

SYNTHESE TECHNIQUE

La Grande Rivière Artificielle de la Libye et le Développement Durable

Omar KHEDHER

E-mail : Khedher@engref.fr

Février 2007

ENGREF Centre de Montpellier
BP 7355 –
34086 MONTPELLIER CEDEX 4
Tél. (33) 4 67 04 71 00
Fax (33) 4 67 04 71 01

MOTS CLES

GRA, aquifère transfrontalier, NSAS, développement durable, Libye, gestion régionale, coopération, conflit, UNESCO, ISARM, CEDARE

RESUME

Le système aquifère nubien s'étend sur la Libye, l'Egypte, le Tchad et le Soudan. Ce système est d'une capacité totale d'environ 150.000 km³ d'eau fossile, vieille de plusieurs millions d'années. Les pluies qui alimentaient la région ont disparu laissant des réserves gigantesques mais pas illimitées. Le gouvernement Libyen a commencé à les forer en 1991, lançant le plus grand projet d'ingénierie civile du monde. La Grande rivière artificielle fournit 500 000 m³ par jour aux villes côtières du pays (qui abritent la majeure partie de la population), grâce à un réseau de canalisations en béton de quatre mètres de diamètre.

L'extraction de l'eau fossile suscite de vives controverses. Plusieurs groupes de défense de l'environnement ont condamné la Grande rivière artificielle. En revanche, pour les partisans du projet, les pays qui, comme la Libye, ont épuisé leurs ressources en eau renouvelable ne peuvent pas avoir pour seul recours de dessaler l'eau de mer, un procédé coûteux.

C'est pourquoi l'autorité conjointe formée par les pays de la région veille à mettre au point un programme régional à long terme pour l'utilisation durable du système aquifère nubien. Une deuxième initiative dite ISARM est en train de définir des codes de conduite pour la gestion régionale des aquifères. Cependant, certains experts considèrent que ces plans d'actions sont rassurants, alors que, d'autres estiment que le conflit est inévitable dans la région si les lois internationales tardent à apparaître.

SUMMARY

The Nubian Sandstone Aquifer System spans Libya, Egypt, Chad and Sudan. This system contains a rough estimate of 150 10³ k m³ of fossil water which is millions of years old. The rains that fed the region disappeared leaving phenomenal but finite water supplies, which the Libyan government began mining in 1991 through the world's largest civil engineering project. The Great Man-Made River Project delivers about half a million cubic metres of water a day to Libya's coastal cities (where most of the population lives) through a network of concrete pipes, four metres in diameter.

Considerable controversy surrounds the mining of fossil water and several environmental groups have condemned the Man-Made River. Supporters of the project maintain that countries like Libya have basically run out of renewable water sources and cannot solely rely upon desalination, which is extremely expensive.

That is why, the Joint Authority formed by NSAS States anticipates creating a long run regional program for sustainable utilization of the NSAS. A second initiative called ISARM is now in the process of establishing international guidelines to manage this aquifer. However, some experts consider that plans are sufficient, others, estimate that conflict is unavoidable in the region if international laws are not established urgently.

INTRODUCTION

« Des projets pharaoniques autant que destructeurs » (Lassere et Rekacewicz, 2005), ainsi titrait un article décrivant des projets de génie civil parmi lesquels figure celui de la Grande Rivière Artificielle (GRA) considérée comme le plus grand projet d'adduction d'eau du monde.

Ce projet suscite de vives controverses. Plusieurs groupes de défense de l'environnement ont condamné la GRA. En revanche, pour les partisans du projet, les pays comme la Libye, qui ont épuisé leurs ressources en eau renouvelable, ne peuvent pas avoir pour seul recours de désaliniser l'eau de mer, un procédé très coûteux (Otchet, 2002).

Cette synthèse fait le point sur les impacts de ce projet en se basant sur les avis des experts intéressés au sujet. La dernière partie est consacrée à la description des modalités de la gestion régionale de la nappe transfrontalière faisant l'objet d'une exploitation intensive par la Libye et les autres pays de la région.

CONTEXTE DU PROJET

o Données sur la Libye

Population

Avec 800 000 immigrés, la Libye compte 5,7 millions d'habitants (estimation 2004), dont 90% sont répartis dans les baladiyats (circonscriptions administratives) du littoral. Le reste du pays n'est que sporadiquement occupé. Le taux d'accroissement naturel de la population estimé entre 1995 et 2000 est de 2,2% par an (Aquastat, 2005).

