



LA PENURIE D'EAU DANS LES PAYS ARABES ET LA NECESSITE DE L'UTILISATION DES EAUX NON CONVENTIONNELLES

ZELLA L.¹, SMADHI D.²

¹ Université de Blida, Algérie, BP 30A Ouled Yaich, Blida, Algérie
lakhdarz@yahoo.fr

² Institut National de la Recherche en Agronomie, Alger, Algérie (INRAA)
dalsmadhi@yahoo.fr

RESUME

Le grand enjeu auquel est confronté le monde arabe est de pouvoir produire davantage de nourriture avec un minimum d'eau. La population arabe représente 4,3% du total mondial mais ne dispose que de 0,63% des ressources en eau renouvelables, dont la moitié est d'origine exogène source de potentiels conflits. Les ressources en eau renouvelable estimées à 278 km³ offrent une ration annuelle à chaque individu de 583 m³. Ces ressources sont concentrées dans quelques pays, ce qui expose la grande majorité de la population au stress hydrique. Une part de 180 km³ soit 65% des ressources renouvelables est prélevée. Ces volumes répartis sur la population donnent un ratio de 421 m³ par an, un volume qui arrive diminué à l'utilisateur pour cause de mauvaise gestion. Une part de 70% de ce volume est utilisée en irrigation sans grand effet sur la production agricole qui reste faible et insuffisante. Cette situation de stress a contraint plusieurs pays à opter pour l'utilisation des eaux non conventionnelles. La gestion de l'eau est donc directement liée à la sécurité alimentaire. Dans le cadre de la production agricole, il existe de vastes possibilités d'accroissement de la productivité de l'eau grâce à une gestion rigoureuse utilisant les avancées de la recherche agronomique. Les rendements agricoles des terres irriguées peuvent être améliorés en gagnant en efficacité d'utilisation hydraulique.

Mots clés: stress, RER, prélèvements, dotation, normes

ABSTRACT

The great stake with which is confronted the Arab world is to be able to produce more food with a minimum water. The Arab population accounts for 4.3% of the world total but has only 0.63% of the renewable water resources, of which the half is extern origin, given potentials conflicts. The renewable water resources (RWR) estimated at 278 cubic km offer an annual ration to each individual of 583 cubic m. These resources are concentrated in some countries, which exposes the great majority of the population to the water stress. A share of 180 cubic km is 65% of the renewable resources. These volumes distributed on the population gives a ratio of 421 cubic meters per year, a volume which arrives decreased to the user due to bad management. A share of 70% of this volume is used in irrigation without much effect on the agricultural production which remains weak and insufficient. This situation of stress has constrained several countries to choose the use of no conventional water. The management of water is thus directly related to food safety. Within the framework of the agricultural production, there are many possibilities of increase in the productivity of water thanks to a rigorous management using the projections of the agronomic research. The agricultural outputs of the irrigated grounds can be improved while gaining in hydraulic efficiency of use.

Keywords: stress, RWR, deduction, dose, normes

INTRODUCTION

Les pays arabes, désavantagés par leur position géographique mais aussi par leur gouvernance, sont confrontés au spectre de la pénurie d'eau et à toutes les conséquences désastreuses qui en découlent. L'analyse de la situation hydrique dans ces pays est l'objectif de ce travail, basée sur la détermination des ratios de l'utilisation des ressources naturelles en eau et en terres agricoles. Les résultats sont classés et confrontés entre les pays et par rapport aux normes internationales en vigueur. Des résultats qui clarifient davantage la problématique de l'eau et des commentaires qui laissent émerger les solutions à apporter.

POSITION GEOGRAPHIQUE

Les 22 pays arabes représentent une bande d'une vingtaine de degrés, limitée entre le 12° parallèle au sud du littoral de la péninsule arabique et le 36° au nord de la frontière syro-turque. La longitude est de 16,5° à l'ouest de Nouakchott et de 60° à l'est d'Oman. Cette étendue (figure 1) a une superficie de 14 millions km², limitée par l'océan Atlantique au flanc occidental et par la mer d'Oman au

flanc oriental. La mer Méditerranée constitue une limite au nord pour plusieurs pays tandis que le désert s'impose comme frontière australe. L'étendue arabe est aussi traversée par la mer Rouge qui la sépare en deux parties, l'une occidentale : le Maghreb et l'autre orientale : le Machrek.



Figure 1 : Position géographique des pays arabes

Cette position géographique imprime un type de climat bien particulier à chaque entité territoriale où l'on constate l'influence de la mer méditerranéenne sur sa rive sud tandis que la mer Rouge rafraîchit ses rivages, celle d'Oman adoucit le climat au sud-est de la péninsule arabique. Cependant, l'intérieur des pays arabes se caractérisent globalement par un climat aride à hyperaride.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

D'un point de vue climatique, le monde arabe est situé dans un espace de transition entre deux zones :

- une zone tropicale et subtropicale qui se distingue par une quasi-constance de la présence de hautes pressions très stables. Autour de 30° de latitude, une partie de l'air s'arrête (cellule de *Hadley*), descend vers le sol, s'y accumule et forme une zone de hautes pressions, provoquant un réchauffement à cause de la compression de l'air (Mutin, 2000). On l'appelle la région des calmes tropicaux. Ces anticyclones maintiennent une protection contre les perturbations pluvieuses sur les régions sahariennes. Le déficit de précipitations atmosphériques est dû essentiellement à l'existence de chapelet de cellules d'air continental sec correspondant à ces hautes pressions.
- Une zone méditerranéenne du domaine tempéré, caractérisée par une circulation d'ouest à est, de dépressions cycloniques.

