



LA GESTION DE L'EAU PAR ISRAËL

**Mémoire de géopolitique
du Chef de bataillon Gilles CHEVALLIER
dans le cadre du séminaire « Moyen-Orient »**

Directeur : Monsieur Pascal LEPAUTREMAT

mars 2006

FICHE DOCUMENTAIRE

1. La gestion de l'eau par Israël
2. 2006_memoire_geop_gestion eau par Israël_Chevallier
3. Chef de bataillon, terre, CHEVALLIER Gilles, France
4. 23 mars 2006
5. Division A – groupe A3
6. Mémoire de géopolitique
7. L'eau est un enjeu déterminant pour Israël dont le climat général se caractérise par une grande aridité. Ainsi, la gestion de l'eau est un problème crucial d'intérêt national. Si Israël a su acquérir par la force les ressources qui lui manquaient, elle a entamé maintenant une mutation de sa politique de l'eau pour assurer son avenir. Sa mutation s'appuie sur des principes ou techniques déjà en vigueur de par le monde mais aussi sur des innovations qui place l'état d'Israël comme un pionnier de la gestion de l'eau.
8. Israël – Eau – Merkorot- Irrigation- réutilisation eaux usées (REU) – conduite nationale d'eau

La gestion de l'eau par Israël

SOMMAIRE

Première Partie

Un contexte difficile

Deuxième Partie

L'amélioration de la gestion

Troisième Partie

Vers de nouvelles ressources

INTRODUCTION	1
1. UN CONTEXTE DIFFICILE	2
1.1. Un voisinage difficile.....	2
1.1.1 Une histoire mouvementée.....	2
1.1.2. Des ressources à partager.....	5
1.1.3. Des voisins également en pénurie.....	7
1.2. Plusieurs déséquilibres.....	8
1.2.1. Un bilan déficitaire	8
1.2.2. Une pluviométrie inégale.....	8
1.3. Un défi : la pollution.....	10
1.3.1. Un enjeu croissant en Israël	10
1.3.2. Des polluants variés	10
1.3.3. Une origine anthropique.....	13
1.4. Des réservoirs fragiles et en baisse de niveau.....	13
1.4.1. La répartition.....	13
1.4.2. Les eaux de surface	13
1.4.3. Les nappes phréatiques	16
2. L'AMÉLIORATION DE LA GESTION	18
2.1. La gestion des ressources en eau.....	18
2.1.1. Les principaux acteurs	18
2.1.2. La conduite nationale d'eau.....	19
2.2. La régulation de la consommation.....	20
2.2.1. Un important potentiel d'économies	20
2.2.2. Le principal consommateur d'eau : l'agriculture.....	20
2.2.3. Les moyens de lutte contre l'évaporation.....	22
2.2.4. Des consommateurs privés à sensibiliser.....	22
2.3. Les techniques d'irrigation et de lutte contre la désertification.....	23
2.3.1. Le recyclage de l'eau	24
2.3.2. L'irrigation goutte-à-goutte	24
2.3.3. La technique du rain-off ou irrigation par ruissellement	25
2.3.4. Les réseaux d'irrigation	26
3. VERS DE NOUVELLES RESSOURCES	27
3.1. Des objectifs très ambitieux.....	27
3.1.1. Le plan israélien d'infrastructures de dessalement.....	28
3.1.2. Les nouveaux défis technologiques	28
3.2. Les technologies de dessalement : une forte compétence israélienne	29
3.2.1. Le principe de fonctionnement	29
3.2.2. Les compétences israéliennes	29
3.2.3. Les autres technologies	29
3.2.4. Le coût du dessalement.....	30
3.2.5. Les points forts des techniques utilisées	30
3.3. Le traitement des eaux usées.....	30
3.3.1. Le recyclage des eaux usées : Généralités	30
3.3.2. La technicité de la réutilisation des eaux usées (REU) en Israël	31
3.3.3. Un exemple de procédé israélien de REU	31
3.3.4. Le traitement des eaux usées et les technologies membranaires	32
3.4. Les coopérations régionales.....	32
CONCLUSION.....	34

INTRODUCTION

Le lendemain de la première guerre mondiale, le président de l'*Organisation mondiale sioniste*, Haïm Weizmann, adresse au Premier ministre anglais Loyd George la lettre suivante : *"Tout l'avenir économique de la Palestine dépend de son approvisionnement en eau... Nous considérons qu'il est essentiel que la frontière Nord de la Palestine englobe la vallée du Litani sur une distance de près de 25 miles, ainsi que les flancs ouest et sud du mont Hermon"*. L'objectif était d'assurer l'autosuffisance du futur Etat d'Israël.

L'eau est un enjeu déterminant pour Israël dont le climat général se caractérise par une grande aridité : les pluies, à peu près inexistantes d'avril à septembre, ne tombent que sur les régions montagneuses septentrionales : Galilée et Golan sont le château d'eau d'Israël. Le reste de pays subit un climat semi-aride ou aride, avec 50 à 250 millimètres de pluie par an en moyenne. L'eau est d'autant plus rare dans la région que lorsqu'elle apparaît à l'air libre, elle a tendance à s'évaporer. A ce contexte climatique s'ajoute le problème de l'érosion des sols. Aux courtes et violentes averses qui tombent souvent à la fin de la saison sèche succèdent un ruissellement aux effets dévastateurs.

Ainsi, la gestion de l'eau est un problème crucial d'intérêt national. Si Israël a su acquérir par la force les ressources qui lui manquaient, elle a entamé maintenant une mutation de sa politique de l'eau pour assurer son avenir. Sa mutation s'appuie sur des principes ou techniques déjà en vigueur de par le monde mais aussi sur des innovations qui place l'état d'Israël comme un pionnier de la gestion de l'eau.

L'eau, élément essentiel à la vie et au développement humain, est une ressource critique en Israël et dans les pays voisins. Si Israël pensait avoir repousser ses frontières suffisamment loin pour se préserver d'une pénurie d'eau, les sécheresses du début des années 90 furent un premier coup de semonce. La prise de conscience du gouvernement israélien s'est accrue en 1999, année au cours de laquelle Israël a connu une très forte sécheresse. Israël évolue dans un contexte difficile où la gestion de l'eau doit tenir compte de déséquilibres importants liés à une consommation croissante, une répartition géographique inégale des ressources et des conditions climatiques. Par

ailleurs, la pollution tend à devenir un facteur compromettant la qualité de l'eau et les réservoirs naturels d'eau sont en constante diminution.

Très longtemps lié au ministère de l'agriculture, la gestion de l'eau souffrait de sa dépendance. La dégradation de la qualité de l'eau et les différentes sécheresses ont précipité son indépendance. S'appuyant sur un réseau de forage très dense et sur un acheminement de l'eau du nord vers le sud, la gestion des ressources se rationalise par l'application dans un premier temps du simple bon sens. Un recadrage des produits agricoles vers des cultures moins consommatrice d'eau, l'utilisation des techniques d'irrigation les plus en pointe et une sensibilisation des ménages sur l'économie d'eau sont autant d'axes d'effort empruntés.

Mais dans une région si durement touchée par la pénurie d'eau, ces mesures ne peuvent être que transitoires dans le sens où le déficit hydrique ne cesse de croître. Israël se tourne aujourd'hui vers de nouvelles ressources. Elle développe ainsi une forte compétence en technologie de dessalement. Toutefois, ce procédé est très coûteux en énergie. Il l'est d'autant plus au niveau du lac de Tibériade qu'il doit s'accompagner d'un pompage des eaux du fait de l'altitude du lac, - 210 m par rapport au niveau de la mer. Ainsi, Israël développe en parallèle la technologie lui permettant de réutiliser les eaux usées. Enfin, les coopérations régionales, bien que balbutiantes, sont étudiées très sérieusement. Bien qu'aucun plan de partage des eaux n'a pu être adopté, certains accords internationaux ont jeté les premières bases, comme les accords d'Oslo. A ce jour, un dialogue existe entre Israël et la Jordanie et différents projets de coopération sont à l'étude.

1. UN CONTEXTE DIFFICILE

1.1. Un voisinage difficile

1.1.1 Une histoire mouvementée

La lutte pour le contrôle et la gestion de cette ressource ne date pas d'hier. Dès l'époque des Patriarches, bien avant la naissance de l'Etat d'Israël : "Itzhak se remit à creuser les puits qu'on avait creusé du temps d'Abraham, son père, et que les Philistins avaient comblés à la mort d'Abraham. Il leur imposa les mêmes noms que leur avait imposés son père. Les serviteurs d'Itzhak, en creusant dans la vallée, y découvrirent une source d'eau vive. Les pâtres de Gherar cherchèrent querelle à ceux d'Itzhak, en disant : "l'eau est à nous". Il appela ce puit *esek* (contestation), parce qu'on le lui avait contesté. Ils creusèrent un nouveau puits, sur lequel on se querella encore. Il lui donna le nom de *sitna* (opposition, hostilité). Il partit de là et creusa un

autre puits qu'on ne lui disputa pas ; il le nomma *rehobot* (élargissement). C'est dire à quel point l'eau imprègne, ici, la mémoire.

Evidemment, avec le deuxième retour en Israël, de la fin du 19^e à la fondation de l'Etat hébreu, de nombreuses fermes juives s'installèrent dans ce qui est aujourd'hui Israël. Ce sont elles qui mirent en place les premiers équipements de pompage dans l'aquifère de montagne, qui constitue encore une part importante de l'approvisionnement en eau d'Israël, puisque 80 % des puits permettant des approvisionnements massifs d'eau pour l'ensemble de la région. Ces installations furent réalisées avec l'accord des autorités de l'Empire Ottoman puis du mandataire britannique, et de l'ensemble des populations présentes sur les lieux.

Mais déjà, les projections les plus optimistes montraient que cela serait insuffisant à terme, compte tenu des besoins de l'agriculture et l'apport démographique permanent.

Ainsi, après 1948 et la première attaque d'Israël par ses voisins, les dirigeants du nouvel Etat fixèrent quatre objectifs vitaux : contrôler la Galilée et le Jourdain pour maîtriser les ressources hydriques, renforcer économiquement la zone côtière et ses villes, et enfin faire fleurir le désert du Néguev pour absorber les flux migratoires. Aussi, en 1953, Israël entreprend la construction du "*National water Carrier*"³ à partir du nord du lac de Tibériade. Mais la Syrie intervient immédiatement, et l'en empêche par des tirs d'artillerie. Les collecteurs d'eau durent être déplacés au Sud-Ouest du lac pour se protéger. Il s'agit du premier conflit local pour l'eau. La crise prenant de l'ampleur, le président Eisenhower envoie son conseiller, Johnston, qui établit un plan de partage. Mais le comité politique de la Ligue Arabe rejeta le plan, qui pourtant favorisait largement les pays arabes voisins. En réalité, si les membres de la Ligue ont choisi de rompre les négociations, c'est surtout parce qu'ils n'avaient pas de besoins pressants et qu'ils désiraient, chacun, développer leurs ressources hydrauliques indépendamment de toute coopération régionale.