Climat

Les conditions climatiques que connaît la Libye sont dans l'ensemble caractérisées par une chaleur extrême et des pluies rares et irrégulières. Les régions désertiques et subdésertiques, représentant 90% du territoire, reçoivent peu de précipitations. Le climat méditerranéen prévaut sur la côte, avec des précipitations annuelles qui dépassent rarement 300 mm.

Ressource en eau

Le besoin total annuel en eau du pays est aujourd'hui évalué entre 4 et 5 milliards de m³. Cette demande ne peut être couverte qu'à hauteur de 2% par les eaux de surface, le reste dépendant des eaux souterraines (majoritairement non renouvelables).

Les aquifères renouvelables situés dans le nord du pays qui bénéficient d'un régime pluviométrique élevé, contribuent par un apport de plus de 2.400 millions m³/an à la fourniture des besoins en eau, alors que leur recharge annuelle est inférieure à 650 millions m³. Ce déséquilibre a provoqué une diminution continue des niveaux des eaux souterraines accompagnée d'une détérioration de la qualité des eaux à cause de l'intrusion marine et de l'invasion des eaux salines à partir des aquifères adjacents (Salem, 2003).

o Bref historique

Le projet de la grande rivière artificielle ou GRA est parti de la découverte accidentelle en 1968 d'importants gisements d'eaux fossiles dans les grès nubiens de la région de Koufra, par la compagnie américaine « Occidental Petroleum » au cours de travaux d'exploration pétrolière (Fontaine, 2000).

Dès la fin de l'année 1968, la société américaine créait une exploitation agricole de 600 ha dans cette région chère à la dynastie sénoussie, encore au pouvoir (De Planhol, 1977).

Ainsi une dizaine de milliers d'hectares irrigués ont été développés dans cette région, mais la réussite n'est pas au rendez vous. En effet, outre des conditions naturelles peu propices à l'agriculture, l'éloignement des marchés, les coûts importants de transport pour les intrants mais aussi les difficultés pour attirer une main d'œuvre ont sérieusement contrarié la tentative de mise en culture.

Devant l'échec de l'expérience des périmètres irrigués en plein cœur du Sahara, là où se trouvent les réserves d'eau fossile, les autorités libyennes envisagent, dès le début des années 1970, de transférer l'eau en zone côtière afin d'y créer des périmètres irrigués. Cette solution présente plusieurs avantages dont deux paraissent décisifs :

- Un meilleur environnement naturel : températures moins élevées, évapotranspiration plus faible (l'humidité relative annuelle moyenne est proche de 70% à Benghazi, supérieure à Syrte), précipitations plus abondantes (toujours plus de 100 mm/an sur la côte) ;
- Une meilleure situation par rapport aux zones consommatrices.

Par ailleurs, le projet permettra aussi d'améliorer l'alimentation en eau des deux grandes agglomérations libyennes ainsi que des zones industrielles littorales (complexes pétrochimiques du fond du golfe de Syrte, sidérurgie de Misratah...) (Fontaine, 2000)

o Description du projet

En 1983, le président Kadhafi a annoncé officiellement le projet de la grande rivière artificielle GRA appelé aussi Great Man-Made River GMR. Ce projet gigantesque consiste à transférer les eaux fossiles des bassins sédimentaires de Libye orientale (dans les grès nubiens de la région de As-Sarir-Tazirbu-Koufra) et du Fezzan vers la côte, c'est-à-dire sur une distance variant entre 400 à 800 km. En phase finale, 6 Millions de m³ seront pompés chaque jour, soit plus de 2 Milliards de m³/an, chiffre apparemment considérable mais qui ne correspond qu'au débit d'une rivière moyenne en Europe (70 m³/s environ) (Fontaine, 2000). La réalisation du projet, étalée sur 25 ans (1985-2010) est divisée en cinq phases, son coût prévisionnel est de 25 à 30 Milliards \$, financé grâce aux revenus du pétrole, soit environ 1 Milliard \$/an, ce qui en 1983, ne représentait que 5% des ressources pétrolières. Cependant, avec la chute du prix du baril au milieu des années 1980, l'investissement pèse lourd sur les finances libyennes (Fontaine, 2000).