Le front polaire limite les deux domaines (tropical et tempéré) et se déplace au cours de l'année. Il remonte en latitude en été et descend en hiver jusqu'au nord de l'Afrique, permettant le passage de dépressions cycloniques. Cependant une zone échappe à ce schéma général (Mutin, 2007): le sud de la péninsule arabique (Yémen) qui reçoit des pluies de mousson en été.

A l'exception du Liban et des Iles Comores, les espaces désertiques occupent 7 millions km² soit la moitié de la superficie totale des pays arabes (Mutin, 2007). Le relief se caractérise par une platitude à l'horizon, à l'exception de quelques rares sommets montagneux tels que l'Atlas marocain (Toubkal 4167 m), les sommets du Liban (3083 m), ceux du Yémen (3660 m) et ceux de l'Algérie (Djurdjura 2308 m et Tahat 3003 m). On y trouve également la plus grande dépression au monde où la mer morte s'enfonce à -400 m. La région est très pauvre en couverture végétale qui reste globalement inférieure à 1% du territoire (Mutin, 2000).

Le climat, commandé par la latitude, la continentalité et le relief, est qualifié de capricieux et d'agressif, induisant des écoulements sporadiques provoquant des crues violentes qui contrastent avec la monotonie des étiages. Les pluies arrivent en hiver, une saison froide et courte ; des lames pluviométriques équivalentes à la moyenne annuelle peuvent tomber en une heure ou en une journée, accentuant le phénomène de l'érosion des terres. Les barrages perdent annuellement une moyenne de 1% à 2% de leur capacité de stockage, remplacée par le dépôt de vase. Au Maroc, cette perte est estimée annuellement à 50 millions m³, équivalent à la perte d'un potentiel d'irrigation de 5000 ha, des milliers de quintaux de produits alimentaires et autant de main d'œuvre agricole directe et indirecte (Mutin, 2007).

Ainsi, la pluviométrie moyenne est évaluée à 50 mm mensuellement et 156 mm annuellement (FAO, 1997). Les pays du Golfe arabique et l'Egypte ont une moyenne de 18 mm/an alors que celle du Liban culmine singulièrement à 827 mm (Zeid, 2004). Ces disparités existent au sein d'un même pays et les isohyètes supérieures à 500 mm couvrent des aires infiniment restreintes et majoritairement montagneuses, sachant qu'au dessous de 350 mm la production agricole exige le recours à l'irrigation.

Les étés sont secs et durent entre 3 et 10 mois selon les pays, durant lesquels la pluviométrie est totalement absente (Zeid, 2004). Plus de 85% de la région arabe est classée dans l'aride et l'hyperaride avec des pluies inférieures à 250 mm (Mutin, 2007).

Les températures saisonnières moyennes fluctuent entre 10°C en hiver et 25°C en été. La moyenne mensuelle durant les 30 dernières années, dans le désert, varie autour de 30°C pendant 7 mois de l'année (Mutin, 2007). Les records de températures sont enregistrés à Damas 44°C, à Bagdad 50°C et à Azizia 58°C. L'amplitude saisonnière de 15°C augmente à l'intérieur des terres continentales. Le sol surchauffé le jour (50°C), rayonne intensément la nuit, se refroidit portant la température à -8°C, l'écart se creuse à 42°C. L'insolation annuelle est un gisement important et avoisine 4000 heures ainsi que les radiations solaires

qui sont maximales où seuls 10% sont réfléchis. L'évaporation varie de 570 mm/an près du littoral à plus de 2500 mm au sud. Le pouvoir évaporant de l'atmosphère est très supérieur à la pluviométrie, ce qui impose l'aridité à toute la région arabe. Le lac Nasser en Egypte, évapore annuellement un volume de 10 km³ soit 1538 mm alors que sur le pourtour méditerranéen, la hauteur évaporée varie de 2 mm en hiver à 10 mm en été. Ces caractéristiques font que la sécheresse s'installe en tant que phénomène structurel, accentuée par le réchauffement climatique, elle constitue un handicap de taille pour la gouvernance de l'eau. Il a été constaté (CNRS, 2007) ces dernières années que les pluies ont diminué de 30% et que le taux de remplissage des barrages a chuté de 20%. Les rendements céréaliers fluctuent entre une moyenne de 10 q/ha en année humide et 5 q/ha en année sèche. Ce dernier cas entraîne le doublement des importations.

A l'exception de quelques impluviums d'aire insignifiante, l'ensemble des pays arabes ne peut compter sur les apports pluviométriques. L'irrigation est nécessaire pour la plupart de la production agricole. Certains pays tirent profit des fleuves qui les traversent, d'autres sont contraints d'exploiter les stocks d'eau fossile à des profondeurs très élevées.

POTENTIALITES EN EAU

Le monde arabe occupe 9,3% de la géosphère mais ne dispose que de 0,63% des ressources en eau renouvelables (RER) de la planète (Mutin, 2007 ; FAO, 2006). La population arabe est évaluée en 2005 à 324 millions d'habitants soit 4,3% du total mondial (Pison, 2005). L'Egypte est le pays le plus peuplé avec 74 millions d'habitants (23% du total), suivi du Soudan avec 40 millions (12%) et de l'Algérie avec 32,8 millions (10%). Les pays les moins peuplés sont Djibouti, Qatar, Bahreïn et les Iles Comores dont la population unitaire n'atteint même pas le million d'habitants. La densité de peuplement avoisine 14 habitants au km² et la plus élevée est celle de Bahreïn avec 1043 hab/km², suivie de celle de Palestine avec 633 hab/km² et du Liban avec 380 hab/km², cependant celles de Mauritanie et de Libye sont les plus faibles avec 3 hab/km². Les concentrations humaines accentuent les prélèvements et la pollution, en ce sens la densité est une donnée influente notamment quand les ressources en eau sont rares. Ces dernières sont surtout souterraines sauf pour les pays traversés par les grands fleuves.