En 1964, Israël parvint quand même à achever cet ouvrage qui, à partir des pompes dans le lac de Tibériade, permit de fournir en eau courante l'ensemble du pays jusqu'au nord du désert du Néguev. Ce dernier fut dès lors mis en valeur par irrigation. Mais, dès 1965, Syriens et Libanais lancèrent conjointement plusieurs projets, financés par la Ligue Arabe, pour dévier le cours du Baniyas vers le Yarmouk. Ce faisant ils détournaient les eaux du Jourdain à la source, dans l'intention déclarée de priver Israël d'eau et d'accroître fortement la salinité du lac de Tibériade. Cette entreprise, si elle fut effectivement menée à terme, donna un résultat assez extravagants :

l'eau en rejoignant le Yarmouk profita surtout à la Jordanie. Cette dernière put alimenter le canal du Ghor, qui permet aujourd'hui l'agriculture irriguée dans la vallée du Jourdain.

En 1967, à la suite de la guerre des Six Jours, Israël conquiert le Golan et le Sinaï (ultérieurement rétrocédé à l'Égypte) et récupéra la Judée-Samarie. Dès lors, Israël, contrôla l'aquifère de montagne et le bassin du Jourdain. Dans les années qui suivirent, les ressources en eau de la rive occidentale du Jourdain s'améliorèrent considérablement sous administration israélienne. Le système d'adduction d'eau du Sud d'Hébron fut étendu, et de nouveaux puits creusés près de Jenine, Naplouse et Tulkarem. Plus de 60 villes bénéficièrent ainsi de nouveaux systèmes d'adduction et de réseaux restaurés.

Après les accords d'Oslo, de 1993, la nouvelle Autorité Palestinienne, est directement intéressée à coopérer pour l'eau avec Israël. Il est vrai qu'au vu de la faiblesse de ses ressources et de l'indifférence de ses "amis" syriens et jordaniens, elle n'avait pas vraiment le choix. En 1994, lors de la réunion d'une commission multipartite à Oman, les Israéliens font une proposition visant à rendre plus efficaces les systèmes de distribution d'eau dans les communautés de taille moyenne sur la rive occidentale du Jourdain, à Gaza, en Israël et dans les autres pays de la région. Elle se concrétise, en 1995, par l'accord intérimaire de Taba liant Israël et l'Autorité Palestinienne. La même année un traité de paix entre la Jordanie et Israël règle le problème de l'eau entre ces deux États sur la base d'une coopération.

Malheureusement, dès le début des années 80, le Proche-Orient subit une sécheresse exceptionnelle qui se prolonge encore aujourd'hui. Le niveau du Jourdain et de la mer de Galilée atteint des seuils dramatiquement bas. Dès lors, Israël est amené à restreindre le forage de nouveaux puits et à limiter l'exploitation de ceux qui existent, notamment en Judée-Samarie. Cela contribue à accroître fortement les tensions locales. L'Autorité Palestinienne accuse Israël d'utiliser les restrictions pour l'assoiffer et lui voler l'eau. C'est pourtant difficile à comprendre. En effet, les autorités israéliennes ne prélèvent pas d'eau dans les nappes de surface, plus accessibles, qui sont celles qui sont utilisées par les Palestiniens, mais dans les aquifères profonds qui n'avaient jamais été utilisés auparavant. Certes, ce choix est critiquable d'un point de vue environnemental. Cependant, il signifie que les fermiers palestiniens de Judée-Samarie disposent, pour eux seuls, d'environ 100 sources et 300 puits de surface, d'ailleurs largement surexploités. Ces derniers souffrent donc peu des restrictions, et celles qui concernent le réseau sont motivées par une surexploitation sauvage qui risque de provoquer l'infiltration d'eau salée dans les nappes

phréatiques alimentant l'ensemble des populations de la côte au bassin du Jourdain, et donc de polluer irréversiblement les stocks d'eau souterraine de tout le monde. Notons par ailleurs, qu'entre 1948 et 1967, ni la Jordanie qui possédait la Judée Samarie, ni l'Egypte à qui appartenait la bande de Gaza n'appliquaient de politique de gestion de l'eau. Chacun était libre de puiser à sa guise dans son sous-sol. Cela n'a pas peu contribué à la gravité de la situation actuelle dans ces espaces.

Il est vrai que le thème de la "guerre de l'eau" est politiquement payant en termes de sympathie auprès de l'opinion internationale. D'ailleurs, les deux voisins d'Israël, Syrie et Jordanie, pourtant des acteurs importants pour les questions d'eau dans la région, sont tenus soigneusement à l'écart de la polémique, alors que la Syrie bloque toute solution de partage rationnel des ressources. Ainsi, à la fin de 1991, se tint une conférence internationale en Turquie, devant traiter des problèmes de l'eau dans la région. Elle est torpillée par la Syrie. De même, en janvier 1992, la Syrie et la Jordanie boycottent, à Moscou, des discussions multilatérales au cours desquelles un groupe devait travailler sur la question du partage de l'eau.

1.1.2. Des ressources à partager

Les ressources en eau sont partagées et leur pénurie constitue un enjeu géopolitique important du fait qu'une grande partie de l'eau disponible en Israël prend sa source hors de son territoire. Comme l'histoire le montre, cette interdépendance a été jusqu'à présent source de conflits avec les états hostiles à Israël. Ainsi, la dérivation d'affluents du Jourdain effectuée par la Syrie a été à l'origine des violences qui ont débouché sur la guerre des Six Jours.

A l'heure actuelle la répartition des ressources demeure contestée avec le difficile partage de territoires. Le retrait du Golan est perçu comme une mise en danger d'Israël à long terme par les spécialistes israéliens de l'eau.

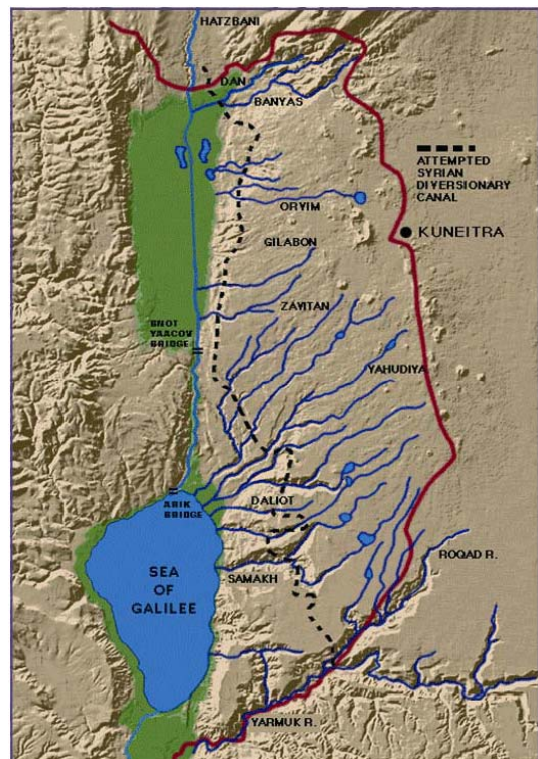


Figure 1 – Affluents du lac de Tibériade et tentative de déviation par les jordaniens

Les préoccupations politiques font de l'eau un domaine très étudié pour tous ses aspects (géologie, hydrographie, écologie, dessalement, techniques d'irrigation). Toutefois, compte tenu des arrières pensées politiques, certains chiffres peuvent être sujets à caution.

Outre cette interdépendance, la région doit à présent faire face à une augmentation démographique significative dans les pays voisins d'Israël. A cette croissance, qui ne devrait pas ralentir, s'ajoute l'élévation du niveau de vie, autre facteur d'augmentation de la consommation en eau. La poussée démographique et économique de l'Etat d'Israël exerce une forte pression sur les eaux souterraines. Ainsi, dans les villes et autour des villes, le paysage, standardisé, se résume le plus souvent à une demi-douzaine de palmiers adultes, auxquels on ajoute quelques plantes ornementales, le tout sur un tapis de gazon pré-cultivé entouré de sentiers recouverts de gravier artificiel. C'est ainsi que les villas de Herzliya Pitouah et de Césarée resplendissent de palmiers, bien que l'arbre naturel de la région soit le chêne méditerranéen. Cette formule est systématiquement appliquée aux places, aux immeubles, aux entrées d'usine, aux îlots autoroutiers, aux villas luxueuses et aux corniches en tout genre. L'attrait est d'autant plus grand pour les Israéliens qu'on peut se les procurer immédiatement et qu'en un tour de main, le "jardin de vos rêves" est installé, même au prix d'un exotisme de foire. La plupart des jardins privés de ces villes prêtes-à-habiter exhibent faux puits, jarres à huile et meules "antiques" dont la plupart ont été fabriquées dans les carrières de Bethléem ou d'Hébron au cours des vingt dernières années.

Il en résulte, d'un côté, une évaporation accrue sur des sols dénudés et une limitation de la recharge des nappes due à des sols imperméabilisés par les constructions, l'assèchement des zones humides et la disparition des forêts et autres sites naturels de recharge, et d'un autre côté d'énormes besoins pour alimenter gazons, piscines et terrains de golf. Si l'on rajoute à ce tableau une consommation élevée des foyers israéliens et une période de sécheresse exceptionnelle, il est aisé de comprendre que les réserves naturelles d'eau se vident bien plus vite qu'elles ne peuvent se renouveler.

Les tensions résultantes de la pénurie d'eau dans la région se trouve aggravée par la diversification et la concurrence des usages que l'on fait de l'eau. La juxtaposition d'un pays industrialisé – Israël- et d'un pays en voie de développement – la Palestine – créé un réel problème. Dans les territoires occupés, la consommation journalière pour les usages domestiques est de 70 litres pour un palestinien contre 260 litres pour un israélien, soit presque quatre fois

plus. La disparité des consommations d'eau entre les deux communautés ne va pas sans aggraver la situation tant au niveau social que psychologique.

Mais il y a pire, l'urbanisation en expansion et la densité démographique le long du littoral israélien, d'Haïfa à Ashkelon, se traduisent par un accroissement des déchets liquides dont la quantité excède les besoins des exploitations agricoles régionales. Accumulation de déchets industriels, d'effluents et abus de pompage, conduisent, nappes et cours d'eau de surface à une mort certaine. Ce problème de pollution est abordé dans le paragraphe I.3.

Enfin, la pénurie d'eau potable s'inscrit dans un problème plus large de dégradation de l'environnement écologique régional. La surexploitation des nappes aquifères a augmenté la salinité de celles-ci au point de compromettre la viabilité des terres agricoles irriguées et d'obliger à mettre en place des structures de dessalement. La baisse du débit des affluents de la mer Morte entraîne quant à elle une dégradation géologique de l'ensemble du site.

1.1.3. Des voisins également en pénurie

Le Proche-orient subit une pénurie d'eau structurelle qui se trouve aggravée par des sécheresses récurrentes (notamment de 1989 à 1991). Israël et la Jordanie sont situés dans ce qui est appelé la « tranche critique »¹ (Water stress zone), accusant un déficit hydrique d'au moins 300 millions de m³ par an.

Sur un plan régional, Israël, la Jordanie, le Liban et la Syrie se partagent, pour l'essentiel, les mêmes ressources en eau. Ainsi, le Jourdain, petit fleuve frontalier d'environ 300 km, prend sa source dans le mont Hermon et se jette dans la mer Morte avec un, alimenté par des sources et des affluents du Liban, de Syrie, de Jordanie et d'Israël.