Les deux premières phases du projet, confiées à la société sud-coréenne, Dong Ah, sont aujourd'hui terminées. Lors de la première phase, qui s'est achevée en 1991, près de 2000 km de canalisations ont été posés reliant les quelques 120 puits des champs de Sarir et de Tazerbo au réservoir d'Adjabiya sur la côte, dans le golfe de Syrte (cf. carte 1). Il assure un approvisionnement de près de 2 Millions m³/j. De nombreux champs de puits ont été mis en service au nord de l'erg de Murzuk dans le sud ouest du pays ; au total plus de 480 puits qui alimentent depuis 1997 deux conduites en direction de la Tripolitaine avec un débit de 2,5 Millions m³/jour. La troisième phase vient récemment de permettre le raccordement entre les deux branches principales du projet : la Tripolitaine et la Cyrénaïque. Les autres phases seront de développer les captages plus au sud (notamment dans la région de Koufra) avec un débit attendu de près de 1.7 Millions m³/jour) mais aussi aux points extrêmes Est et Ouest du pays (Unescopresse, 2002).

A la fin du projet, la rivière s'étendra sur une longueur totale de 3500 km. Les canalisations ont 4 m de diamètre, assez larges pour y faire circuler un métro (Otchet, 2000). Elles sont formées de tronçons cylindriques de 6,5 m de long pesant chacun 73 tonnes. Ces tubes sont fabriqués dans deux usines, l'une à As-Sarir, l'autre près de Marsa al-Brega, employant chacune environ 2500 ouvriers coréens. Un certain nombre d'opérations annexes ont été confiées à d'autres partenaires : le forage des puits à une société brésilienne (Braspetro), les usines de tubes à une compagnie américaine, la Price Brothers Compagny, les réservoirs d'arrivée à des entreprises turques (Fontaine, 2000).

Elaboré pour permettre un développement sans précédant des surfaces irriguées, ce projet a répondu dans un premier temps aux besoins en eau potable, à Tripoli notamment. Toutefois, le volet agricole est mis progressivement en œuvre avec la création ou la revitalisation de périmètres irrigués dans la Jeffara.

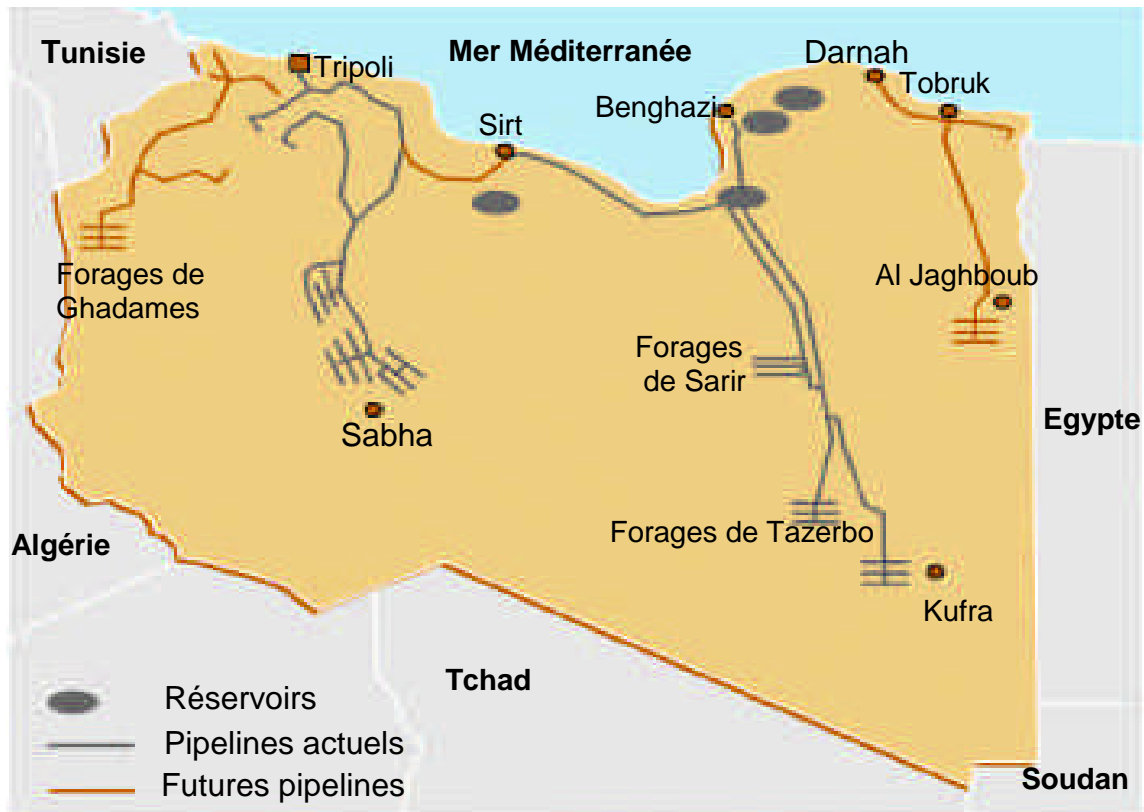


Fig. 1 LA Carte de GRA (Otchet, 2000)