Les eaux superficielles

L'écoulement superficiel permanent est quasi inexistant dans la plupart des pays arabes, à l'exception de quelques pays qui bénéficient de l'apport régulier de fleuves importants provenant de l'extérieur de leurs frontières : le Nil (1000 m³/s) arrose le Soudan puis l'Egypte, le fleuve Sénégal (700 m³/s) est un don

pour la Mauritanie, Jubba et Shabele irriguent la Somalie et les légendaires fleuves le Tigre et l'Euphrate ($13000 \text{ m}^3/\text{s}$ et $5200 \text{ m}^3/\text{s}$) offrent des volumes importants à la Syrie et à l'Irak. La moyenne de l'écoulement superficiel est estimée à $146,5 \text{ km}^3/\text{an}$ dont 70% localisés dans seulement quatre pays : Irak, Soudan Egypte et Maroc (Mutin, 2007). Ces eaux sont stockées dans de grands barrages comme le barrage d'Assouan en Egypte d'une capacité de 169 km^3 régularisant 157 km^3 , les barrages Irakiens captent 30 km^3 , les 34 barrages marocains retiennent 11 km^3 et ceux du Soudan emmagasinent 8 km^3 . Certains pays bénéficient modestement de rares cours d'eau permanents (Majerda en Tunisie, Jourdain en Jordanie, Orente et Litani au Liban, Yarmouk en Syrie). Dans la majorité des pays, le réseau hydrographique ne fonctionne que durant la saison pluviale, le reste du temps les lits sont secs ou ne reçoivent que les rejets des eaux usées. L'exploitation des cours d'eau est intense, ce qui limite sévèrement la recharge des nappes et fragilise la biodiversité du milieu naturel.

Les eaux souterraines

Les nappes phréatiques des pays arabes sont pratiquement surexploitées en totalité et les forages sont de plus en plus profonds, une situation qui a permis à la nappe marine de se substituer au vide laissé. Cet état de fait a contraint les pouvoirs publics à ne plus s'empêcher d'exploiter les réserves fossiles d'eau douce. Le sous-sol de certains pays arabes recèle de véritable mine d'or bleu, une eau emmagasinée depuis très longtemps et qui se renouvelle très faiblement. C'est le cas de l'aquifère albien qui concerne l'Algérie et ses voisins orientaux et qui piège $60\,000 \text{ km}^3$ sur une superficie de $600\,000 \text{ km}^2$, l'aquifère nubien d'une superficie de 2350 km^2 couvre 4 pays (Egypte, Libye, Soudan et Tchad) et stocke $50\,000 \text{ km}^3$ dont $20\,000 \text{ km}^3$ dans le sous sol égyptien et l'aquifère arabique renferme $143,8 \text{ km}^3$. La forte pression sur les RER, caractérisée par le très fort taux des prélèvements d'eau (supérieur à 40%) a contraint les pays à déboursier des capitaux importants afin d'exploiter leurs gisements hydriques fossiles. Deux exemples méritent d'être cités, celui de la grande rivière artificielle en Libye réalisant des transferts du sud vers le nord d'un débit de $2 \text{ km}^3/\text{an}$ sur de longues distances et l'exemple algérien du transfert Ain Salah-Tamanrasset, sur une distance de 750 km. C'est à partir de 40 forages, profonds de 270 m qu'un débit annuel de 36,5 millions m^3 est refoulé à l'aide de 6 stations de pompes (ADE, 2007).

Dans le souci d'assentiment et d'exploitation équitable des aquifères transfrontaliers, les pays riverains se concertent par le biais de convention sur la gestion de ces réserves d'eau fossile, l'une relative au SAS (système aquifère du Sahara septentrional), partagé entre l'Algérie, la Libye et la Tunisie et l'autre relative au NSAS (système aquifère nubien) co-propriété entre la Libye, l'Egypte, le Soudan et le Tchad. L'exploitation des eaux du Nil, celles du Tigre et de l'Euphrate est elle aussi basée sur des accords similaires. La raréfaction

des ressources hydriques va elle renforcer ces accords ou va-t-elle générer des conflits ?

Les coûts d'investissement ne cessent d'augmenter à cause de la raréfaction, les barrages sont de plus en plus onéreux comparativement aux volumes d'eau stockés, les forages sont davantage plus profonds et les canalisations de transfert de plus en plus longues. Ce n'est pas tant l'insuffisance des ressources en eau que l'augmentation du coût de sa mobilisation qui constitue le principal obstacle à l'exploitation de ces eaux.

La population arabe utilise annuellement 180 km³ d'eau douce dont 15% d'origine fossile (*Mutin*, 2007 ; FAO, 2006). Dans un souci de diversifier la production d'eau, de ne pas tarir les stocks fossiles et de préserver l'environnement, des efforts se sont orientés vers le dessalement et la revalorisation des eaux usées urbaines comme sources d'approvisionnement en eau.

Les ressources en eau renouvelable

Les quantités d'eau renouvelable de la région arabe sont estimées à 278 km³ dont près de 55% sont d'origine exogène (*Mutin*, 2000), potentiellement source de conflits gravissimes. L'Egypte et la Mauritanie dépendent à 97% d'eau originaire de l'extérieur du pays, la Syrie à 70% et le Soudan et la Somalie à 60%. Parmi les pays les plus gâtés en RER, on trouve dans l'ordre le Soudan (74,5 km³), l'Irak (61 km³) et l'Egypte (58 km³), l'Algérie vient en sixième position après le Maroc et la Syrie (*Zeid*, 2004).