Mais la situation est régionalement très contrastée. Un rapport de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) signale que la ration d'eau individuelle n'est nulle part aussi réduite que dans le bassin du Jourdain : la quantité d'eau potable de bonne qualité disponible par personne et par an est de 250 m³ en Israël, avec seulement 85 m³ en Judée-Samarie, et 200 m³ en Jordanie. En revanche, les deux pays en amont du Jourdain, le Liban et la Syrie, disposent de 3 000 m³ à 1 200 m³ par personne et par an, sans tenir compte du Golan pour la Syrie.

¹ En deçà de 500 m³ d'eau par an par habitant, le pays est considéré comme appartenant à la « tranche critique ». La Jordanie et Israël ne dispose que de 300 m³ par an et par habitant, à titre de comparaison, la quantité est de 3 360 m³ pour la France.

Dans la bande de Gaza, une infrastructure de gestion de l'eau dégradée limite encore l'utilisation du peu d'eau disponible. De même, la situation dans les territoires et la fragilité de la nappe aquifère montagneuse posent des questions sur la viabilité d'un État palestinien.

Les spécialistes israéliens de l'eau s'inquiètent des possibles pénuries d'eau que connaîtrait la Syrie. L'absence de relations diplomatiques avec ce pays et l'histoire incitent les Israéliens à demeurer méfiants sur ses velléités à contrôler les affluents du lac de Tibériade.

Les actions du Hezbollah pour dériver des sources du Hasbani demeurent assez préoccupantes pour Israël même si la quantité d'eau retenue (30 millions de mètres cubes) est assez faible au regard de l'ensemble de l'eau consommée en Israël.

Enfin, en raison de son évolution démographique, la situation de la Jordanie semble se dégrader.

1.2. Plusieurs déséquilibres

1.2.1. Un bilan déficitaire

Jusqu'en 1975, les ressources en eau se sont avérées suffisantes pour couvrir tous les besoins. Depuis, Israël connaît un déficit croissant, particulièrement marqué dans les années 1984-1985. En 1987, la politique de subvention de l'eau à l'agriculture a dû être révisée avec notamment l'instauration d'un prix progressif à la consommation. De plus, la forte sécheresse de 1999 a considérablement entamé les réserves alors que la consommation d'eau était justement supérieure à la quantité d'eau renouvelable. Bien que l'hiver 2002-2003 ait été relativement pluvieux, la situation demeure très préoccupante. La consommation annuelle d'eau en Israël est estimée à 2 milliards de mètres cubes par an. Le déficit annuel en eau est évalué entre 250 et 317 millions de mètres cubes par an. Le déficit cumulé serait de 4 à 6 milliards de mètres cubes. Ainsi, les ressources du lac de Tibériade tombent d'une moyenne annuelle de 450 millions de m³ il y a 20 ans à moins de 87 millions de m³. Les aquifères de Judée-Samarie ne produisent que 170 millions de m³ contre 325 millions de m³ en régime normal. L'aquifère côtier, heureusement, maintient sa production annuelle, mais il est menacé par la salinisation due à l'intrusion d'eau de mer.

La qualité de l'eau est elle aussi compromise ; elle s'est détériorée avec l'augmentation de la population et du niveau de vie.

1.2.2. Une pluviométrie inégale

A ce déficit structurel, s'ajoute un déséquilibre géographique important : la majeure partie des ressources naturelles d'eau (80% de l'eau disponible) se trouve dans le nord du pays. En effet, les

précipitations en eau ne concernent pratiquement que cette région d'Israël (Figure 2) et n'ont lieu que durant une partie de l'année. Elles ont été quasi-inexistantes de mai à novembre 2002.

Israël est caractérisé par un climat méditerranéen semi-aride. L'été est sec et relativement long. Des sécheresses occasionnelles ont eu lieu entre 1998 et 2000. L'évaporation est importante, elle représente environ 1,5 m par an soit pratiquement 50% des précipitations que reçoit Israël. Ainsi, la superficie totale des eaux de surface en Israël étant d'environ en Israël 10 000 ha, la perte annuelle est estimée à 150 millions de mètres cubes.

Au Nord, « château d'eau » d'Israël, s'oppose le Sud, caractérisé par un climat semi-aride voire désertique. Le nombre moyen annuel de jours de pluies à Eilat (pointe Sud) est inférieur à 5 ; les précipitations annuelles sont d'environ 42 mm.

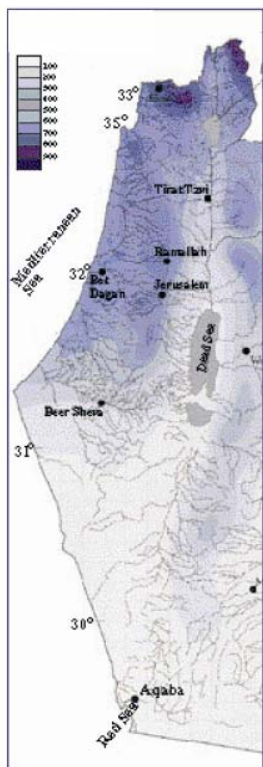


Figure 2 – Carte des précipitations annuelles, en millimètres

Deux tiers des ressources se situent dans le nord du pays alors que deux tiers des besoins industriels et urbains sont dans la partie centrale et deux tiers des besoins agricoles dans le Sud. De surcroît, l'apport en eau souffre d'une mauvaise répartition durant l'année. Cela impose une gestion souple et la mise en place de sites de stockage ; la nappe aquifère côtière constitue un réservoir naturel.

Les statistiques de pluviométrie mettent en évidence l'année sèche de 1999 durant laquelle les précipitations ont connu une très forte baisse (Figure 3). Cette sécheresse a eu des conséquences sur les ressources naturelles, en particulier sur les nappes phréatiques et sur le lac de Tibériade (cf. Figure 7 page 15), alors que la forte pluviométrie des années 1991-1992 (les plus pluvieuses depuis près de 150 ans), avaient permis de les remplir. Les pluviométries moyennes de ces deux dernières années n'ont pas permis à ces ressources de retrouver leur niveau précédent.

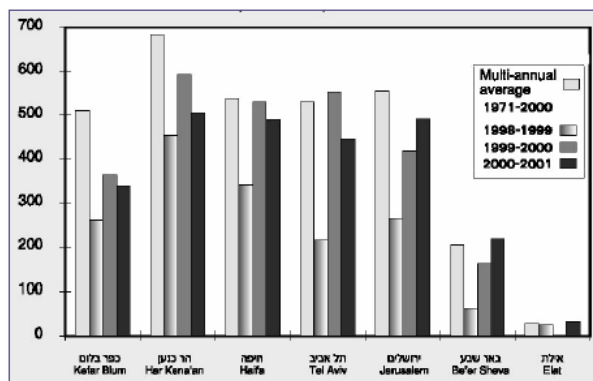


Figure 3 – Précipitations de 1999 à 2001, par ville (en mm)

1.3. Un défi : la pollution

1.3.1. Un enjeu croissant en Israël

Pour les autorités israéliennes, la qualité de l'eau est à présent une question aussi importante que sa pénurie. La dégradation récente de la qualité de l'eau est un problème considérable dans la gestion de cette ressource. Elle se manifeste par l'augmentation de la salinité et de la concentration en nitrates avec de très fortes concentrations locales de composants organiques et microbiologiques. La pollution en métaux lourds apparaît, à l'heure actuelle, moins préoccupante : elle est plus localisée et demeure inférieure au seuil critique.

Les actions israéliennes se tournent résolument vers le dessalement de l'eau avec plusieurs décisions du gouvernement israélien en particulier celle d'avril 2002 qui a pour objectif de doter Israël d'importantes infrastructures de dessalement.

Comme le montre le tableau 1, Israël ne respecte pas certains critères internationaux, en particulier la salinité. Le respect de ces normes de pollution aurait pour conséquence une très forte augmentation des coûts.

	Normes internationales	Normes israéliennes
Matière en suspension	< 25mg/1	
Température	< 25°C	
pH	6,5 < ... < 8,5	
Nitrates	< 50 mg/1	20 mg/1
Chlorures	< 200 mg/1	250 mg/1
Fer	< 0,1 mg/1	2 mg/1
Mercuré	< 0,5 µg/1	2 µg/1
Bore	1 mg/1	0,4 mg/1

Tableau 1 – Normes israéliennes pour l'irrigation

1.3.2. Des polluants variés

La dégradation de la qualité de l'eau résulte de deux principaux phénomènes : le développement agricole : utilisation d'engrais et de pesticides, décomposition de plantes ; et la surexploitation des ressources : entrée d'eau de mer dans les nappes aquifères côtières, intrusion d'eau saline provenant de nappes géologiques et non reflux de sels vers la mer à cause de la baisse du niveau des nappes.

Selon les spécialistes israéliens, les pollutions en sels et en nitrates apparaissent comme les plus inquiétantes.

La salinité

La salinité est mesurée en termes de chlorures dissous dans l'eau. Dans les zones humides et celles où la recharge est abondante, la salinisation potentielle est limitée. A contrario, dans les régions semi-arides en absence de recharge, les sels s'accumulent.

L'exploitation des réserves d'eau au delà des capacités de renouvellement entraîne une augmentation de la concentration de sels et génère des infiltrations d'eau salée en provenance de la méditerranée.

Si la salinité peut être faible dans le cours supérieur du Jourdain (10 mg/l de chlorures), elle est assez importante dans le lac de Tibériade (200 mg/l de chlorures) voire nettement trop forte dans les sources souterraines du sud du pays (plus de 1500 mg/l de chlorures).

La pollution saline constitue le premier enjeu compte tenu de l'impact sur l'agriculture. Une densité trop forte de chlorures rend l'eau impropre à l'irrigation agricole.

Le décalage croissant entre la demande et l'offre d'eau entraînant une surexploitation des ressources n'est pas la principale cause. La dégradation de la gestion des ressources en eau qui souffre d'un prix inférieur au prix de revient de l'eau constitue un facteur supplémentaire.

D'autres facteurs pourraient également avoir de fortes conséquences ; une pollution non contrôlée due à des changements de territoires et une poursuite de la surexploitation ne doivent pas être négligées. En 2000, le taux d'accumulation des sels était évalué à 1000 tonnes par jour.

La salinité du lac de Tibériade augmente régulièrement depuis 1995, même si les années pluvieuses de 1991-1992 avaient permis de la diminuer. En 2001, elle était de 287 mg/l. Aujourd'hui, la salinité est comparable à celle de 1969, quand les Israéliens avaient détourné les sources salines naturelles situées à proximité du lac, divisant par deux la concentration de chlorure dans le lac.

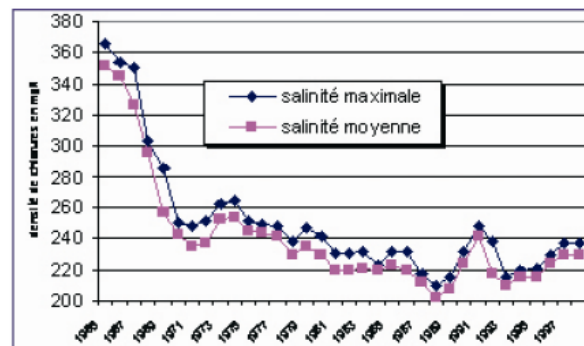


Figure 4 – Salinité du lac de Tibériade

La salinité des sols ne constitue pas un danger immédiat.

