la production de chou-fleur ou d'artichaut dans la zone côtière de la Chaouia, car ces plantes sont tolérantes à la salinité. Cependant, un tel accompagnement pourrait conduire à maintenir une situation où les prélèvements restent bien supérieurs à la recharge de la nappe. Un tel accompagnement serait alors utilement combiné avec des mesures de restriction de l'augmentation des prélèvements.

Différentes actions ont été identifiées précédemment comme potentiellement intéressantes, mais encore peu explorées. Il sera ainsi utile d'identifier les cultures et filières permettant une meilleure valorisation, de façon à concevoir des politiques appuyant une réorientation d'une partie des exploitations vers ce type de cultures. Il s'agirait de politiques probablement incitatives : les administrations n'ont pas de contrôle

direct sur les cultures produites avec de l'eau souterraine, et aucune des administrations publiques rencontrées n'a émis le souhait de mettre en œuvre une régulation des productions agricoles. De même, les opportunités de politiques de développement local favorisant des emplois non agricoles (tourisme rural, industrie) pourraient être mieux intégrées aux discussions locales.

7.2 Catalyser la création de coalitions, au niveau local et national, de façon à concevoir, coordonner et mettre en œuvre des politiques

Des réflexions au niveau national dans chacun des pays sont en cours et essaient de tisser des liens entre politique agricole et politique de l'eau, en prenant en compte des enjeux tels la sécurité alimentaire ou une comptabilité des ressources en eau prenant en compte les eaux virtuelles transitées à travers les importations de produits agricoles (Chahed et al., 2007). Ces études gagneront à être discutées entre les ministères concernées, pour définir des politiques publiques plus intégrées. Parallèlement à ce travail, il paraît important de continuer d'expérimenter de nouvelles approches au niveau local.

Pertinence des coalitions

La constitution de coalitions d'acteurs capables d'agir ensemble (Mollinga et al., 2007) semble une étape importante pour la conception et la mise en œuvre de politiques pour faire face à l'usage non durable des nappes, pour plusieurs raisons : i) il n'apparaît pas d'instruments qui soient valables partout, mais il semble plus pertinent de concevoir des ensembles d'instruments coordonnés au niveau local ; ii) certains instruments nécessitent de raisonner au niveau du développement local, et non plus seulement dans un cadre restreint aux domaines de l'agriculture et des ressources en eau ; iii) il faut rassembler suffisamment d'acteurs pour que les choix effectués puissent être mis en œuvre. Dans de nombreux cas, tels que ceux de la Chaouia côtière ou de la nappe du Saïss, les coalitions existantes ne réunissent pas suffisamment d'acteurs, et n'arrivent pas à définir et mettre en œuvre une stratégie qui permettrait d'assurer à la fois la durabilité des aquifères et des agricultures qui en dépendent.

De telles coalitions pourraient inclure les administrations en charge de l'agriculture, celles en charge de la ressource en eau, mais aussi et surtout les agriculteurs qui, localement, sont prêts à faire des propositions pour que leur activité puisse continuer de façon pérenne dans leur région. Si Shah (2009) affirme que les agriculteurs des nappes alluviales en Inde ne sont pas intéressés par participer à la gestion des aquifères, les expériences menées à Berrchid et dans la Chaouia (Faysse et al.,

soumis) montrent que les agriculteurs peuvent être intéressés à participer à la conception des instruments de gestion.

Ces coalitions peuvent aussi inclure les collectivités locales (cf. le rôle moteur du conseil régional du Souss-Massa), de façon à considérer éventuellement des solutions au niveau des territoires locaux, telles que la création d'emploi non agricoles. Les instances locales du Ministère de l'intérieur pourraient aussi y jouer un rôle, pour pouvoir assurer un « portage » local de la police de l'eau, en particulier au Maroc. Ces coalitions peuvent aussi être plus larges, comme le montre la pertinence d'associer la société de production et de distribution d'électricité (STEG) en Tunisie, à la fois pour relier électrification et autorisations de forage et pour éventuellement la mise en place de nouvelles formes de tarifications et de quotas.