La part des RER revenant à chaque habitant arabe est de 583 m³, soit un manque de 90% par rapport à la moyenne mondiale (6900 m³). La population arabe est d'ores et déjà en situation de stress hydrique même si elle utilise la totalité de ses ressources en eau renouvelables. Ces potentialités en eau sont concentrées à 91,8% dans huit pays (Egypte, Soudan, Irak, Syrie, Maroc, Algérie, Yémen et Arabie Saoudite), totalisant 83,4% de la population mais aussi il est constaté que 50% de la population (Egypte, Soudan, Irak et Syrie) détient 75% des RER dont les trois premiers pays bénéficient à eux seuls de 70%. Ces chiffres montrent la grande disparité en matière de RER entre les pays arabes où un habitant sur deux ne dispose que d'environ un quart des ressources hydriques et l'autre moitié bénéficie des trois quarts. La répartition des RER sur la population (figure 2) montre qu'à l'exception de l'Irak et du Soudan dont la part par individu est respectivement 2118 m³/hab et 1853 m³/hab, dans tous les autres pays la population ne dispose individuellement que d'un volume inférieur à 2000 m³. Parmi ces pays, 7 dont le Liban, le Maroc, Oman, l'Egypte, la Syrie, l'E.A.U et la Somalie constituent un panel où vivent 44% du total de la population dont la dotation est comprise entre 1000 m³/hab et 500 m³/hab. La Tunisie et l'Algérie qui représentent 13% ont une dotation comprise entre 500 m³/hab et 100 m³/hab et le reste soit 43% de la population se contente d'une part

individuelle inférieure à 100 m³/hab. Le graphique de la figure 3 donne la classification des pays par rapport aux normes 2000 m³/hab/an, 1000 m³/hab/an, 500 m³/hab/an et 100 m³/hab/an.

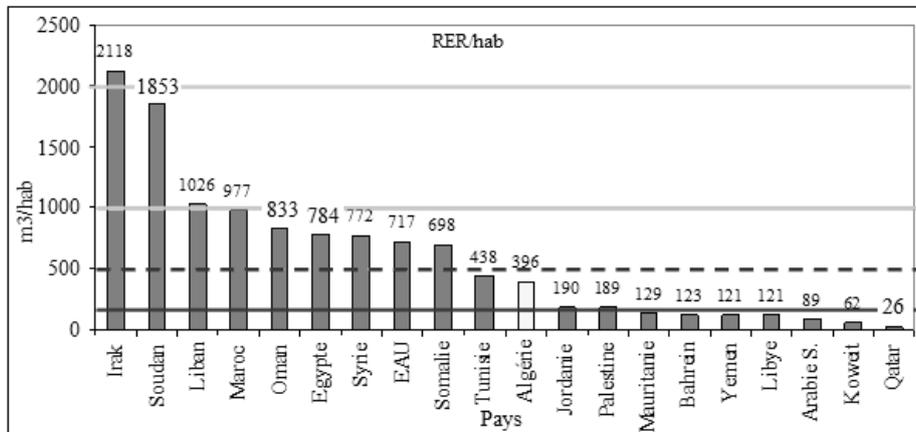


Figure 2 : Répartition des RER par habitant

Ce graphique (figure 2) montre les degrés de gravité de la situation hydrique dont la majorité des pays sont en dessous de la norme 1000 m³/hab. Il est évident que cette gravité s'accroît davantage sous la pression démographique et le développement inhérent. Cette pression est déjà perceptible sur les prélèvements.

Les prélèvements

Les volumes prélevés sont évalués à 180 km³ soit un taux qui s'élève à 65% des RER (*Mutin*, 2007 ; FAO, 2006), induisant une dotation moyenne annuelle par habitant de 421 m³. Ces deux derniers chiffres, comparés aux normes (UNESCO et OMM, 1997) ci dessus, indiquent que le milieu naturel et la population sont dans un état de stress hydrique sévère. L'examen du graphique (figure 3) montre que seuls deux pays (Egypte et Irak) qui représentent 32% de la population arabe totalisent 57% des prélèvements. Si on leur rajoute les prélèvements du Soudan, de l'Arabie Saoudite, du Maroc, de la Syrie et de l'Algérie, le taux atteint 91% pour 77% de la population. Les 23% restants doivent se contenter de 9% seulement. La situation du Qatar et celle de l'Arabie Saoudite sont exceptionnelles, ils exploitent respectivement l'équivalent de 950% et 741% de leurs RER, autant dire qu'ils ne comptent pas du tout sur les ressources renouvelables. Tous les autres pays utilisent plus de 40% des RER à l'exception du Soudan et du Liban. L'examen de la répartition des prélèvements (y compris les eaux non conventionnelles) sur la population montre que l'Irak vient en tête avec 1486 m³/hab/an, suivi de l'Egypte (803 m³/hab/an), de

l'Arabie Saoudite (663 m³/hab/an) et d'Oman (583 m³/hab/an). Ces pays constituent 40% de la population arabe et bénéficient d'une dotation annuelle supérieure à 500 m³/hab. On en déduit que 60% de la population ont une dotation théorique comprise entre 500 et 100 m³/hab/an. A titre de comparaison, la France, l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie exploitent environ 24% des RER, en revanche les pays nordiques (Norvège, Suède et Irlande) ne dépassent pas 2% (CNRS, 2007).

L'Egypte est le pays qui réserve le plus d'eau en volume à la consommation domestique, industrielle et agricole mais c'est le Koweït qui utilise la plus grande part (78%) des prélèvements au profit de la consommation domestique, les taux les plus faibles sont paradoxalement ceux du Soudan (1%) et de l'Irak (3%). Les pays qui réservent le plus d'eau à l'industrie sont le Qatar (25%) et l'Algérie (15%), il s'agit probablement de l'industrie pétrolière.