Cependant, elle représente une réelle menace pour l'agriculture : l'accumulation de sels abaisse les rendements et peut détériorer les sols de façon irrémédiable. Des traitements existent mais ils accroissent le coût du retraitement. Il faut noter que cette salinité peut causer une augmentation de la pression sanguine chez les enfants.

Les métaux lourds²

² Les métaux lourds possèdent un numéro atomique élevé. Les plus courants et plus dangereux sont le mercure, le plomb, le cadmium, le chrome, le cuivre, le zinc. Ceux-ci s'accumulent dans les organismes vivants, et peuvent ainsi contaminer l'ensemble d'une chaîne alimentaire. Les effets toxiques des métaux lourds concernent le système nerveux, le sang ou la moelle osseuse. Ils sont généralement cancérigènes.

La contamination par les métaux lourds ne représenterait pas une menace aussi importante que la salinité. Les concentrations mesurées sont toujours inférieures aux standards. Même si l'apparition de ces polluants dans des zones localisées est préoccupante, le danger paraît moins prioritaire pour les spécialistes israéliens que la salinisation ou la pollution microbienne.

Cependant, certaines affaires spectaculaires ont fait prendre conscience du danger de la contamination de certaines zones. Des fleuves comme le Yarkon ou le Kishon sont si pollués qu'un séjour au fond de ces cours d'eau s'est avéré dangereux voire mortel.

Le Kishon fait désormais l'objet d'un réel effort d'assainissement : il recueillait en effet de nombreux déchets toxiques en provenance des sites industriels de la zone de Haïfa.

En 2002, la Kishon River Authority en charge de la maintenance de la rivière déclare avoir obtenu les réductions suivantes en 7 ans :

- 97% de la quantité de métal déversé dans la rivière,
- 76% de la quantité d'eau usée déversée dans la rivière,
- 80% de la charge organique (Biological Oxygen Demand),
- 91% de l'ammoniacal azoté,
- 91% solides en suspension,
- 90% pétrole minéral.

Les ressources en eau souffrent également de la pollution due aux carburants, ceux-ci étant souvent infiltrés dans les nappes à partir de fuites de stations et de raffineries. Toutefois, la réhabilitation microbienne constitue un remède efficace.

Les nitrates

Les nitrates sont des composants importants des fertilisants et sont présents à des concentrations relativement élevées dans les déjections humaines et animales. Des concentrations supérieures à quelques milligrammes par litre dans l'eau mettent généralement en évidence une pollution provenant de l'agriculture ou des excréments.

L'origine est principalement agricole. Alors que l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) fixe le standard de nitrates (NO₃) à 45 mg/l, le standard palestinien serait de 50 mg/l et il pourrait atteindre 70 mg/l si d'autres ressources d'eau ne pouvaient être disponibles.

Le bore

Il est très difficile à éliminer ; il nécessite généralement deux traitements d'osmose inverse, en aval du dessalement. Le coût de son traitement peut donc être élevé. Son origine est anthropique (lessive) et naturelle (dissolution de bore contenu dans les roches). Ses conséquences peuvent être extrêmement néfastes pour les cultures.

1.3.3. Une origine anthropique

Outre les activités anthropiques directement polluantes comme l'utilisation de fertilisants et de pesticides ou la recharge artificielle d'eau importée de salinité plus forte, plusieurs facteurs naturels expliquent ce phénomène :

- Infiltration d'eau : lors de l'irrigation, les minéraux dissous infiltrent l'aquifère,
- Intrusion d'eau de mer dans les nappes phréatiques,
- Déplacements latéraux d'aquifères salines.

Cependant, le pompage et la surexploitation des nappes accentuent ces facteurs. L'origine de la pollution reste donc majoritairement humaine. Or, la prise de conscience en Israël au niveau des questions environnementales demeure encore relativement faible.

1.4. Des réservoirs fragiles et en baisse de niveau

1.4.1. La répartition

Israël dispose actuellement d'environ 1800 millions de mètres cubes d'eau renouvelable par an. Ces ressources proviennent principalement du lac de Tibériade (Figure 5).

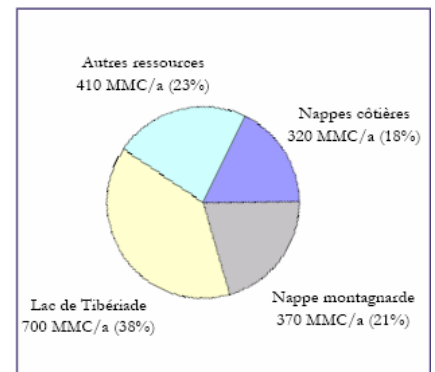


Figure 5 – Ressources d'eau renouvelable : 1800 MMC/an (millions de m³/an)



1.4.2. Les eaux de surface

L'eau de surface est très limitée dans la région à cause de la faible pluviométrie et de la forte évaporation. Le lac de Tibériade est la principale ressource d'eau en Israël. Il est lui-même alimenté par la fonte des neiges du Mont Hermon, au printemps. Les différents cours d'eau subissent une



Figure 6 – Eaux de surface

forte pollution alors que la mer Morte connaît une baisse de niveau importante liée à la dérivation de ses affluents. Généralement, les flux d'eau déclinent avec l'éloignement de la Méditerranée (d'ouest en est) et avec l'augmentation des températures (du nord au sud).

Le lac de Tibériade

Le lac de Tibériade constitue la principale source d'approvisionnement en eau d'Israël. La grande conduite nationale israélienne, qui achemine l'eau du Nord vers le Sud sur une centaine de kilomètres, prend sa source dans le lac. L'ensemble des graphiques d'évolution du niveau du lac de Tibériade et des nappes aquifères montre globalement une remontée des réserves au début des années 90, suite aux années pluvieuses de 1991 et 1992 après une diminution progressive. Cependant, à partir de 1999, la baisse du niveau de l'eau s'est encore aggravée, en particulier à cause de la sécheresse. La ligne rouge du Lac de Tibériade a été définie à 215,5 m au dessous du niveau de la mer en août 2001 puis à 213 m. Le niveau baisse en moyenne de 1,3 m entre juin et novembre.

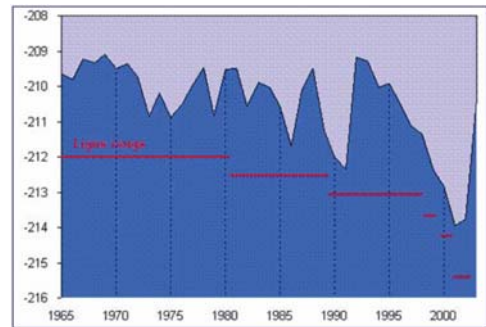


Figure 7 – Niveau du lac de Tibériade en mètres en dessous du niveau de la mer

Des études récentes menées par le laboratoire limnologique Yigal Allon ont démontré que la qualité globale des eaux du lac ne s'est pas significativement détériorée durant les 20 dernières années, et le phénomène d'eutrophisation³ n'a pas été observé dans des proportions alarmantes. Des mesures sont actuellement prises pour assurer des standards nationaux de qualité plus stricts concernant l'eau potable. Un système de filtration des eaux du lac a été achevé en 1998.

Le cas du lac de Tibériade est un excellent exemple d'aménagement de bassin hydrographique en ce qui concerne la prévention de la pollution aquatique et le contrôle de la qualité environnementale. Très tôt, les autorités israéliennes se sont souciées de la relative salinité naturelle du lac. Plusieurs grandes sources, de salinité moyenne ou élevée, se situent le long du lac de Tibériade. Elles ont été captées et dérivées vers le Jourdain et la mer Morte. Ces opérations ont joué un rôle très important dans la réduction de la salinité du lac : de 400 mg Cl/l en 1950, elle atteignait entre 200 et 220 mg Cl/l, en 1995.

³ Eutrophisation : Enrichissement des eaux en substances organiques entraînant une efflorescence massive et catastrophique d'algues et de phytoplancton, aboutissant à un appauvrissement des eaux en oxygène et à l'asphyxie du milieu.

Cependant, des bouleversements dans les cycles biologiques, notamment chez les algues, pendant les cinq dernières années ont constitué une forte préoccupation quant à un éventuel changement des flux de polluants dans le lac. En conséquence, le ministère de l'Environnement a intensifié un programme de surveillance des efflorescences d'algues et de traitement des eaux usées et des déchets solides à travers tout le lac.

Les cours d'eau

Les rivières ont beaucoup souffert de la pollution, due en particulier au rejet d'égouts et de déchets industriels. La prise de conscience des autorités israéliennes est récente. En 1993, un organisme de supervision des rivières a été créé afin de remédier à leur pollution : la National River Administration. Cet organisme est chargé par le gouvernement israélien de la restauration des rivières du pays. Il regroupe des membres des ministères de l'Environnement, du Tourisme et de l'Intérieur ainsi que de nombreuses organisations environnementales comme la Société pour la Protection de la Nature, le Fond National Juif (KKL - Keren Kayemeth LeIsrael), les Autorités de la Protection de la Nature et des Parcs Nationaux, l'Administration Nationale des Eaux Usées et l'Institut pour la Conservation de la Nature de l'Université de Tel-Aviv. Ces unités ont rédigé conjointement un modèle pour la réhabilitation des rivières et établi un barème de critères de priorité.

Actuellement, un projet majeur de restauration est en cours sur les rivières Yarkon, Lakhich, Kishon, Alexander, Sorek, Taninim, Hadera, le cours inférieur du Jourdain et de l'Ayalon. A Jérusalem, une grande usine de traitement devrait bientôt être mise en service pour arrêter la pollution provenant des rejets de la ville vers la rivière Sorek. Un accord avec le producteur d'engrais Haïfa Chemicals constitue une autre avancée supplémentaire pour la lutte contre la pollution. Il s'agit dans ce cas de réduire les émissions de polluants dans la rivière Kishon. Il est maintenant prévu de pré-traiter les effluents industriels versés dans le Kishon et de les diriger soit vers les systèmes municipaux de recyclage, soit vers des sites de décharge en mer.

Un effort de restauration a également été engagé sur la rivière Yarkon principal fleuve israélien (27 km de long). Ses principales sources situées à Rosh Ya'anim avaient été dérivées pour approvisionner Tel-Aviv et le Néguev.

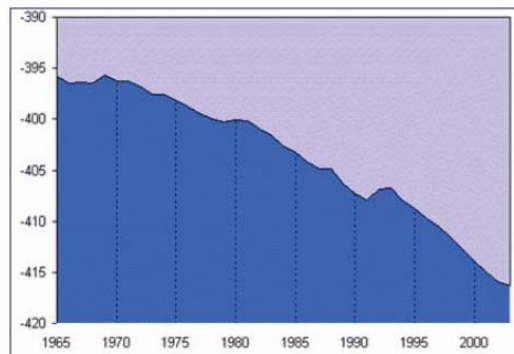
Le débit du Jourdain a quant à lui fortement diminué. Le débit d'eau à la sortie du lac était initialement de 1250 millions de mètres cubes par an. A présent, il n'atteint plus que 350 millions de mètres cubes par an. De surcroît, le Yarmouk et d'autres rivières qui se jetaient normalement

dans le Jourdain ont été déviées pour l'irrigation des terres avoisinantes et pour des piscicultures. Enfin, les eaux du fleuve sont partagées entre Israël et la Jordanie.