o **Caractéristique du Nubian Sandstone Aquifer System : NSAS**

Le NSAS consiste en un nombre de formations aquifères gréseuses connectées entre elles, étendues sous le Sahara sur plus de 2 millions km². Le NSAS est partagé par la Libye, l’Egypte, le Tchad et le Soudan, il est considéré parmi les systèmes aquifères les plus larges dans le monde, contenant approximativement 150,000 km³ d’eau souterraines économiquement exploitables.

Le NSAS peut être divisé en deux importants réservoirs. Le système aquifère du nubien (NAS) est formé majoritairement par des nappes libres, c’est le plus ancien et le plus grand. Il inclut un grand nombre d’aquifères qui sont connectés entre eux. L’autre réservoir inclut des parties de la Libye et l’Egypte. C’est le système des aquifères post nubien (PNAS). Ces deux réservoirs sont séparés par des couches de faible perméabilité (Bakhbakhi, 2006).

Des réserves d’eau phénoménales ont été infiltrées dans le NSAS : elles pourraient remplir une piscine profonde de plusieurs centaines de mètres et grande comme l’Allemagne (Otchet, 2000).

Ces eaux fossiles d’une extraordinaire pureté sont l’héritage d’un climat disparu il y a environ 10000 ans, où le désert de Sahara était une savane verdoyante avec des pluies abondantes remplissant les fleuves et les lacs et s’infiltrant aussi sous terre.

Malgré le fait que le NSAS soit techniquement connecté au Nil, au sud de Khartoum, son taux de recharge est négligeable et il est considéré comme une source d’eaux souterraines non renouvelable (Davids, 2005).

Il a été estimé que plus que 40 Milliards m³ ont été extraits du NSAS par la Libye et l’Egypte durant les 40 dernières années (Bakhbakhi, 2002).

La majorité des eaux extraites du système des aquifères est utilisée pour l’agriculture, que ce soit pour des projets intensifs en Libye ou pour des fermes privées en Egypte (Salem et Pallas, 2002).

Les présentes extractions représentent environ 0.1% des eaux douces disponibles. Pourtant, il y a eu déjà une chute des niveaux piézométriques du NSAS, entraînant une augmentation des coûts d'extraction (Davids, 2005).

PAYS	Le système nubien (les nappes paléozoïque et mésozoïque)		Le post système nubien (la nappe Miocène)		Le volume total des eaux douces stocké (km ³)	Le volume total des eaux souterraines récupérable (km ³)	Les extractions actuelles du système post nubien (km ³)	Les extractions actuelles du système nubien (km ³)	Les extractions actuelles totales du NSAS (km ³)
	Superficie (km ²)	Le volume des eaux douces stocké (km ³)	Superficie (km ²)	Le volume des eaux douces stocké (km ³)					
Egypte	815	154	494	97.5	252	5.2	0.30	0.2	0.5
Libye	754	136	426	71.7	208	5.9	0.26	0.5	0.8
Tchad	233	47	- ¹	-	47	1.6	-	0.00	0.00
Soudan	373	33	-	-	33	2.6	-	0.8	0.8
Total	2.175	372	920	169.2	542	15.3	0.57	1.6	2.1

Tableau 1 Les données essentielles de la nappe du grès nubien (Bakbakh, 2006) modifié

IMPACTS DU PROJET

o Définition du développement durable

Le développement durable est présenté dans le rapport Brundtland (1987) comme un développement qui s'appuie sur trois piliers, à savoir la solidarité sociale, l'efficacité économique et la responsabilité écologique. Il postule que ces trois piliers ont la même valeur et qu'aucun des trois ne peut se développer au détriment des deux autres.

Un des points forts du développement durable est le fait d'avoir mis l'accent sur la nécessité d'une approche intégrée en faveur des questions environnementales (Elamé, 2005).

o Critiques du PGRA

Les Libyens pompent l'eau à peu près de la même manière qu'ils extraient le pétrole, donnant ainsi un tour nouveau à un vieux débat : que risque-t-on à compter ainsi sur une ressource non renouvelable ? Puisque chaque litre utilisé aujourd'hui est perdu pour demain, que feront les générations futures ? « On n'hérite pas des ressources de ses parents, avertissent certains, on les emprunte à ses enfants » (Otchet, 2000).