En ce qui concerne l'eau agricole, le Soudan utilise pratiquement toute sa ressource hydrique pour l'irrigation au détriment des autres secteurs qui bénéficient de volumes dérisoires. D'autres pays comme l'Egypte et l'Irak consacrent aussi des volumes importants à ce secteur, respectivement 50 km³ et 40 km³. La quasi-totalité des pays utilisent plus de 70% des prélèvements à l'agriculture. La dose par hectare dépasse 20000 m³ au Bahreïn, environ 15000 m³ à Oman et en Egypte et entre 5000 et 1000 pour le reste des pays. Les quantités prélevées sont réparties en moyenne dans le monde arabe à 75% pour l'irrigation, 6% pour l'industrie et 19% pour les usages domestiques. Ce taux moyen varie d'un pays à un autre mais la part de l'irrigation est partout la plus importante.

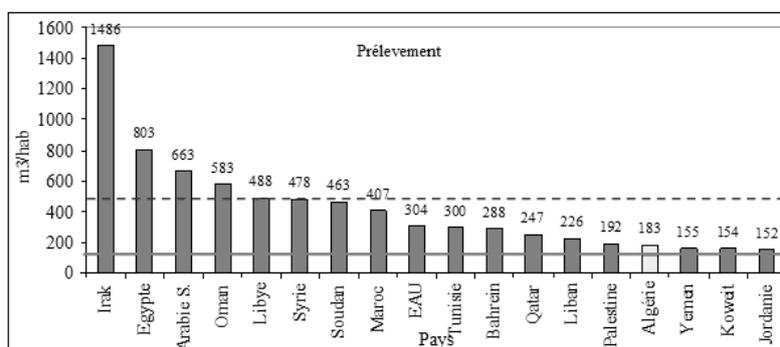


Figure 3 : Répartition des prélèvements par habitant

Ces potentialités prélevées qui sont en dessous des normes universelles (OMM, 2007) confirment la situation de stress hydrique dans la plupart des pays. En plus, il faut souligner que ces volumes n'arrivent pas en totalité à l'utilisateur, elles sont soumises à des réductions liées à des contraintes majeures (envasement, pollution, réchauffement climatique, insuffisance technique et mauvaise gouvernance), elles sont donc régulièrement en diminution. La

pression induite par la demande a contraint la plupart des pays à opter pour des solutions urgentes en consacrant une bonne part de leurs richesses au dessalement de l'eau de mer. Ses solutions envisagées dans la hâte peuvent provoquer l'effet boomerang. Le marché hydraulique algérien, potentiellement fort de ses 22 milliards de dollars attise les convoitises des *lobbies de l'eau*.

LE RECOURS AUX EAUX NON CONVENTIONNELLES

Afin d'échapper au stress hydrique et ses conséquences désastreuses, ces pays sont amenés à fournir une eau de plus en plus chère et répondre aux besoins croissants en eau. Ainsi, les usines de dessalement d'eau de mer, d'eau saumâtre et d'épurations des eaux usées sont en nette progression. Pour certains pays, leur survie en dépend entièrement, pour d'autres elles constituent un complément nécessaire.

Dessalement de l'eau de mer

Le recours au dessalement de l'eau de mer a constitué une bouée de sauvetage pour certains pays où la pénurie s'est installée il y a longtemps. Cette solution alternative relativement rapide à mettre en œuvre a permis d'atténuer les situations de stress occasionnel ou durable des pays ayant atteint le "fond du puits" en matière de prélèvements. Le tableau 1 donne une idée sur cet effort et présente une estimation des volumes d'eau dessalée et mis à contribution des eaux de prélèvement.

Tableau 1 : Potentialités en eau de mer dessalée dans certains pays

Pays	Millions m ³ /an	%	Prélèvement		E. domestique	
			Km ³	%	Km ³	%
Algérie	690	27,3	6	11,5	1,32	52,3
Arabie Saoudite	795	31,5	16,3	4,8	1,52	52,3
E.A.U	342	13,6	1,4	24,4	0,48	71,2
Koweït	240	9,5	0,4	60	0,31	77,4
Libye	130	5,1	2,83	4,6	0,42	30,9
Qatar	83	3,3	0,19	43,6	0,08	100
Tunisie	81	3,2	3	2,7	0,39	20,8
Irak	73	2,8	42,8	1,7	1,28	5,7
Bahreïn	56	2,3	0,21	26,6	0,08	70
Oman	32	1,4	1,4	2,2	0,09	35
Yémen	9	0,3	3,2	0,009	0,17	5
Total	2531	100	74,5	3,4	5,97	42,2

Le présent tableau montre l'essor du dessalement dans les pays arabes dont les volumes dépassent 2,5 km³ avec en tête de peloton l'Arabie Saoudite (31%) suivi de l'Algérie (27%). Les volumes d'eau dessalée renforcent les prélèvements au Qatar à hauteur de 43%, à 26% au Bahreïn, à 24% aux E.A.U et à 11% en Algérie où ils contribuent pour 52% à la consommation domestique. L'Algérie se donne l'ambition de porter ces volumes d'eau dessalés à 800 millions m³/an à l'horizon 2010 et à 1 milliard m³/an à l'horizon 2025. Cette contribution s'élève à 77% au Koweït, à 71% aux E.A.U et à 70% au Bahreïn. La consommation domestique au Qatar est totalement assurée par l'eau dessalée. On constate que se sont les pays pétroliers qui supportent la consommation énergétique de cette production d'eau potable dont le prix de revient minimum avoisine 0,5 dollar us le mètre cube. Les conséquences liées aux saumures rejetées dans le milieu marin sont pour le moment ignorées.