La rivière Kishon est polluée par le complexe pétrochimique de Haïfa, des usines d'engrais et une usine de retraitement des eaux d'égouts. Un effort significatif a été réalisé pour assainir cette rivière (cf. paragraphe Métaux lourds page 12).

La mer Morte

La diminution du niveau de la mer Morte est importante depuis 1930 et ce phénomène a tendance à s'accroître. Il pose d'importants problèmes d'environnement pour l'ensemble de la région israélo-jordanienne. L'origine de cette baisse est liée à la diversion d'affluents de la mer Morte et du Jourdain, au pompage israélien dans les eaux du lac de Tibériade et au pompage des Israéliens, des



Jordaniens et des Syriens dans le Yarmouk (cf. Figure 1 page 6). La baisse du niveau de la mer Morte rend compte de la dérivation et des prélèvements effectués en amont sur ses affluents par Israël (conduite nationale à partir du lac de Tibériade) ainsi que la Syrie et la Jordanie (Canal Q'ur).

1.4.3. Les nappes phréatiques

De nombreuses nappes coexistent dans le sol israélien (cf. Figure 9 page suivante). Les nappes côtières et montagneuses (occidentale et orientale) constituent la majeure partie des ressources. Les autres aquifères jouent un rôle moins important et plus localisé.

La structure géologique de la région impose une imperméabilité entre les aquifères côtiers et montagneux. Ce dernier est composé de plusieurs sous-aquifères ; il suit la structure géologique anticlinale qui génère des courants vers l'extérieur de la nappe (vers l'ouest dans la nappe occidentale et vers l'est dans la nappe orientale). Toutes ces ressources sont partagées par les Israéliens et les Palestiniens ; une gestion concertée de la qualité semble être acceptée par l'ensemble des parties. Les aquifères connaissent en effet une pollution importante causée notamment par l'insalubrité de l'infrastructure palestinienne.

L'aquifère côtier

Principale nappe aquifère d'Israël, elle longe la côte méditerranéenne de Binyamina à Gaza, sur environ 150 km. Cette nappe souffre en particulier d'une pollution saline qui peut être localement très forte : jusqu'à 6 000 mg/l. Cette contamination connaît une augmentation régulière chaque année d'environ 1 mg/l. Outre les chlorures, la présence de nitrates et de métaux lourds compromet la qualité de l'eau de cette nappe.

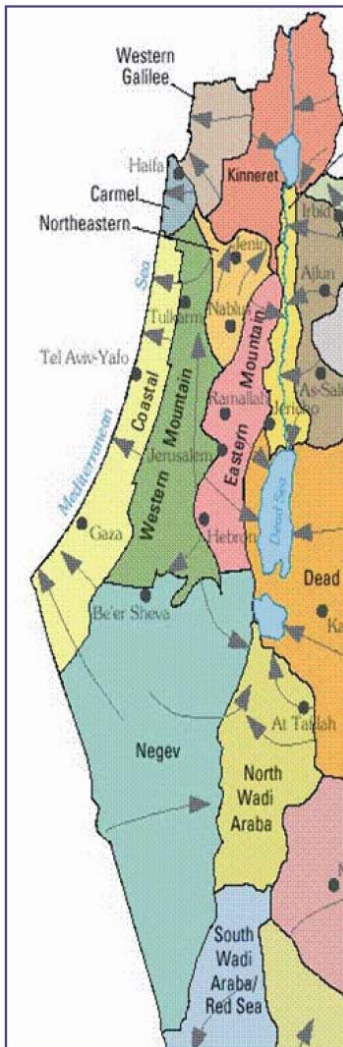


Figure 9 – Carte des nappes aquifères

La pollution s'explique par plusieurs facteurs :

- une surexploitation de la nappe,
- l'insalubrité du réseau d'eau de la bande de Gaza,
- l'utilisation importante de fertilisants agricoles dans la bande de Gaza,
- la forte activité démographique, industrielle et agricole dans les zones très industrialisées du sud de Haïfa et de Holon.
- L'aquifère côtier est également utilisé comme réservoir par le grand canal de transport de l'eau et permet de stocker l'eau durant la saison pluvieuse pour mieux la réutiliser durant la saison sèche. Il permet aussi de limiter les risques liés à la concentration saline. Le rechargement est réalisé à partir des eaux de pluies et des affluents voisins. Un remplissage artificiel par la grande conduite nationale est également effectué.

L'aquifère Yarkon Taninim (Yark'tan) ou l'aquifère montagneux

Cette nappe karstique est localisée à l'intérieur des terres, à l'est de la nappe côtière et en partie en dessous ou au-dessus de celle-ci. Elle est caractérisée par une forte instabilité et une sensibilité à la pollution. En temps normal, cette eau possède la meilleure qualité de tout le pays.

Elle est composée de deux sous-aquifères, orientale et occidentale dont les courants d'eau sont opposés. Le courant suit la structure géologique anticlinale du centre d'Israël. Compte tenu de la

détérioration de la nappe côtière, cette nappe joue un rôle nettement plus important dans l'approvisionnement en eau d'Israël. Cependant, sa forte perméabilité peut mener à une augmentation de la pollution à laquelle s'ajoute une salinité croissante due à la surexploitation. Des sources salines sont en effet situées à proximité de la nappe.

Les sources du Yarkon et du Taninim constituent des orifices naturels de cette nappe. 340 millions de mètres cubes sont puisés chaque année dont environ 40 millions d'eaux saumâtres. Par ailleurs, la nappe bénéficie d'une recharge artificielle d'eau provenant du lac de Tibériade. Le rechargement de la nappe s'effectue principalement dans les territoires palestiniens en Cisjordanie.

Les autres nappes

Outre les deux principales nappes aquifères, il existe plusieurs petites nappes localisées dans différentes parties du pays. La plus importante est la nappe de l'Ouest Galilée qui apporte une production d'environ 60 millions de mètres cubes par an. Les autres nappes sont le bassin du Carmel, le bassin Kinneret, le bassin Eastern Hill, et le bassin Negev et Arava.

2. L'AMÉLIORATION DE LA GESTION

2.1. La gestion des ressources en eau

2.1.1. Les principaux acteurs

Selon la loi israélienne, toutes les eaux de surface et souterraines sont considérées comme propriété publique. L'exploitation et la distribution des ressources en eaux sont assurées par la compagnie Mekorot. Cette société a été fondée en 1937 pour rechercher et mettre en valeur les ressources aquifères du pays. Mekorot approvisionne deux tiers des besoins en eau du pays.

Il y a encore peu de temps, l'agriculture exerçait un poids politique très fort dans la gestion de l'eau. Elle absorbait 62 % à 70 % de l'eau totale consommée en Israël et bénéficiait de tarifs préférentiels. Pourtant, cette agriculture subventionnée, qui coûte cher, ne contribue que pour une part infime au PIB et à l'emploi de la population active. Mais le travail de la terre a toujours été au cœur de la construction d'Israël. L'agriculture pratiquée par les *kibboutzim* et les *moshavim* occupe une place prépondérante dans la politique israélienne. Ainsi, les ressources en eau étaient contrôlées par les agriculteurs. Le ministre de l'Agriculture comme le directeur de la "Commission pour l'eau", créée en 1959 afin de gérer le système d'exploitation hydrique étaient toujours des *kibboutzim* ou des membres de mouvements d'agriculteurs. Si le développement

continu de l'agriculture a conféré à Israël une autosuffisance, indispensable pour un pays entouré de voisins hostiles, il présente aussi une double valeur symbolique et stratégique :

- d'une part, il est étroitement associé au mythe fondateur du pionnier, cultivant la terre en rupture avec la condition imposée aux juifs en diaspora ;
- d'autre part, il permet de soutenir une politique de peuplement plus harmonieuse pour l'ensemble du territoire israélien, dans le cadre d'actions d'aménagements multipliant les exploitations agricoles, constitué en noyaux urbains.

Mais, des critiques se sont élevées au sein de la société israélienne pour que les autorités de régulation de l'eau deviennent indépendantes des milieux agricoles et que l'on diminue les aides apportées à l'agriculture. Un large débat public s'est entamé sur la place à accorder à une activité qui fut longtemps jugée indispensable et intouchable. L'augmentation du prix de l'eau et la création d'une commission d'enquête parlementaire sur l'eau sont les premiers signes d'un virage profond.

Aujourd'hui, Mekorot fournit 86% des besoins industriels et 76% des besoins domestiques alors qu'elle n'approvisionne que 58% de l'agriculture.

Le Commissariat à l'Eau, responsable des réserves d'eau et de leur utilisation, dépend à présent du ministère des Infrastructures Nationales.

La société Tahal, à présent privatisée, assure des services de conseil en planification et gestion des ressources en eau.

2.1.2. La conduite nationale d'eau

Les eaux souterraines sont extraites à l'aide de centaines de forages le long de la plaine côtière et au pied des montagnes. Une jonction entre les trois grands réservoirs est effectuée grâce à la grande conduite nationale.

Les autorités israéliennes ont été amenées à construire en 1964 un grand adducteur nord-sud qui achemine 400 millions de mètres cubes par an. Le lac de Tibériade constitue sa source principale. Il se termine à la station de pompage de Mivtahim, au sud (cf. Figure 12 page 26). La conduite est enterrée sur un large tronçon de 87 km où elle mesure environ 2,75 m de diamètre. Cette conduite doit apporter un élément de réponse au déséquilibre géographique des ressources en eau. Initialement, 80% de l'eau de la conduite était dirigée vers des plantations agricoles. Au milieu des années 90, la moitié était destinée à la consommation en eau potable. Parallèlement, une autre conduite a été réalisée. Elle est conçue pour amener les eaux traitées de la région de Tel-Aviv

vers le nord du Néguev (110 millions de mètres cubes par an). Cependant, les fortes dénivellations (Tibériade : -210 m environ) imposent un coût important en électricité pour le pompage de l'eau vers le Sud. Mekorot est le premier client de l'opérateur israélien d'électricité. Les aquifères côtiers peuvent également servir de ressources pour la conduite nationale. Ils sont aussi utilisés comme réservoirs afin d'optimiser la gestion de l'eau.

2.2. La régulation de la consommation

2.2.1. Un important potentiel d'économies

Des spécialistes israéliens estiment que les réductions envisagées pourraient atteindre 900 millions de mètres cubes par an, réparties comme suit :

- Efficacité de l'irrigation agricole : 260 millions de mètres cubes par an
- Amélioration de l'arrosage public : 100 millions de mètres cubes par an
- Technologies pour la consommation privée d'eau : 100 millions de mètres cubes par an
- Réduction de l'évaporation des terres agricoles et des réservoirs : 450 millions de mètres cubes par an

Cependant, les autorités israéliennes doivent trouver un compromis entre l'économie d'eau et le respect de l'environnement. En effet, les réductions d'eau peuvent conduire à une plus faible dilution de certains polluants et générer des accumulations de sels dans les terres agricoles ainsi qu'une augmentation de la concentration de composants organiques et chimiques dans les eaux usées.

2.2.2. Le principal consommateur d'eau : l'agriculture

La croissance de la population et l'amélioration du niveau de vie ont considérablement augmenté les besoins en eau des Israéliens. La consommation des ménages a augmenté alors que la part dédiée à l'agriculture était initialement la plus importante (cf. Figure 10 page suivante). L'eau destinée à l'agriculture bénéficiait d'une subvention sous la forme d'un prix réduit. Aujourd'hui, il s'agit de freiner la consommation du secteur agricole qui occupe maintenant une part moins importante dans l'économie et la société.