Fontaine, (2000) évoque l'incertitude sur les réserves réelles d'eau fossile : certaines estimations font état, pour la Libye orientale, de 2500 Milliards m³ d'eau récupérables (soit 350 années d'utilisation au rythme de 2 Millions m³/jour) mais est-ce bien sûr ? Quant aux réserves de Fezzan, elles semblent inférieures. Par ailleurs, cet aquifère ne communique-t-il pas avec celui du Sahara algéro-tunisien ? Enfin, quelles peuvent être les répercussions des prélèvements d'eau sur les oasis sahariennes, en particulier celles du Fezzan et (à terme) de Koufra.

¹ Données non disponibles.

De plus, l'exploitation des aquifères profonds du Nubien dans les oasis de Siwa dans le nord est proche de l'interface eau douce/eau saline. L'augmentation des prélèvements actuels pourrait engendrer un flux des eaux salines vers les eaux douces. L'exploitation d'un puits dans la région de Jaghbub pourrait augmenter probablement le risque de détérioration de la qualité des eaux dans l'aquifère du Nubien (Salem et Pallas, 2002).

Quelques autres défaillances ont été décelées telles que des problèmes de corrosion et des fuites importantes au niveau des pipe-lines soumises à des conditions extrêmes. Selon Martine Le Bec Cabon, une journaliste² au magazine H₂O, ces difficultés sont minimales en comparaison avec la taille du projet.

Une difficulté budgétaire a été évoquée par A.M El-Gheriani, le directeur général du PGRA, qui déclare que la logistique du chantier est devenue surréaliste en 1986, quand le gouvernement américain a imposé des sanctions limitant les voyages et les transactions commerciales avec la Libye. Les manœuvres et dessous-de-table nécessaires pour trouver des pièces détachées gonflèrent encore le coût énorme du projet (Otchet, 2000).

Certaines suspicions qualifiées de ridicules selon Martine Le Bec Cabon ont été formulées de la façon suivante : ce réseau gigantesque de canalisations ne pourrait-il pas servir à acheminer des troupes ? Ces aires immenses de stockage ne pourraient pas convenir pour l'entrepôt de matériels militaires, voire d'armements chimiques ? Les suspicions remises récemment au goût du jour par le New York Times, et reprise en France par VSD (Libye, l'inquiétant canal de Kadhafi, VSD du 5-15 Janvier 2003), font sourire les experts de l'eau. Même si relayées par d'anciens collaborateurs à la Maison Blanche (dont Dan Cohen, ancien collaborateur de George Bush senior.), les rumeurs omettent de mentionner le fait que les premières études de faisabilité du projet GRA ont été confiées à une société anglo-américaine, Brown & Root Overseas Limited, filiale de Halliburton Co, que dirigera à partir de 1995 Dick Cheney, actuel vice-président américain (Le Bec Cabon, 2003).

Ces mêmes experts s'inquiètent-ils en revanche des répercussions environnementales d'un tel projet ?

o **Débat sur l'intérêt économique du PGRA**

L'autosuffisance alimentaire justifie-t-elle la GRA ?

A. Otchet, une journaliste à l'UNESCO, a développé les différents points de vue concernant l'intérêt économique du projet. L'hydrologue libyen Mohamed Bakhbaki, du programme de la formation aquifère gréseuse nubienne considère qu'il faut faire un choix difficile entre deux options de développement. « Voulons-nous pomper à grande échelle dans les nappes phréatiques pour le bénéfice maximal des générations actuelles ou procéder à une extraction limitée qui assure la conservation de la ressource ? »

La Libye est à la croisée des chemins. La GRA ne coule qu'au dixième environ de sa capacité pour satisfaire les besoins de la population de la côte. L'Etat doit décider de l'utilisation du reste. Doit-il le consacrer entièrement à de vastes plans d'irrigation, ou à satisfaire d'abord les besoins en eau potable (avec des mesures anti-gaspillage) et ceux de l'industrie, qui en consomme beaucoup moins que l'agriculture ? (Otchet, 2000)

Officiellement, la grande priorité est l'agriculture (Cherki, 2004). Dans les 50 prochaines années, le projet devrait fournir environ 6 millions m³ /j dont 75% à 80% iraient aux exploitations agricoles, précise le ministre de l'agriculture Ali Guima. L'espérance de vie de tout grand projet d'infrastructure est d'environ 50 ans. Les nappes aquifères ne seront alors pas à sec mais risquent d'être bien plus difficiles à pomper. « On pourrait étendre le réseau de canalisations ou l'installer dans une autre aire de forage » estime John Lloyd, professeur à l'université de Birmingham (Royaume Uni), l'un des grands experts de la matière. Dans le

² Cette source citée est académiquement peu fiable. Cependant, l'intérêt consiste à refléter les controverses existant autour du projet telles qu'elles sont perçues par la société.

désert de Libye, les puits descendent jusqu'à 400 ou 600 mètres de profondeur. Dans 50 ans, les nappes aquifères devraient avoir baissé d'environ 80 mètres si elles sont pompées à pleine capacité.