La réutilisation des eaux usées épurées

Le recours à l'utilisation des eaux usées épurées ou épandage des eaux usées épurées a débuté à la fin du 19^e siècle dans plusieurs pays comme l'Australie, la

France, l'Allemagne, l'Inde, le Royaume Uni, les USA et le Mexique. L'utilisation ne s'est pas limitée à l'irrigation mais elle a concerné l'industrie, le nettoyage des rues, l'aquaculture et la recharge des nappes souterraines. Les avantages offerts par ces eaux ont connus une promotion dans le monde où des pays réutilisent des volumes importants allant jusqu'à 25% ou 40% voire 100% des rejets. Cependant il est remarqué que seuls 2% des eaux usées épurées dans le monde sont réutilisées directement en irrigation (CNRS, 2007). Le reste est rejeté dans la nature. Certains pays arabes ont depuis longtemps misé sur ces potentialités, il s'agit notamment de l'Egypte, de la Tunisie, de la Jordanie et de l'Arabie Saoudite. Le tableau 2 montre les potentialités en eaux usées épurées, utilisées par certains pays arabes.

Tableau 2 : Part des eaux usées recyclées dans les prélèvements et l'eau agricole.

Pays	Millions m ³ /an	%	Prélèvement		E. agricole	
			Km ³	%	Km ³	%
Algérie	600	37	6	0,1	3,84	15,6
Arabie Saoudite	217	13,3	16,3	1,3	14,59	1,5
E.A.U	62	3,8	1,4	4,4	0,89	7
Koweït	83	5,2	0,4	20	0,08	100
Libye	10	0,62	2,83	0,3	2,12	0,5
Tunisie	200	12,3	3	6,6	2,4	8,3
Bahreïn	107	6,6	0,21	50	0,11	97
Oman	10	0,62	1,4	0,7	1,3	0,8
Egypte	225	13,8	59,4	0,4	52,27	0,5
Jordanie	60	3,7	0,88	6,8	0,57	10
Maroc	50	3,1	12,5	0,4	11,38	0,5
Total	1624	100	74,5	2,17	89,55	1,8

L'examen de ce tableau montre les efforts que l'Algérie a accomplis ces dernières années dans le domaine de l'épuration des eaux usées dont les volumes épurés représentent 37% du total (1,6 km³) des pays arabes. En tenant compte des prélèvements, les 600 millions de m³ d'eau usée épurée par l'Algérie, qui ne sont pas entièrement réutilisés, ne valent que 0,1% des volumes prélevés et représenteraient 15,6% des besoins agricoles en eau. Ces volumes épurés, censés renforcer les volumes prélevés, n'apportent globalement que 2,17% et participent à 1,8% aux volumes destinés à l'agriculture. En revanche, l'agriculture au Koweït comme au Bahreïn utilise exclusivement les

eaux usées épurées. L'Egypte valorise en plus jusqu'à 4 km³ d'eau de drainage, mélangés avec de l'eau douce. Dans le domaine de la recharge des nappes qui peut s'effectuer par des dispositifs d'infiltration d'eau usée, assurant la double fonction d'épuration et d'alimentation des nappes sous jacentes, la Tunisie prévoit d'employer 50 millions m³/an à cet usage à l'horizon 2030 (Mutin, 2007). Il est constaté que les lourds investissements consacrés à l'épuration des eaux usées pourraient être revus à la baisse si le dimensionnement des installations est réalisé, sur la base des rejets uniquement domestiques. En effet, les eaux usées qui sont traitées proviennent d'un réseau unitaire qui draine les eaux usées domestiques, les eaux industrielles et surtout les eaux pluviales. Les rejets d'eaux industrielles devraient subir un traitement singulièrement approprié. Comme pour le dessalement, les boues résiduelles constituent une contrainte à gérer à l'aval de l'épuration.

LA PRODUCTION AGRICOLE

L'alimentation humaine est tributaire de la production végétale et animale, sachant que cette dernière est elle-même dépendante de sa précédente. D'une manière globale, l'homme a amélioré au cours de son existence, la richesse calorifique de sa ration. Elle demeure en nette hausse mais la malnutrition menace près de un milliard d'êtres humains (FAO, 2004), essentiellement dans les pays en voie de développement. Les besoins en alimentations d'un adulte sont évalués en moyenne par la FAO à 2932 kcal par jour. Il est évident que les populations des pays développés en consomment des rations riches (3273 kcal) qui dépassent cette valeur moyenne contrairement à celles des pays en voie de développement qui se limitent à des rations pauvres (2535 kcal). En France, elle est de 3600 kcal alors qu'en Algérie elle vaut 3000 kcal (FAO, 2004). Cependant ces valeurs moyennes cachent une réalité amère relative à la sous alimentation humaine, dont la ration journalière ne dépasse pas 2000 kcal. En Afrique subsaharienne, ce fléau touche 43% de la population et provoque des victimes d'environ 9 millions d'individus chaque année (FAO, 2004 ; UNICEF, 2002) alors que les sous alimentés dans les pays arabes avoisinent 40 millions, en Algérie, le taux varie entre 6 et 10% selon les estimations soit 2 à 3 millions d'habitants. Des émeutes de faim ont éclaté cette année dans quelques pays d'Afrique et d'Asie.