Dans le cadre du débat relatif aux coupures budgétaires, le gouvernement israélien a donné son accord au mois d'avril 2002 pour une hausse graduelle sur quatre ans du prix de l'eau utilisée pour l'agriculture. Le ministre de l'agriculture avait auparavant retiré son projet d'une augmentation immédiate de 15%. D'une moyenne de 0,97 shekel (soit environ 0,18 euro), le prix

du mètre cube d'eau pour l'agriculture passera à 1,47 shekel (environ 0,28 euro) en 2006, soit le prix payé par l'industrie et les autorités locales à la compagnie nationale d'eau Mekorot.

Des études approfondies ont été faites afin d'optimiser l'utilisation de l'eau dans l'agriculture. Les recherches ont porté sur la mise en place d'irrigations adaptées aux types de cultures. De manière générale, les incitations gouvernementales à la réduction de la consommation d'eau demeurent assez faibles.

Parallèlement des travaux ont été entrepris sur la sélection de nouvelles plantes plus résistantes au climat semi-aride et moins consommatrices d'eau. Les centres israéliens de recherche utilisent les moyens classiques de croisement ainsi que des techniques de génie génétique.

Des recherches ont également été menées sur l'évapotranspiration, l'eau perdue dans les cultures, par transpiration et par évaporation.

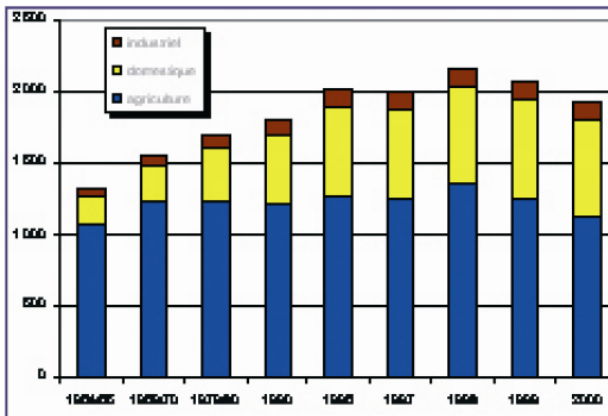


Figure 10 – Evolution de la consommation d'eau en Israël

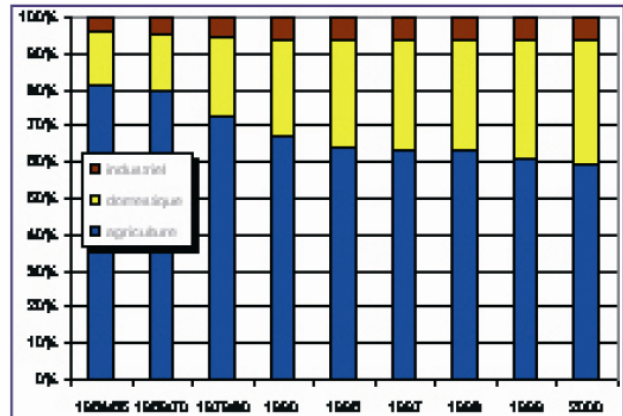


Figure 11 – Evolution de la répartition de la consommation d'eau en Israël

2.2.3. Les moyens de lutte contre l'évaporation

L'évaporation est un problème important dans cette région méditerranéenne. Les spécialistes israéliens estiment que 40 à 60 % de l'eau est ainsi perdue. Ils recommandent de recouvrir les sols sous les cultures d'un revêtement imperméable constitué de plastiques ou de matières organiques permettant de retenir l'eau.

Parallèlement, les autorités israéliennes doivent faire face à d'importantes pertes par évaporation dans les réservoirs à ciel ouvert. Leur superficie est évaluée à 10 000 ha. Cela comprend 5 000 ha de réservoirs, environ 3 300 ha de fermes aquacoles, le reste correspondant à des bassins de traitement des eaux usées.

L'évaporation moyenne en Israël est d'environ 1,5 m par an. La perte est donc évaluée à 150 millions de mètres cubes par an. Les efforts pour améliorer le développement de méthodes et de techniques pour réduire cette évaporation n'ont été que partiellement efficaces. Une des solutions envisagées était l'utilisation de produits de chimie organique pour réduire la tension superficielle. Dispersés au dessus de la surface, les produits devaient former une couche fine empêchant le passage de vapeur d'eau. Cette solution n'est en fait pas envisageable à cause du vent. Des projets similaires utilisant de la mousse ou du polystyrène ont échoué pour les mêmes raisons.

La couverture par des surfaces en plastique amarrées sur les bords est à l'étude. Toutefois, son coût est actuellement prohibitif pour la plupart des réservoirs.

2.2.4. Des consommateurs privés à sensibiliser

Environ 70% de l'eau consommée dans le domaine urbain est à usage domestique. Les services et organismes publics israéliens consomment les 30% restants. L'eau domestique est principalement utilisée pour la douche et les sanitaires. Des recommandations sont faites pour la généralisation

de robinetterie plus sophistiquée. Des aérateurs doivent permettre d'ajouter de l'air à l'eau durant la douche et diminuer ainsi la consommation d'eau.

Des recommandations sont également faites pour réduire l'arrosage et l'irrigation privée, en particulier par des systèmes permettant d'arrêter automatiquement l'approvisionnement en eau quand la quantité nécessaire a été fournie. Cette quantité précise d'eau est difficilement mesurable. Elle est évaluée entre 100 et 200 millions de mètres cubes par an.

Pour la consommation urbaine et domestique, l'Urban Water Management Authority estime que 100 millions de mètres cubes pourraient être économisés chaque année uniquement par des mesures d'économies d'eau appliquées à l'usage privé et à l'entretien des jardins et des parcs.

Population juive israélienne	Population arabe israélienne	Population new-yorkaise
128	47	233

Tableau 2 – Répartition de la consommation annuelle en eau par personne (en m³)

Suite à la sécheresse de 1999, une vigoureuse campagne de sensibilisation avait été entreprise et la consommation d'eau par habitant avait été abaissée de 115 m³ à 88 m³ par jour.

Aussi, des économies devraient être réalisées grâce à la sensibilisation alliée à l'introduction de technologies de surveillance de l'utilisation de l'eau.

2.3. Les techniques d'irrigation et de lutte contre la désertification

Israël a développé un certain nombre de techniques pour répondre aux besoins d'irrigation dans le désert. La superficie cultivée était de 411 000 hectares en 2002, ce qui représente 18,3% du territoire national. Plus de 50% des cultures sont irriguées.

Type d'irrigation	Ratio
En surface	45%
Par aspersion	75%
Au goutte-à-goutte	95%

Tableau 3 – Le ratio d'utilisation d'eau est le rapport entre la quantité d'eau absorbée par la plante et la quantité totale fournie

2.3.1. Le recyclage de l'eau

La combinaison du sévère manque d'eau, de la contamination des ressources en eau, de la croissance des zones urbaines et de l'irrigation intensive en agriculture, a propulsé le dossier du traitement et du recyclage des eaux usées en tête des priorités nationales d'Israël.

Les effluents constituent la source la plus facile, la plus directe et la plus économique à utiliser comme réserve supplémentaire d'eau et apporte une solution partielle au problème du manque d'eau. 90% des eaux usées produites en Israël sont collectées par les systèmes d'égout, 80% sont traitées et presque 70% sont récupérées pour la réutilisation, principalement pour l'irrigation des cultures non alimentaires et les fourrages. En 2000, les eaux usées recyclées ont fourni 400 million de mètres cubes pour l'agriculture et l'objectif est d'atteindre 500 millions de mètres cubes en 2005.

2.3.2. L'irrigation goutte-à-goutte

L'une des innovations agro-technologiques les plus importantes est probablement l'invention israélienne de l'irrigation au goutte-à-goutte par Simha BLASS et son fils. L'irrigation au goutte-à-goutte présente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes :

- L'eau se déverse uniformément au pied de chaque pousse via des distributeurs branchés sur un réseau de tuyaux. La mise au point de distributeurs de compensation permet une irrigation uniforme sur des pentes prononcées et sur des distances plus importantes.
- Des engrais peuvent être apportés à la plante en même temps que l'eau (« fertigation »).
- L'eau et les engrais sont apportés directement à la racine plutôt que sur la superficie totale du champ, ce qui évite le gaspillage des ressources.
- La quantité d'eau apportée peut être optimisée en fonction des différents types de sols, tout en évitant l'infiltration au-delà de la racine.
- Les sols sableux, qui ne peuvent être arrosés par sillon ou par inondation, peuvent être efficacement irrigués par le goutte-à-goutte.
- La pousse des mauvaises herbes est réduite au minimum.
- Le sol sec entre les rangées plantées permet aux agriculteurs et aux machines d'accéder aisément aux cultures, en toute saison.

L'irrigation au goutte-à-goutte permet l'utilisation d'eaux saumâtres ou d'effluents, et même d'eaux usées à peine traitées. En effet, l'eau étant délivrée à même le sol, les risques sont

moindres pour la santé. De plus, à la différence de l'irrigation par aspersion, l'absence de contact entre l'eau et les feuilles permet d'éviter leur dégradation par effet loupe.

Les distributeurs sont réglés pour délivrer une quantité donnée d'eau (de l'ordre de plusieurs litres par heure) et peuvent être installés avec l'espacement voulu en fonction des besoins de chaque culture. Comme ces distributeurs émettent l'eau directement au sol, à proximité des racines qui l'absorbent immédiatement, l'évaporation est réduite au minimum.

Par ailleurs, l'irrigation au goutte-à-goutte entraîne le lessivage permanent des sels autour de la racine, évitant ainsi l'accumulation de sels au voisinage immédiat des racines, ce qui est important lorsque l'irrigation porte sur des sols salins ou s'effectue avec de l'eau saumâtre.

L'irrigation au goutte-à-goutte est donc la méthode d'irrigation la plus efficace en termes d'économie d'eau. Cette qualité est particulièrement importante dans les zones arides. Dans l'irrigation par aspersion ou par des méthodes en surface, l'évaporation est renforcée par les vents, alors que leur impact est minime dans l'irrigation au goutte-à-goutte. S'il est entretenu correctement, un dispositif d'irrigation au goutte-à-goutte de bonne qualité peut durer de quinze à vingt ans.

On peut donc en conclure qu'en plus de ses nombreux avantages sur les autres méthodes d'irrigation, le goutte-à-goutte est plus efficace en matière d'économie d'eau, critère important dans les régions où l'approvisionnement en eau est limité.

Grâce à cette méthode, l'introduction des serres dans les régions arides a permis aux fermiers de produire et de mettre des produits sur le marché plus tôt dans la saison et d'augmenter ainsi leurs revenus.

2.3.3. La technique du rain-off ou irrigation par ruissellement

La technique de « rain-off » agricole est une technique connue depuis très longtemps. On peut voir aujourd'hui dans les collines arides du Nord du Néguev de minuscules oasis de verdure très parsemées. Le caractère clairsemé de la végétation s'explique, entre autres raisons, par la structure à grains fins du sol du Néguev où l'eau s'infiltrerait difficilement, favorisant ainsi le ruissellement. Les Israéliens ont tiré parti de ce phénomène en adaptant une technique utilisée dans l'Antiquité par les paysans nabatéens.