Techniquement, on pourra continuer à ce niveau (si la qualité de l'eau ne change pas). En Arabie Saoudite, les puits descendent jusqu'à un ou deux kilomètres de profondeur même si les coûts sont plus élevés. « L'eau sera probablement plus précieuse à l'avenir, et peut être vaudra-t-elle la peine de pomper plus bas » estime John Lloyd. Avec cette même idée en tête, le ministre de l'agriculture s'efforce de promouvoir des plans d'irrigation, pour avancer vers l'objectif national d'autosuffisance alimentaire : La Libye doit compter sur les importations pour satisfaire 60% de sa demande intérieure de blé et d'orge (Otchet, 2000).

L'abondance apparente de l'eau d'irrigation fait oublier qu'on se situe en zone aride, où l'eau s'évapore à des taux de 40 à 60%. La moitié de toute celle qu'on utilise aujourd'hui pour l'irrigation est perdue, estime Ayad S. Kaal, hydrogéologue au centre de recherche sur l'agriculture. Il espère que les agriculteurs apprendront à utiliser les techniques plus efficaces, comme l'irrigation au goutte à goutte.

La décision d'investir dans l'agriculture laisse de nombreux experts occidentaux perplexes. Puisqu'il y a actuellement trop de céréales sur le marché international, pourquoi ne pas importer du blé et économiser le précieux liquide pour l'industrie, qui en utilise moins et crée des emplois mieux payés (Otchet, 2000).

Cette même idée est partagée par K. Schliephake, qui après avoir évalué le prix de revient du m³ d'eau de la GRA (compris entre 0.85 et 1.2 \$), constate que le prix du blé produit dans de telles conditions serait sept fois supérieur à celui du cours mondial (Fontaine, 2000).

Ibrahim Salem Haffala, économiste au centre de recherche agricole, confirme ce constat, mais il justifie ce choix en disant : « Mais s'il y avait un autre embargo sur ce produit ? ».

Les principes économiques occidentaux ne tiennent pas compte du contexte politique et culturel. Le ministre Guima explique que l'agriculture représente une solution partielle à la montée du chômage. L'Etat veut diversifier le marché de l'emploi, dominé par le secteur énergétique, en subventionnant une nouvelle classe de gestionnaires agricoles. Ces fermiers superviseront des travailleurs immigrés venus d'Egypte, du Soudan et d'autres pays d'Afrique.

Impossible de conseiller : « 'N'utilisez pas l'eau pour l'agriculture!' », estime Philippe Pallas, un consultant français de la FAO, travaillant avec la Libye depuis 25 ans. Il ajoute qu'il « faudrait à la Libye deux ou trois GRA pour être autosuffisante en agriculture ». En 2025, la population du pays devrait compter quelques 12 millions d'habitants (non nationaux compris), et les besoins en eau des ménages absorberont environ 55% du débit total de la GRA. Même si l'on consacrait exclusivement à l'agriculture toute l'eau restante (celle du PGRA, celle des ressources renouvelables et l'eau recyclée), la Libye aurait besoin, malgré tout, d'importer près de moitié de son alimentation (Otchet, 2000).

De même, Schliephake pense qu'en 2010, malgré l'apport de la GRA, la Libye ne couvrira que 36% de ses besoins en eau (Fontaine, 2000).

« Nous serons autosuffisants autant que possible avec nos ressources » déclare cependant M. Aboufayed, responsable de l'attribution des eaux aux fermes. Le PGRA n'est pas la solution miracle à tous nos problèmes d'eau. Il nous donne le temps d'élaborer des technologies nouvelles et une politique de l'eau intégrée. Afin de rendre la population consciente de la valeur de l'eau, nous luttons contre le gaspillage en faisant payer aux agriculteurs l'eau qu'ils utilisent. Toutefois, le mètre cube est de 25 à 50 cents américains seulement (Otchet, 2000).

Le prix ne reflète qu'une petite fraction du véritable coût de l'adduction de l'eau. Et il ne sera facturé que si les exploitations agricoles sont jugées « rentables ».