Opportunités d'un accompagnement à la formation de coalitions

La constitution de ces coalitions n'est cependant pas chose facile et pourrait être appuyée de plusieurs façons. Premièrement, un acteur peut accompagner la formation de ces coalitions. Au Maroc, ce sont les agences de bassin qui ont la responsabilité de concevoir les contrats de nappe, qui sont une opportunité pour la construction de telles coalitions. C'est ce que propose l'agence du Bouregreg Chaouia qui, au printemps 2011 a pris l'initiative de réunions avec des Gouvernorats et des Tribunaux, pour expliquer l'importance de l'enjeu de la surexploitation et demander à ces acteurs de collaborer pour, mettre en œuvre une régulation des forages, ou appuyer la conception des périmètres irrigués à partir d'eau usée traitée. Cependant, de façon générale, les agences de bassin au Maroc manquent de ressources humaines pour prendre en charge une telle animation. D'autre part, elles ont une responsabilité de protéger la ressource en eau qui peut nuire à leur capacité à être reconnues comme une entité d'animation du débat (en France, ce rôle d'animation du débat est parfois confié à des structures locales, par exemple des syndicats de pays).

Deuxièmement, il est souvent affirmé la nécessité de sensibiliser les agriculteurs à l'enjeu de la surexploitation des nappes. Si bien un tel travail est utile, notamment dans l'acquisition par les agriculteurs de connaissances sur le fonctionnement des aquifères, la sensibilisation au problème et l'intégration dans le débat doivent aussi concerner les autres organisations concernées, que cela soit d'autres administrations publiques, des collectivités locales, voire des compagnies publiques comme les sociétés d'électricité.

Troisièmement, il n'existe que peu d'associations professionnelles réunissant spécifiquement les usagers des eaux souterraines (les GDA

tunisiens et les Associations d'Usagers d'Eau Agricole du Souss fonctionnant à partir de forages pourraient être considérés comme de telles associations). Cependant, notamment dans les régions de Berrchid ou de la Chaouia côtière, il n'existe pas d'associations professionnelles entretenant des liens forts avec les agriculteurs exploitant la nappe. Dans ces cas, il sera nécessaire d'identifier d'autres mécanismes de participation des agriculteurs, par exemple à travers les associations professionnelles existantes, même si ces dernières n'ont pas de responsabilité officielle vis-à-vis de la gestion de l'eau. De plus, à Berrchid, 42% de la terre est cultivée par des locataires, qui donnent bien moins d'importance à l'usage durable des terres qu'ils utilisent. Il sera alors utile de développer des démarches spécifiques pour intégrer les propriétaires aux discussions. De plus, les grandes exploitations ont souvent plus de capacités que les plus petites, pour participer à des coalitions d'acteurs, pour contourner la mise en œuvre des instruments de régulation de l'accès à l'eau, et pour bénéficier des instruments incitatifs, tels que les subventions pour la conversion à l'irrigation localisée. Il y aura un intérêt particulier à s'assurer que les discussions incluent ces petites exploitations.

Quatrièmement, la diversité des initiatives prises dans les pays du Maghreb mais aussi au niveau international, montre l'intérêt d'échanger autour de ces expériences. Ces échanges gagneront à être organisés autour d'initiatives locales concrètes plutôt que de se limiter aux aspects légaux, et à s'ouvrir à des pays offrant des caractéristiques institutionnelles et d'exploitations agricoles proches, comme l'Inde ou le Mexique.

Il sera enfin utile qu'un cadre formalisé permette de structurer et de faire reconnaître par les gouvernements au niveau national, les éventuels accords passés au niveau local (suivant en cela la logique prônée par Ostrom, 1990). Le contrat de nappe, tel qu'envisagé actuellement au Maroc, pourrait être l'opportunité d'une telle reconnaissance de la capacité d'initiative des acteurs locaux, à condition qu'il soit bien le résultat d'une co-construction entre tous les acteurs.

Se doter des connaissances nécessaires pour comprendre les dynamiques en cours et analyser les options disponibles

Comme indiqué en introduction, l'usage des eaux souterraines a été jusque là largement une révolution « silencieuse ». Pour comprendre les dynamiques en cours au niveau local, il serait nécessaire d'analyser l'évolution passée et actuelle des territoires où est apparu cet usage intensif des eaux souterraines, à la fois en termes hydrologiques, sociaux et économiques. Il serait notamment utile d'estimer quel est le volume de cette économie fondée sur l'usage des eaux souterraines, notamment pour évaluer les coûts d'un scénario de surexploitation et d'absence

de gestion, mais aussi pour mettre en regard une telle estimation avec les coûts de possibles options de gestion.