La ligne de partage des eaux est divisée en zones contribuant au ruissellement, et en zones recueillant le ruissellement, là où l'eau parvient à s'infiltrer dans le sous-sol. En conséquence, on observe aujourd'hui des rangées de tamaris et d'autres variétés robustes qui ont été plantées soit

en lignes, soit en bosquets. Des espèces comme l'eucalyptus et l'acacia, naturellement irrigués par le terrain environnant pendant les mois d'hiver pluvieux, fournissent suffisamment d'humidité au sous-sol pour permettre à un certain nombre d'arbres voisins de tenir toute l'année. Ces aménagements font tous partie intégrante d'un projet en cours, conçu et mis en oeuvre par le K.K.L. et connu sous le nom de « savanisation ». Cette technique d'irrigation est utilisée pour lutter contre la désertification ou pour la culture de fourrages. Une production agricole plus importante avec ce type de technique est encore à l'étude. Le laboratoire d'agriculture en milieu désertique de Sde Boker possède des fermes expérimentales à Wadi Masha et Everni. Ces fermes sont en exploitation avec des précipitations respectivement inférieures à 300 mm et 200 mm par an.

2.3.4. Les réseaux d'irrigation

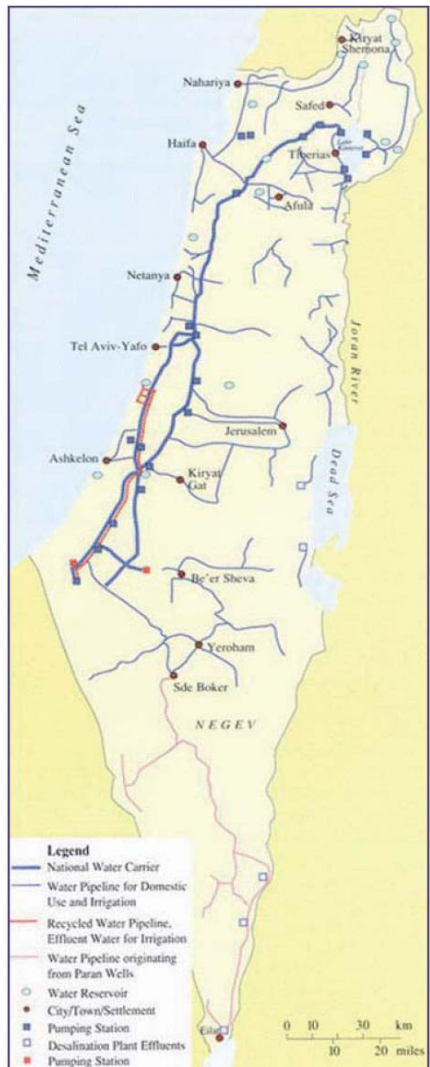


Figure 12 – Approvisionnement en eau

L'autre avantage de l'état hébreu concernant l'irrigation est qu'il a su développer très tôt un réseau d'irrigation.

La première « canalisation du Néguev », installée en 1947, assurait un approvisionnement fiable, bien que limité en eau, à la plupart des localités du Néguev (plusieurs devaient encore compter sur les puits locaux). Cette modeste conduite transportait l'eau des puits du Nord-Ouest du Néguev, région où les eaux souterraines étaient relativement abondantes, vers les régions moins approvisionnées. Le premier tronçon était constitué par des conduites de 190 km de long et de 6 cm de diamètre fournissant 1 million de mètres cubes par an. Par la suite, le diamètre fut porté à 20 cm, ce qui permit un débit de 30 millions de mètres cubes par an. L'existence de cette conduite établissait solidement l'idée de transporter de l'eau du Nord pour approvisionner la partie Sud aride du pays.

Aujourd'hui, le lac de Tibériade et les deux grandes nappes aquifères, celle de la montagne et celle de la côte, contribuent à fournir respectivement quelques 350 et 250 millions de mètres cubes par an à la conduite. La conduite nationale

constitue non seulement la principale source d'approvisionnement en eau, mais également un déversoir pour l'excédent d'eau du Nord en hiver et au début du printemps. Elle permet aussi la recharge des nappes aquifères souterraines de la région côtière. La majeure partie des systèmes hydrologiques régionaux sont reliés à la conduite nationale pour constituer un réseau bien équilibré dans lequel l'eau peut être transférée d'une canalisation à une autre en fonction des circonstances et des besoins.

L'irrigation en Israël est un point clef. Le futur et le succès de l'agriculture israélienne dépendront de la disponibilité en eau et particulièrement de la capacité à minimiser l'utilisation de l'eau, réutiliser les eaux usées et optimiser les ressources naturelles d'eau. Pour cela, la recherche en agriculture ne s'appuie pas uniquement sur les techniques d'irrigations : l'agriculture en milieu désertique explore aussi toutes les possibilités qu'offrent les biotechnologies et les avantages de l'espace désertique.

3. VERS DE NOUVELLES RESSOURCES

En raison du maintien de la consommation et de l'absence de nouvelles ressources naturelles, le gouvernement israélien s'oriente à présent vers la fabrication de nouvelles ressources d'eau. Celles-ci proviennent du retraitement d'eaux usées ainsi que du dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre. Le projet israélien est ambitieux : il s'agit de disposer à terme (en 2006) de 400 millions de mètres cubes par an d'eau dessalée et jusqu'à 500 millions de mètres cubes par an d'eau issue du retraitement. La quantité d'eau importée de Turquie (50 millions de mètres cubes par an) est relativement négligeable par rapport à la quantité d'eau consommée en Israël.

3.1. Des objectifs très ambitieux

Le dessalement et le retraitement d'eaux usées sont les solutions actuellement mises en oeuvre par les autorités israéliennes afin de subvenir, à long terme, au besoin en eau dans le pays. Plusieurs usines de dessalement devraient être mises en place le long de la côte : elles permettront de subvenir aux besoins des sites urbains locaux. La dernière usine construite a d'ailleurs été livrée en février 2006 à Ashkelon. Il n'est pas envisagé de construire d'usines de dessalement à l'intérieur des terres pour les nappes d'eaux saumâtres, le coût en transport de l'eau étant un élément prohibitif.

Ces projets nécessitent des investissements très importants dont le montant total est évalué à 4 milliards de dollars sur la période 2002-2010.

Dessalement	1 600
Traitement des eaux usées et réutilisation	1 000
Rénovation	800
Approvisionnement en eau	600

Tableau 4 – Répartition des coûts de production d'eau en millions de dollars

Dessalement d'eau de mer	400 MMC/a	2006
Dessalement d'eau saumâtre	50 MMC/a	2005
Réhabilitation de sources polluées	50 MMC/a	2005
Traitement d'effluents	500 MMC/a	
Importation d'eau	50 MMC/a	

Tableau 5 – Production d'eau prévue par le commissariat à l'eau (prévisions faites en 2002)
MMC/a : millions de mètres cubes par an

3.1.1. Le plan israélien d'infrastructures de dessalement

Le gouvernement israélien s'est engagé dans un plan d'installation de nouveaux sites de dessalement. Après une première décision en juillet 2000 pour l'installation d'une première usine de 50 millions de mètres cubes, le gouvernement israélien a engagé la construction de nouveaux sites de dessalement portant la capacité annuelle à 200 millions de mètres cubes. Enfin, au mois de mars 2002 une décision gouvernementale a été ajoutée au plan : la capacité de production totale a été planifiée à 400 millions de mètres cubes par an. L'installation d'ici 2010 de sites de dessalement permettra une capacité d'environ 400 millions de mètres cubes par an. Plusieurs usines de dessalement d'une capacité total de 200 à 210 millions e mètres cubes par an ont déjà été approuvées. Celle d'Ashdod produit 45 millions de mètres cubes par an, la toute récente usine d'Ashqelon produit 100 millions de mètres cubes par an et il est prévu que la future usine à Hadera produise la même quantité par an. L'objectif national est de produire 750 millions de mètres cubes par an en 2020.

3.1.2. Les nouveaux défis technologiques

Le traitement des eaux doit faire face à de nouvelles difficultés pour pouvoir assurer à grande échelle et à moindre coût le dessalement et la dépollution des nappes phréatiques contaminées par le bore. D'origine anthropique, le bore présent dans les nappes phréatiques provient des détergents déversés dans les égouts. Il contraint à un traitement spécifique et coûteux compte tenu de la petite taille de sa molécule. Deux traitements par osmose inverse sont nécessaires pour en éliminer la grande partie.

Dans la nappe aquifère côtière (commune aux territoires israéliens et à la bande de Gaza), la concentration en chlorures et en bore sont respectivement de l'ordre de 1500 mg/l et de 1 à 2 mg/l.

3.2. Les technologies de dessalement : une forte compétence israélienne

3.2.1. Le principe de fonctionnement

Initialement, les techniques classiques de distillation étaient utilisées mais leur coût s'avère très élevé en énergie électrique pour être utilisées à grande échelle. Elles consistent à faire passer de l'eau salée par plusieurs étages d'évaporation et de condensation. Dans le procédé d'électrodialyse, l'eau salée est placée dans une cuve à électrodes. Le courant électrique dissocie les molécules de sel (NaCl) en cations Na^+ et Anions Cl^- qui sont respectivement attirés par les deux électrodes opposées. La cuve est en outre compartimentée par deux membranes semipermeables l'une aux anions l'autre aux cations. L'eau douce est récoltée entre ces deux membranes sélectives qui jouent le rôle de « clapets à anions ».

Le principe de l'osmose inverse consiste à comprimer l'eau à travers une membrane perméable aux seules molécules d'eau à l'exclusion des sels, à une pression supérieure à sa pression osmotique. Peu utilisé compte tenu de la fragilité des membranes, ce procédé est maintenant utilisé à un niveau industriel dans les nouveaux sites de dessalement israéliens.

3.2.2. Les compétences israéliennes

Compte tenu de leur besoin, les Israéliens se sont dotés de fortes compétences dans le domaine du dessalement. Le savoir-faire est présent dans deux principaux centres de recherche : l'Institut Technion (à Haïfa) et l'Université Ben-Gourion du Néguev (à Beer- Sheva).

Le Technion est principalement actif dans le domaine des technologies membranaires de traitement et de dessalement (ultrafiltration, microfiltration, nanofiltration et osmose inverse).

L'Université Ben-Gourion du Néguev possède quant à lui des techniques d'irrigation et d'électrodialyse. Une partie de son effort est dédiée à l'agriculture en milieu aride et à la valorisation du désert.

3.2.3. Les autres technologies

Dans les années 70, plusieurs techniques de pluies artificielles ont été expérimentées par Israël, par l'intermédiaire d'une division de la société nationale Mekorot.

Le principe est d'induire la formation de particules d'une taille suffisante et d'un poids supérieur aux forces qui les maintiennent en suspension. Une méthode consiste à arroser les nuages avec de

l'eau ou de la glace sèche (CO₂), ou alors avec de l'iodure d'argent qui crée une expansion soudaine des nuages par un dégagement interne de chaleur.

Toutefois, la méthode d'ensemencement statique développée et mise en place par les Israéliens pour l'augmentation de la pluie n'est pas satisfaisante. Des systèmes de condensation de la buée sont également à l'étude par des scientifiques de l'université Hébraïque de Jérusalem en coopération avec des chercheurs du Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA).