A quoi est due cette fatalité de la malnutrition ? Les causes sont nombreuses et enchevêtrées néanmoins la politique mondiale du développement, le climat et la gouvernance sont les causes principales. Le fort soutien apporté à l'agriculture des pays développés a marginalisé l'agriculture des pays en voie de développement. Les pays en voie de développement se sont laissés piéger par l'importation de produits alimentaires au prix de revient moins cher que leur production locale. Ils sont devenus dépendants de l'extérieur, en abandonnant leurs cultures du terroir. Pendant que la production vivrière (céréales) diminue d'année en année et ne suit plus la croissance démographique, les importations à

partir des pays développés qui comblent leurs déficits sont en nette augmentation. L'Algérie importe 75% de ses besoins alimentaires. La valeur des importations des biens alimentaires est passée de 1 milliard de \$ US en 1970 à environs 5 milliards de \$ US en 2007. Le pays a importé 5 millions de tonnes en blé en 2006 et devrait doubler ces quantités en 2015.

L'examen des facteurs de production montre clairement l'abandon du secteur de l'agriculture. L'exemple du rapport entre la surface agricole utile et la population est significatif (figure 4 et 5). Il est en chute dans tous les pays arabes. Seuls 7 pays : Libye, Soudan, Tunisie, Syrie, Maroc, Algérie, Irak, représentant 51,5% des habitants arabes, ont un ratio compris entre 0,35 et 0,2 ha/hab soit 1ha pour 5 habitants.

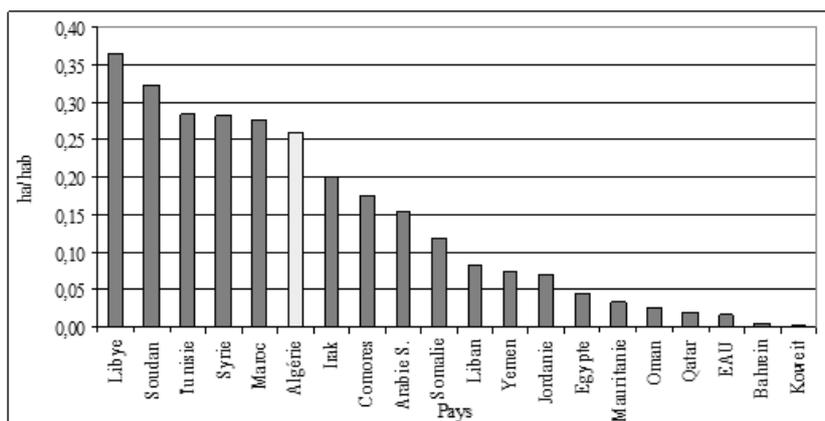


Figure 4 : Ratio de la surface agricole utile dans les pays arabes

La même constatation est faite à propos du ratio relatif à la surface agricole irriguée dont 7 pays (Irak, Libye, Arabie Saoudite, Syrie, Comores, Soudan, Egypte) c'est-à-dire 59,5% de la population ont un ratio compris entre 0,04 et 0,12 ha/hab soit 1ha pour 25 habitants.

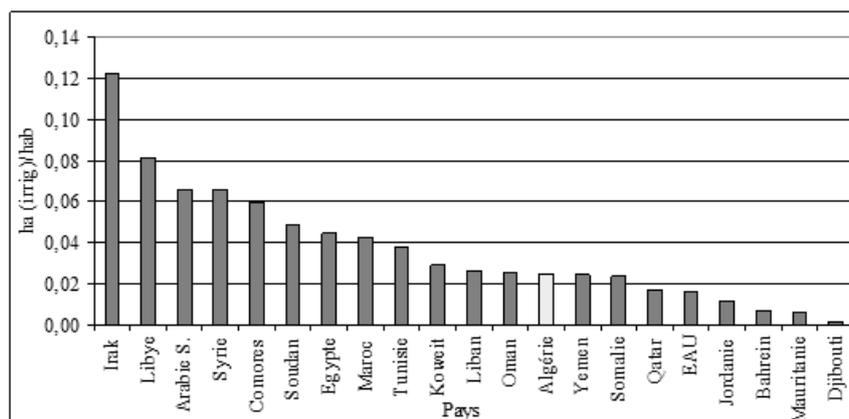


Figure 5 : Ratio de la surface irriguée dans les pays arabes

Pour améliorer la production agricole, on peut soit augmenter les surfaces soit les rendements à l'hectare. Ce dernier dépend de plusieurs facteurs mais le plus important est celui de l'irrigation. La production mondiale est assurée à hauteur de 40% par 264 millions ha irrigués soit 17% des 1,5 milliards ha de superficie cultivée dans le monde. Le reliquat, c'est à dire les 60% sont produits par 80% de cette superficie en régime pluvial (FAO, 2004). Au Pakistan comme en Chine 80% de la nourriture provient des terres irriguées. Dans les pays qui vivent déjà le stress hydrique, il est recommandé d'opter pour une agriculture productive en améliorant les rendements que ce soit en régime pluvial ou en régime irrigué. Sachant que pour produire 1 kg de nourriture, il faut en moyenne 2 à 4 tonnes d'eau, les besoins en eau d'irrigation vont s'accroître.

En Algérie la consommation moyenne annuelle en blé est estimée à 250 kg par personne. Si on considère qu'en régime pluvial, le rendement est de 10 q/ha, on en déduit que chaque hectare ne peut alimenter que 4 personnes. Donc, pour assurer les besoins de tout le pays, d'une population de 30 millions, il faut une superficie cultivée en céréales de 7,5 millions d'hectares. En revanche, si la même culture est menée en régime irrigué, le rendement moyen est de 50 q/ha, ceci assure la ration annuelle de 50 personnes et nécessite une superficie irriguée de 1,5 millions d'hectares. Cette production nécessitera un volume d'eau de 1,2 km³ avec une dose moyenne de 8000 m³/ha.