De plus, au niveau national et au niveau local, les administrations avancent à la fois avec des politiques d'offre et des politiques de demande, sans avoir formellement défini quel effort relatif donner à ces deux types de politiques. Il n'existe encore pas, à notre connaissance, d'estimation sur un cas d'étude donné au Maghreb,

des coûts et impacts prévisibles des différents instruments envisagés, en termes par exemple d'usage des ressources, de valorisation de l'eau, et d'impact sur les dynamiques des exploitations agricoles. Il apparaît ainsi utile de pouvoir accompagner la discussion des options proposées, depuis la construction d'un cadre de compréhension et de diagnostic commun entre les acteurs, jusqu'à l'évaluation des coûts et impacts des différentes options considérées, en particulier sur les différents types d'exploitation existants.

8. Conclusion

Malgré l'urbanisation des sociétés au Maghreb, les zones rurales vont rester de première importance dans les années à venir. L'effectif des populations rurales des trois pays étudiés devrait rester stable d'ici à 2020 (Abis, 2007). De plus, le secteur agricole reste un secteur fondamental de l'économie du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie, avec un PIB agricole respectivement de 18%, 11% et 13% (Hervieu et al., 2006). Comme ailleurs dans le monde, ce secteur agricole reprend une importance croissante dans les politiques publiques. Le Maroc a ainsi, avec le Plan Maroc Vert, conçu une politique de grande envergure pour l'agriculture.

La mise en exploitation des eaux souterraines a été un des facteurs clés de la croissance de l'agriculture en Afrique du Nord durant ces dernières décennies, après la phase d'investissements publics dans des réseaux irrigués à partir des eaux superficielles. Cependant, cette utilisation est devenue aussi le principal risque de non-durabilité des usages de l'eau pour le Maroc, l'Algérie et la Tunisie, et une des principales fragilités des économies agricoles de ces pays.

Les trois pays du Maghreb ont historiquement développé des stratégies différenciées pour faire face à la surexploitation des nappes. Ainsi, au Maroc et en Tunisie, l'approche choisie a d'abord été une mobilisation des ressources en eau, et plus récemment la recherche d'un contrôle de la demande en eau d'irrigation, notamment au Maroc, par une volonté de mettre en œuvre de façon plus active la régulation prévue dans les textes. En Algérie en revanche, une politique de régulation est en place depuis les années 1980, et ce n'est qu'au cours des années 2000 que le gouvernement a donné plus d'importance à une politique d'augmentation des ressources en eau.

Dans l'ensemble, les politiques mises en œuvre étaient sectorielles, peu coordonnées, et n'appréhendaient pas de façon conjointe les différents risques liés à l'usage non durable des nappes sur un territoire donné. Ce manque de vision intégrée correspondait aussi à l'absence, au niveau international, de modèles cautionnés par les bailleurs de fonds pour faire face à la baisse des niveaux de nappe, dans les situations où les usagers sont informels et les organisations de gestion de la ressource ont des moyens limités (Mukherji et Shah, 2005).

Plus récemment, différentes initiatives ont vu le jour, à la fois pour chercher des façons innovantes de mobiliser de nouvelles ressources en eau, mais aussi en associant les différents acteurs locaux à la conception de « paquets » alliant instruments de création de ressource

et de régulation des usages. Dans ce contexte où il n'est pas imaginable à court terme d'envisager un mécanisme de gestion comme celui utilisé dans la Beauce, avec mise en place de compteurs et de quotas pour chaque agriculteur, différentes approches innovantes ont été testées. Ces expériences ont souvent été conçues au niveau local, celui du territoire de l'aquifère.

Quoique plusieurs des initiatives analysées apparaissent prometteuses, aucune d'entre elles n'a jusqu'à maintenant permis d'assurer un retour à l'équilibre entre usage et ressource. Pour atteindre le double objectif d'une activité agricole et d'une utilisation des ressources souterraines durables, l'analyse présentée ici argumente la nécessité de combiner différents instruments. Cette contrainte est aussi une opportunité, car ce type de combinaisons d'instruments sera bien plus acceptable par les agriculteurs que des instruments seulement orientés vers la conservation de la nappe. C'est autour de ce type de combinaisons qu'un consensus entre les différents acteurs concernés pourra se produire. Cette combinaison d'instruments peut être à la fois l'objet et la motivation de création de « communautés locales d'acteurs » qui puissent prendre l'initiative de développer de tels instruments vers une gestion durable du système agriculture-aquifère-sol.