3.2.4. Le coût du dessalement

Les efforts de R&D ont permis de substantielles réductions de coût du dessalement à l'aide de technologies membranaires. Les membranes sont plus résistantes à la pression et ont une durée de vie plus grande. De plus, la taille des grands sites de dessalement permet des économies d'échelle. Les améliorations dans le prétraitement ont également contribué à faire diminuer le prix de revient. Parallèlement, l'augmentation de l'efficacité des pompes permet de réduire la consommation énergétique.

Le coût de dessalement d'un mètre cube d'eau de mer est passé de 1 dollar au début des années 90 à environ 0,75 au début des années 2000. Il se rapproche à présent de 0,5 dollars.

3.2.5. Les points forts des techniques utilisées

Les techniques de prétraitement se sont développées et améliorées, notamment pour les eaux contaminées. Les progrès les plus importants concernent la mise en place de techniques membranaires d'osmose inverse. Des compétences relativement nouvelles dans les premiers stades du traitement (ultrafiltration, microfiltration) ont également émergé.

Parallèlement, le taux de rejet de sel s'est amélioré de 98,5% en 1990 à 99,7% en 2000. La durée de vie des membranes s'est allongée les fabricants peuvent parfois garantir leurs produits jusqu'à dix ans (contre 2 à 3 ans seulement au début des années 90).

3.3. Le traitement des eaux usées

3.3.1. Le recyclage des eaux usées : Généralités

Les avantages de la réutilisation des eaux usées (REU) sont à la fois d'ordre agricole, environnemental et économique :

- La REU permet des gains de productivité en agriculture, en limitant les besoins en engrais azotés et en se substituant à l'eau d'irrigation traditionnelle ;

- Elle participe à la réduction de la pollution de l'eau, en évitant le rejet direct dans les eaux superficielles ;
- Dans le cadre d'une gestion intégrée des ressources en eau, elle assure une ressource en eau régulière, en substitution aux eaux potables ;
- A l'avenir, une disponibilité importante des effluents de qualité supérieure est prévisible, du fait des cahiers des charges de plus en plus stricts en terme d'épuration.

3.3.2. La technicité de la réutilisation des eaux usées (REU) en Israël

Israël est le pays où la REU est la plus intensivement utilisée au monde, depuis les zones subtropicales de la Galilée au Nord, jusqu'aux régions arides du Sud. Parallèlement aux avancées scientifiques, la pratique régulière par les agriculteurs et les connaissances acquises par l'encadrement technique de l'agriculture font de ce pays un leader dans le domaine.

Certains sites ont bénéficié d'un suivi régulier, ce qui permet aujourd'hui de connaître les effets à long terme des techniques de REU sur les propriétés du sol. Le site de Kibboutz Zor'a par exemple (25 km à l'ouest de Jérusalem), a été planté en coton et fourrage pendant plus de 18 ans. Le site de Tel Adashim, à quelques kilomètres au sud de Nazareth dans la vallée de Jezréel, a été suivi pendant sept ans, en comparant une monoculture de coton à une succession betterave / coton / blé / maïs.

C'est ce type d'expérience qui a permis à Israël d'acquérir la technicité et le recul qu'elle a aujourd'hui en REU, notamment sur le pouvoir fertilisant des effluents (azote et phosphate) et les risques de salinisation du sol. L'expérience israélienne est riche de près de cinquante ans. Les technologies et le matériel développés traduisent bien l'ingéniosité de l'agriculture israélienne, adaptée aux contraintes des milieux semi-arides.

Les années à venir laissent entrevoir une demande accrue en eau alors que l'offre tend à diminuer (années sèches, abaissement du niveau du lac de Tibériade, rétrocession et partage prévisibles des nappes phréatiques de Gaza et de Cisjordanie). De plus, les investissements massifs réalisés en ce moment en dessalements de l'eau de mer, les percées et l'extension des techniques en REU sont une réponse très rationnelle à ce défi de l'eau.

3.3.3. Un exemple de procédé israélien de REU

Les ingénieurs de Arrow Ecology, entreprise basée à Haïfa, ont développé un système unique de traitement des déchets municipaux bruts (schéma ci-dessous). Dans un premier temps, on extrait,

nettoie et sépare les différents composants des déchets par un tri hydromécanique. Le verre, les plastiques et les métaux, propres et valorisables, sont isolés. La matière organique, isolée lors de la phase de tri, est présente sous deux formes : dissoute ou en suspension dans l'eau qui a servi au tri, ou bien solide. La fraction solide est compostée, et proposée à l'agriculture comme amendement organique, alors que la fraction liquide est digérée dans des réacteurs biologiques pour former finalement du gaz méthane.

Le système a été testé pendant les 5 dernières années en laboratoire et à l'échelle semi industrielle dans une usine proche de Hadera. La masse initiale de déchets est ainsi réduite de 90%. Le procédé a reçu un accueil enthousiaste de la part de scientifiques israéliens et américains, comme étant plus efficace et plus économique que les systèmes existants.

3.3.4. Le traitement des eaux usées et les technologies membranaires

Les technologies membranaires sont à présent utilisées de façon courante pour le dessalement de l'eau. Ces dernières années, plusieurs tentatives ont été faites afin d'étendre l'utilisation des membranes au traitement des eaux usées avec l'objectif de produire de l'eau traitée de haute qualité.

Cependant, le fort encrassement des membranes liées aux eaux usées constitue un inconvénient majeur. Le flux d'eau traité devient moins important et la consommation d'énergie est plus grande. Pour ces raisons, l'utilisation de techniques membranaires pour le traitement des eaux usées est généralement considérée comme non économique, mis à part pour certaines niches. Des études portant sur les deux points suivants sont en cours :

- couplage des techniques de séparation membranaire avec un procédé biologique ou physico-chimique de manière à optimiser l'utilisation des membranes parallèlement à l'obtention de plus grandes efficacité et productivité,
- recherche des meilleures conditions d'utilisation des membranes à fibres creuses, étude de l'influence des caractéristiques de modules et des conditions d'opération, principalement la production de bulles qui agissent comme agents anti-encrassement.

3.4. Les coopérations régionales

Afin de faire face aux difficultés écologiques communes, quelques coopérations régionales se sont mises en place. La prise de conscience de la dégradation de l'environnement écologique débute : un dialogue existe désormais entre la Jordanie et Israël. Toutefois, la réalisation de

projets communs demeure hypothétique. A l'ordre du jour, quelques projets communs sont à l'étude : barrages sur le Jourdain et le Yarmouk, affluent du Jourdain en Jordanie, creusement du canal entre mer Morte et mer Rouge, usine de traitement des eaux saumâtres du Lac de Tibériade. Dans le cadre de l'accord d'Oslo, plusieurs projets de coopération régionale se sont mis en place. Ils ont pour objectif de favoriser les échanges entre les pays voisins d'Israël sur la gestion de ressources communes qui sont limitées et menacées. Quelques projets ont pu voir le jour dans le cadre des programmes européens (Life, etc.).

Il faut citer l'aide directe des États-Unis aux Territoires palestiniens en terme d'infrastructure de transport de l'eau et de construction de barrages. Cette coopération se développe avec l'aide de trois groupes multilatéraux :

- EXACT doit faciliter la surveillance des ressources communes avec notamment la mise en conformité d'informations hydrologiques.
- Le centre de dessalement pour le Moyen- Orient (MEDRC) doit permettre des échanges sur les technologies liées au dessalement.
- WaterCare doit sensibiliser les étudiants israéliens, palestiniens et jordaniens à la conservation de l'eau dans un contexte régional.

Israël, la Jordanie et l'Autorité Palestinienne sont en train de réaliser une étude sur la faisabilité d'un canal qui relierait la mer Rouge à la mer Morte. Surnommé le « canal de la paix », il aurait pour principal objectif de remonter le niveau de la mer Morte qui baisse dangereusement en raison des pompages excessifs de l'eau du Jourdain (la rivière qui alimente la mer Morte).

Les autres objectifs sont l'exploitation de l'énergie hydraulique (présence d'un dénivelé de 400 mètres entre les deux mers), et l'apport d'eau dans cette région désertique, l'eau de la mer Morte étant inexploitable car trop salée.

Cette étude portera sur cinq sujets : l'impact du pompage sur le Golfe d'Eilat, l'impact environnemental du canal sur le Wadi Arava, la région désertique entre les deux mers, la possibilité de désalinisation de l'eau acheminée dans cette région (notamment pour subvenir aux besoins en eau des Palestiniens et des Jordaniens), et l'impact sur la qualité de l'eau de la mer Morte.

Le coût total du projet de construction est estimé à 550 millions d'euros. Ce canal serait construit du côté jordanien et financé par la banque mondiale et quelques pays donateurs.

Cependant, le coût demeure important et ne permet pas d'envisager une réalisation à court terme. Il met toutefois en évidence les discussions et les relations qu'établissent Israël, la Jordanie et l'Autorité Palestinienne.

CONCLUSION

Le Proche-Orient subit une pénurie d'eau structurelle qui se trouve aggravée par des sécheresses récurrentes qui ont mis en danger le développement économique et agricole des pays de la région et leur ont fait prendre conscience de la précarité de leurs ressources.

Ainsi, la gestion de l'eau est aujourd'hui considérée comme un problème crucial d'intérêt national pour Israël. Elle a entamé une mutation de sa politique de l'eau pour assurer son avenir. Sa mutation s'appuie sur des principes ou techniques déjà en vigueur de par le monde mais aussi sur des innovations qui place l'état d'Israël comme un pionnier de la gestion de l'eau.

Région où les tensions sont encore très forte, le Proche-Orient ne pourra retrouver une paix durable que lorsque le problème de l'eau aura trouver une solution qui satisfasse toutes les parties. Actuellement, la Palestine se trouve dans une situation similaire à Israël au début du siècle dernier, à savoir un pays en devenir ne disposant pas d'une autosuffisance en eau. Or, cette autonomie ne pourrait être acquise que par un investissement très lourd en infrastructures et technologies, comparable à celui qu'Israël réalise aujourd'hui. En l'état actuel des choses, ceci n'est pas envisageable avant plusieurs décennies.

La solution ne pourrait alors venir que d'une coopération plus étroite entre Israël et la Palestine, à l'image de ce qui existe entre la Jordanie et Israël. Toutefois, l'élément rendant la chose plus difficile outre le passé sanglant entre ces deux peuples concerne le problème des nappes phréatiques. En effet, le sens d'écoulement des nappes d'est vers l'ouest dans cette zone sous-entend une confiance mutuelle plus forte. Aujourd'hui, la Palestine craindrait qu'Israël ne puise trop de ressource dans cette nappe conjointe tandis qu'Israël ressentirait la menace d'un empoisonnement volontaire ou non de la nappe aval.

BLIBLIOGRAPHIE

- L'eau : nouvel enjeu stratégique mondial – Jacques SIRONNEAU
- Israël : une histoire d'eau – François MANCEBO
- Water resources development and management In Israel - Joshua SCHWARZ
- Efficient use of limited water ressources : Making Israel a model state – Bar-Ilan University.
- The integration of desalination plants in the national water system – Dr. Y. DREIZIN
- « Defintion of Israel's Water Problems » or « Water as a Metaphor » - Prof. Emeritus Dan ZASLAVSKY
- Bilans d'eau d'Israël - Aaron YAIR, Haim GVIRTZMAN
- La recherche sur l'eau en Israël - Yann LEROUX