Pour faire un usage responsable d'un ouvrage aussi extraordinaire, il faut avoir la meilleure politique pour économiser l'eau, afin qu'à l'avenir nul ne puisse dire : « quel gâchis ! », fait observer Mike Edmunds, membre de l'équipe britannique de recherche géologique qui a exploré les aquifères au cours des années 60.

A.M.El-Gheriani, le directeur général du PGRA déclare que l'économie d'eau sera une préoccupation pour tous les pays dans l'avenir.

Dessalement Vs GRA

Le recours aux techniques non conventionnelles apparaît comme la voie privilégiée pour remplacer la GRA dans le futur. Aux débats sur la comparaison des coûts de mètre cube dessalé ou « transféré » s'ajoutent de nouvelles réflexions autour des modalités de rationalisation des usages agricoles et de la prise en compte du coût environnemental des politiques actuelles du secteur de l'eau. Dans le contexte d'ouverture aux règles de l'économie mondialisée, l'impact des investissements hydrauliques devrait peser davantage dans l'élaboration des politiques libyennes à l'avenir.

Philippe Pallas témoigne de l'existence d'un débat national sur ce propos (Otchet, 2000).

Dans la suite, Alghariani, un professeur des sciences et d'ingénierie de l'eau à l'université d'Alfateh en Libye défend l'intérêt économique de la désalinisation par rapport au transfert de l'eau via la GRA.

Il suggère que le dessalement n'a pas été pris au sérieux dans le passé, surtout qu'il a été toujours considéré comme une solution qui mettrait le pays sous la dépendance directe de technologies étrangères (Alghariani, 2003).

Les analyses économiques établies lors de la conception du projet ont estimé le coût unitaire moyen des eaux transférées à environ 0.25 \$ / m³, ce qui est remarquablement compétitif vis-à-vis des autres alternatives comme le dessalement de l'eau de mer estimé à 2.5 - 3.0 \$ / m³ à cette époque. Les études économiques actuelles établies après la fin de la première phase ont révélé que le coût unitaire moyen de l'eau pour les usagers dont le coût de capital a été affecté de 7% d'intérêt, est de 0.85 \$ / m³ en 1991 (Alghariani, 2003).

Le dessalement des eaux de mer est devenu plus de quatre fois moins cher que le transfert des eaux. Le coût moyen des eaux de mer dessalées est aujourd'hui le dixième de ce qu'il y était dans les 20 dernières années. Il a diminué de 5.50 \$ / m³ en 1979 à moins de 0.55 \$ / m³ en 1999, tout en incluant les intérêts, le coût de revient d'opération et de gestion. Ceci prouve que le projet libyen de transfert des eaux, a perdu ses avantages économiques avec le développement rapide de la technologie de dessalement.

En se basant sur ces changements radicaux des coûts de l'eau, les autorités libyennes doivent revoir leur position entre les différentes alternatives : soit de continuer en complétant les phases restantes du GRA et mettant en place d'autres projets de transfert d'eau à partir du Kufra, Ghadamès et Jagbub, soit d'arrêter toutes extensions projetées de transfert d'eau et les remplacer par une industrie de grande envergure de dessalement des eaux de mer. Alghariani propose de mélanger les eaux désalinisées avec les eaux transférées afin d'améliorer leur qualité suite à la présence d'une concentration de nitrates assez élevée (supérieure à 60 PPM), lors de la deuxième phase du projet GRA. En même temps, le mélange permettrait de répondre aux importantes demandes en eau dans le futur à un coût raisonnable (Alghariani, 2003).

Quand les questions en relation avec les considérations de durabilité sont posées, les avantages de l'option de dessalement deviennent aussi clairs. En effet, vu que les aquifères exploités sont non renouvelables, la valeur de « l'épuisement » autrement dit « le coût environnemental » des ressources minières des eaux souterraines, devrait être prise en compte quand on calcule le coût actuel des eaux transférées.

Selon Alghariani, une estimation approximative du coût environnemental pourrait être établie en fonction du paiement volontaire des usagers concernés, ou selon l'équivalent du coût de la mise en place de l'alternative d'approvisionnement en eau la moins chère étant utilisée pour soutenir les activités socioéconomiques basées auparavant sur les eaux transférées, une fois que l'exploitation de ces eaux deviennent non rentable, ou que les aquifères sont complètement épuisés (Alghariani, 2003).