La constitution de ces coalitions pourrait faire l'objet d'un accompagnement, tout comme les réflexions qu'elles auront à mener sur les options possibles pour accompagner une économie agricole fondée sur l'usage durable des aquifères. La gestion des eaux souterraines nécessite la conception de politiques territoriales innovantes, tout autant dans les instruments à utiliser que dans la manière de les concevoir et de les mettre en œuvre.

De nombreuses ressources naturelles surexploitées au Maghreb partagent des caractéristiques similaires à celles des eaux souterraines, telles que la difficulté de contrôler individuellement les prélèvements de très nombreux usagers informels, la complexité des dynamiques de ces ressources naturelles, et les moyens limités des organisations publiques en charge de la gestion de ces ressources. C'est par exemple le cas des forêts et des zones steppiques utilisées comme parcours pour l'élevage. Les principaux principes de gestion présentés dans cette étude, telle que l'opportunité de combiner les approches, ou de construire des coalitions pour la réflexion et la gestion qui englobent des acteurs au-delà du couple agriculture-ressource naturelle, seront aussi des éléments importants de réflexion pour se donner les moyens d'une gouvernance effective, alliant niveaux local et national, pour ces autres ressources naturelles.

9. Références

Abis, S. 2007. Les dynamiques démographiques en Méditerranée. Notes d'analyse du CIHEAM, n° 11.

Agoussine, M., Bouchaou, L. 2004. Les problèmes majeurs de la gestion de l'eau au Maroc. *Sécheresse*, 15(2) : 187-194.

Al Atiri R., 2007. Evolution institutionnelle et réglementaire de la gestion de l'eau en Tunisie, Vers une participation accrue des usagers de l'eau ; in Sami Bouarfa, Marcel Kuper, Abdelhafid Debbarh (éditeurs scientifiques) 2007. L'avenir de l'agriculture irriguée en Méditerranée. Nouveaux arrangements institutionnels pour une gestion de la demande en eau. Actes du séminaire Wademed, Cahors, France, 6 et 7 novembre 2006. Cirad, Montpellier, France.

Bachta M.S., Le Goulven P., Le Grusse P., Luc J.P. 2000. Environnement institutionnel et relations physiques pour une gestion intégrée de l'eau dans le milieu semi-aride méditerranéen. Le cas tunisien. In : Séminaire international Montpellier 2000, Hydrologie des régions méditerranéennes, Montpellier, 11-13 octobre 2000. Paris, Unesco, PHI-V/Documents techniques en hydrologie, n° 51, p. 177-186.

Bahir, M., Mennani, A. 2002. Problématique de la gestion des eaux souterraines au Maroc. *Estudios Geologicos*, 58 : 103-108.

Barbier, M., Chia, E. 2001. Negotiated agreements on Groundwater quality management: a case study of private contractual framework for sustainable farming practices. In: C.Dosi (ed.), *Agriculture use of groundwater. Towards Integration Between Agricultural Policy and Water Resources Management*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bekkar Y., Kuper M., Errahj, M., Faysse, N., Gafsi, M. 2009. On the difficulty of managing an invisible resource: the use of groundwater for irrigation. *Irrigation and Drainage*, 58: S252-S263.

Bekkar, Y., Kuper, M., Hammani, A., Dionet, M., Eliamani, A. 2007. Reconversion vers des systèmes d'irrigation localisée au Maroc quels enseignements pour l'agriculture familiale ? *Hommes, terres et eaux*, 137: 38: 51.

Ben Boubaker, H. 2010. Changement climatique ressources en eau et développement durable en Tunisie quels défis quelles réponses? 6ème colloque international du PS2D, Hammamet, 21-23 juin 2010.

Bento S, Driouech F, Errahj M, Faysse N, Garin P, Richard Ferroudji A, Rinaudo JD, Rollin D, Schmidt L, Varanda M. 2009. Farmers' relations to climate variability and changes: the case of groundwater users of coastal aquifers in France, Portugal and Morocco. Paper presented at the 9th conference of the European Sociological Association, Lisbon, Sept, 3rd.

Berrahmani A, Faysse N, Errahj M, Gafsi M. submitted. Chasing water: Diverging farmers' strategies to face the groundwater crisis in the coastal Chaouia region in Morocco. Submitted to *Irrigation and Drainage*.