Si les surfaces irriguées ne représentent que 17% des surfaces cultivées dans le monde, elles assurent 50% de la valeur ajoutée par l'agriculture (FAO, 2004). La valeur agricole ajoutée par travailleur (tableau 3), qui est un indicateur de productivité, donne un aperçu sur l'efficacité du travail de la terre.

Tableau 3 : Valeur agricole ajoutée par travailleur

Région	Valeur ajoutée en %
Pays développés	2,5
Pays en développement	2,4
MENA	2,1
Algérie	1,1
Egypte	2,9
Syrie	4,1
Maroc	4,8
Tunisie	3,9
Yémen	1,8
Comores	0,6
Australie	3,1
France	6,1
Autriche	6,8
Monde	2,4

Source: (FAO, 2004)

Il est démontré, selon la FAO que pour combler les déficits nutritionnels induits par la croissance de la démographie et la faiblesse de la production, celle-ci doit augmenter de 60%. Les superficies irriguées doivent augmenter de 265 millions ha en 2008 à 331 millions ha en 2050, ce qui nécessitera 500 km³ d'eau en plus. Mais en raison du manque d'eau la meilleure possibilité serait d'améliorer l'efficacité des eaux d'irrigation. Actuellement elle est estimée à 38% à l'échelle mondiale, elle doit augmenter à 42%. Autrement dit, les pertes d'eau d'irrigation doivent diminuer de 8%.

CONCLUSION

Les pays arabes où vivent 324 millions d'habitants sont désavantagés par leur situation géographique et notamment la circulation atmosphérique générale. Cette position imprime à leur climat une aridité et une hyperaridité dominante, caractérisée par des niveaux de précipitation très faibles et des températures élevées. Les espaces désertiques occupent la moitié de la superficie totale. Le climat est qualifié de capricieux et d'agressif, conjugué à une sécheresse structurelle rendant la gouvernance de l'eau problématique. La population arabe qui représente 4,3% du total mondial ne dispose que de 0,63% des ressources en eau renouvelable du globe dont la moitié est d'origine exogène, source de conflits potentiels. Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 278 km³ se répartissant selon une quantité annuelle de 583 m³ par habitant. Cette valeur comparée à la norme (500 m³) montre la vulnérabilité de la région arabe vis-à-vis du stress hydrique et de ces conséquences sur le développement. Ces

potentialités sont concentrées à 92% dans 8 pays totalisant 83,4% de la population globale et plusieurs pays sont déjà sous la menace de la pénurie d'eau. Les volumes prélevés sont évalués à 180 km³ soit un taux de 65% des ressources renouvelables, induisant une dotation moyenne annuelle de 421 m³ par habitant. Un groupe de 32% de la population s'accapare de 57% des prélèvements et la plupart des pays, à l'exception du Soudan et du Liban, qui utilisent déjà plus de 40% de leurs ressources en eau renouvelables. Les volumes prélevés sont destinés à 75% vers l'agriculture, l'Égypte et l'Irak consacrent respectivement 50 km³ et 40 km³ à ce secteur. Le secteur domestique utilise 19% et le secteur industriel 6%. Il faut souligner que ces volumes n'arrivent pas entièrement aux utilisateurs pour cause de mauvaise gestion. La situation sur le terrain est plus dramatique.

Les rendements d'utilisation de l'eau sont très faibles et la situation du stress hydrique dérive plus rapidement vers la limite létale, tirée par la croissance démographique. Cette situation contraint les pays à investir dans le dessalement de l'eau de mer et la réutilisation des eaux usées épurées en espérant amoindrir la crise hydrique. Au total, les quantités d'eau dessalées avoisine 2,5 km³ et participent en moyenne à 4,2% à la consommation domestique. Ce taux est relativement plus élevé pour les pays de la péninsule arabique. En revanche, les potentialités d'eau usée épurée s'élèvent à 1,6 km³ dont uniquement 1,8% est réutilisé en agriculture.

En dépit de ces efforts dans le secteur de l'eau, la production est restée insuffisante par opposition aux besoins alimentaires de la population. La superficie agricole utile demeure insuffisante avec 1ha pour 5 habitants et 1 ha irrigué pour 25 habitants.

La plupart des pays arabes importent leur besoins alimentaire ce qui pose un problème de sécurité. Pour espérer échapper à cette dépendance, les politiques agricoles et hydrauliques doivent changer dans le cadre d'une politique générale cohérente, basée sur des principes scientifiques conduisant à produire plus de nourriture avec moins d'eau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MUTIN G. (Ed). (2000). *L'eau dans le monde : enjeux et conflits*. Ellipses, Paris.
- MUTIN G. (Ed). (2007). *Le monde arabe face au défi de l'eau*. Institut d'étude politique de Lyon.
- FAO. (1997). Irrigation in Arabic countries. Water report n° 9.
- ZEID A. (Ed). (2004). State of water in the arab region. CEDARE.
- CNRS. (2007). La consommation française domestique, industrielle et agricole. http://www.cnrs.fr/cw/dossier/doseau/france/11_consommation.htm.
- FAO. (2006). Base de données Aquastat. <http://www.fao.org/ag/aquastat>.
- Pison, G. 2005. Population et société. Bulletin mensuel de l'institut national d'étude démographique. N°414, juillet-août.

- UNESCO et OMM. (1997=). Y a-t-il assez d'eau sur la Terre. Rapport n° 857.
- OMM. (1997). L'échange des données météorologiques. Rapport n° 837.
- FAO. (2004). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome.
- UNICEF. (2002). L'eau dans le monde. Fiche thématique, l'eau potable et l'assainissement.
- ADE (Algérienne Des Eaux). (2007). Etat des lieux et perspectives.