Bouarfa, S. 2004. La reconversion à la micro irrigation n'est pas la solution miracle ! Message de conclusion du séminaire Wademed. www.eau-sirma.net.
Bouarfa, S., Marlet, S., Douaoui, A., Hartani, T., Mekki, I., Ghazouani, W., Ben Aissa, I., Vincent, B., Hassani, F., Kuper, M. 2009. Salinity patterns in irrigation systems, a threat to be demystified, a constraint to be managed: Field evidence from Algeria and Tunisia. *Irrigation and Drainage*, 58, 273 - 284.

Boudjadja, A., Messahel, M., Pauc, H. 2003. Ressources hydriques en Algérie du Nord. *Revue des sciences de l'eau*, 16 (3) : 285-304.

Boudjellal, A., Bekkar, Y., Kuper, M., Errahj, M., Hammani, A., Hartani, T. 2011. Analyse des arrangements informels pour l'accès à l'eau souterraine sur les périmètres irrigués de la Mitidja (Algérie) et du Tadla (Maroc). *Cahier Agricultures*, 20 (1-2) : 85-91.

Bzioui, M. 2005. Rapport sous régional Sur la mise en valeur des ressources en eau en Afrique du Nord. Rapport UN WATER-AFRICA.

Chahed, J., Besbes, M., Hamdane, A. 2005. Stress hydrique et sécurité alimentaire : une vision intégrale des ressources en eau. *La houille blanche*, 52-57.

Christensen J.H., Hewitson B., Busuioac A., Chen A., Gao X., Held I., Jones R., Kolli R.K., Kwon W.-T., Laprise R., Magaña Rueda V., Mearns L., Menéndez C.G., Räisänen J., Rinke A., Sarr A., Whetton P. 2007. Regional Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Douaoui, A., Hartani, T., Lakehal, M. 2006. La salinisation dans la plaine du Bas-Chelif : acquis et perspectives. In. *Economies d'eau en Systèmes Irrigués au Maghreb. Deuxième atelier régional du projet Sirma*, Marrakech, Maroc, 29-31 mai 2006.

El Fennani, O. 2009. Analyse et diagnostic de la mise en place et de la pratique d'irrigation localisée dans la zone de la Chaouia côtière. Master Degree Thesis. IAV Hassan II: Rabat; 137 pp.

Faysse, N. El Amrani, M., El Aydi, S., El Farssani, I., Lahlou, A. 2011. Quelles directions prendre, et avec qui? Orientations and appui des acteurs pour faire face à la surexploitation des aquifères au Maroc. Presentation at the Groundwater management conference, ICID, Orléans, Mars 2011.

Faysse, N., Errahj, M., Imache, A., Kemmoun, H., Labbaci, T. soumis. When the time is not ripe for integrated water resource management: Supporting dialogue among stakeholders for adaptation to a groundwater crisis in Morocco. Article soumis à *Ecology and Society*.

Gaaloul, N. 2008. Gestion intégrée des ressources en eaux souterraines: cas de la plaine du Cap Bon. *La Houille Blanche*, 5 : 38-44.

Hartani T, Douaoui A, Kuper M, Hassani F. 2008. Stratégies de gestion individuelle de la salinité dans le périmètre irrigué du Bas Chelif cas du périmètre de Ouarzane. In. M. Kuper, A. Zaïri, (Eds.) *Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du troisième atelier régional du projet Sirma*, Nabeul, Tunisie, 4-7 juin 2007. Cirad: Montpellier, France.

Hervieu, B., Capone, R., Abis, S. 2006. Mutations et défis pour l'agriculture au Maghreb. Notes d'analyse du CIHEAM, n° 16.

Horrich, F.J., Besbes, M. 2008. Rationalisation du réseau piézométrique du système aquifère du Sahara septentrional. *Sécheresse*, 19(3) : 163-171.

Houdret, A. 2008. The privatisation of irrigation water services: New partnerships and water conflicts in the El Guerdane project, Morocco. Papier présenté au 13th World Water Congress, International Water Resources Association, Montpellier, France, 1-4 September 2008.

Llamas, M.R. 2008. The groundwater development silent revolution: pros and cons. Zaragoza expo.

Loucif, N. 2003. Les ressources en eau et leur utilisation dans le secteur agricole en Algérie. *Revue Homme, Terre et Eaux*, 125.

Ministère Algérien des Ressources en Eau. 2011. Données sur les ressources en eau superficielle et souterraine. Site : http://www.mre.gov.dz/eau/resources_mre.htm.

Ministère Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable. 2008. Rapport National sur l'Etat de l'Environnement 2007.

Mamou, M. Besbes, M. Abdous, B., Latrech, D.J. and C. Fezzani. 2006. North Western Sahara Aquifer System (NWSAS). In Foster, S., Loucks, D. (Eds.), 2006. *Non-Renewable Groundwater Resources*. UNESCO, Paris.

- Molle, F.; Wester, P.; Hirsch, P. 2006. River Basin Development and Management. Chapter 17 of the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. <http://www.iwmi.cgiar.org/Assessment/index.htm>.
- Mollinga, P., Meinzen-Dick, R.S., Merrey, D. 2007. Politics, Plurality and Problems: A Strategic Approach for Reform of Agricultural Water Resources Management. *Development Policy Review*, 25(6): 699-719.
- Montginoul, M. et Lenouvel, V. 2009. Gérer les prélèvements individuels d'eau souterraine. Quels instruments envisageables ? Rapport non publié pour l'ONEMA.
- Mukherji, A., Shah, T. 2005 Groundwater socio-ecology and governance: a review of institutions and policies in selected countries. *Hydrogeology Journal*, 13:328-345.
- Ostrom E., 1990, *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Petit O, 2009. Un regard rétrospectif sur l'évolution de la gouvernance de l'irrigation en Beauce (1993-2008). *Secheresse* 20 : 262-70. doi: 10.1684/sec.2009.0194.
- Plan Bleu (2007). *Gestion de la demande en eau en Méditerranée, progrès et politiques. Suivi des progrès et promotion de politiques de gestion de la demande en eau. Rapport national de la Tunisie*. Document non publié.
- Postel, S. (1999). *Pillar of sand: Can the irrigation miracle last?* New York, USA: W. W. Norton & Company.
- Rica, M., Lopez-Gunn, E., Llamas, R. 2011. Emergence and persistence of Groundwater User Collectives in Spain. Reflexions on the role of users on groundwater management. Presentation at the Groundwater management conference, ICID, Orléans, Mars 2011.
- Rinaudo, JD., Bento, S., Varanda, M., Correia, L., Montginoul, M. 2011. Envisaging innovative groundwater management policies through scenario workshops in France and Portugal. Presentation at the Groundwater management conference, ICID, Orléans, Mars 2011.
- Shah T. 2009. *Taming the anarchy*. Resource for the Future Press.
- Siebert, S., Burke, J., Faures, J.M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P., Portmann, F.T. 2010. Groundwater use for irrigation – a global inventory. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 1863-1880.
- Tunis International Center for Environmental Technologies (TICET). 2009. Institutional framework and decision making practices for water management in Tunisia. Project Report of the CITET, March 2009.
- Trabelsi, R., Zairi, M., Hamed, D. 2007. Groundwater salinization of the Sfax superficial aquifer, Tunisia. *Hydrogeology Journal*, 15(7): 1341-1355.
- UNESCO. 2011. Inventory of Shared Aquifers in North Africa. Site Web. (http://www.inweb.gr/index.php?option=com_inwebmedamapsdatabase&Itemid=202), consulté en septembre 2011.
- Van Steenberghe, F. 2006. Promoting local management in groundwater. *Hydrogeology Journal*, 14: 280-391.
- Vidal, A., Comeau, A., Plusquellec, H. et Gadelle F., 2001. Case studies on water conservation in the Mediterranean region. IPTRID/FAO: Knowledge Synthesis Report no 4. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID), FAO, Rome, Italy, April 2001. 60 pp.
- Wester P, Hoogesteger J, Vincent L. 2009. Local IWRM organizations for groundwater regulation: The experiences of the Aquifer Management Councils (COTAS) in Guanajuato, Mexico. *Natural Resources Forum*, 33: 29-38.
- Zammouri, M., Siegfried, T., El-Fahem, T., Kriaa, S. Kinzelbach, W. 2007. Salinization of groundwater in the Nefzawa oases region, Tunisia: results of a regional-scale hydrogeologic approach. *Hydrogeology Journal*, 15(7): 1357-1375.