D'autres auteurs contrarient la thèse adoptée par Alghariani. Gijsbers et Loucks, (1999). Ils ont montré dans une étude que l'extension du PGRA est plus rentable en comparaison avec la désalinisation. La GRA présente une solution efficace qui pourra satisfaire les futurs approvisionnements en eau en Libye. Toutefois, ils sont persuadés qu'il ne faut pas se baser uniquement sur les études économiques pour pouvoir décider de la faisabilité de l'extension du projet. Les facteurs environnementaux et sociaux doivent être pris en compte pour prendre des décisions pareilles.

D'autres études purement économiques confirment l'opportunité du projet. Selon K. Schliephake, le prix de revient du m³ d'eau de la GRA serait compris entre 0.85 et 1.2 \$ ce qui est moins élevé que l'eau désalinisée (2 à 2.55 \$/ m³) (Fontaine, 2000).

Il est à noter ici que cette dernière conclusion contrarie complètement celle qui a été présentée précédemment par Alghariani. Il paraît que chacun de ses auteurs a utilisé des hypothèses de calculs antagonistes pour élaborer leurs études économiques, ce qui pourrait expliquer cette incontestable divergence.

En 2004, le centre des données, des études et des recherches affecté à l'Autorité de la Grande Rivière Artificielle (AGRA), a commenté les propos d'Alghariani. Selon l'AGRA, les usines de désalinisation pourraient être incompatibles avec l'environnement, alors que l'étude d'impact du PGRA n'a pas indiqué de sérieux impacts sur l'environnement. De plus, beaucoup de tests de performance ont révélé des défaillances des unités de traitement. Ceci prouve, pour cette institution, que l'option d'une large gamme de désalinisation a atteint ses limites.

Concernant la qualité des eaux, la correction du taux de nitrates a été déjà réalisée soit en abondant les puits affectés d'une grande concentration en nitrates, soit par le mélange avec des eaux provenant d'autres puits pour aboutir à la fin à une eau respectant les normes (de 20 à 40 PPM).

o **Partisans du PGRA**

L'AGRA contrarie les propos des experts qui supposent un épuisement total des aquifères. Les résultats des modèles hydrogéologiques n'indiquent pas un épuisement total des aquifères durant les 50 ans d'exploitation. Selon les récentes études effectuées en 2001 par CEDARE, le volume récupérable des eaux souterraines de bassin de Koufra est estimé à 245.51 km³. Les ressources disponibles pourraient soutenir des approvisionnements durant 225 ans avec des futurs prélèvements pouvant atteindre 1090 Millions m³ par an. Le déclin du niveau piézométrique peut atteindre au maximum 100 m alors que la zone du projet enregistrera une diminution variant entre 30 et 40 mètres vers la fin des 60 ans de prélèvements continus avec un rythme de 1.68 Million m³ par jour. Ainsi, l'AGRA considère que le coût environnemental présenté par Alghariani n'est pas basé sur des calculs hydrogéologiques pertinents (G.M.R. Authority, 2004).

Selon Abdulkhader A. Abufayed, responsable de la distribution de l'eau de la « Grande Rivière », « tous les grands projets de génie civil sont critiqués, le PGRA en particulier parce qu'il s'agit de la Libye ». D'autres pays extraient de l'eau fossile, comme l'Egypte qui exploite les nappes aquifères de son désert occidental pour un immense projet d'irrigation de 200.000 hectares. Les Etats-Unis pompent aussi des ressources non renouvelables. L'extraction d'eau en Californie est controversée parce que les Etats-Unis, pays riche en

eau, ont d'autres solutions. Est-ce le cas des pays très arides ? « Pour eux, en général, la question n'est pas tant de savoir si l'on doit ou non utiliser l'eau fossile, mais quand et comment » (Otchet, 2000).

D'autres observateurs étrangers essaient de justifier l'intérêt du GRA, tout en restant prudents dans leurs propos.

Fontaine, (2000) estime que malgré ces limites, ce projet est utile, il améliorera la situation de l'agriculture libyenne et l'alimentation de l'eau potable des populations.

De nombreux experts jugent qu'il est légitime d'utiliser l'eau fossile comme eau potable ou pour les besoins des municipalités mais ils estiment, pour des raisons éthiques et économiques, qu'une ressource aussi précieuse est inadaptée à l'irrigation, en particulier dans les zones arides. Cependant, Jean Margat, un grand hydrogéologue français, estime que « L'irrigation est une ancienne tradition dans la région qui est pratiquée depuis les pharaons » (Otchet, 2002).

Davids (2005) pense que le NSAS doit être exploité pour assurer la survie et le développement économique des populations de la Libye, de l'Egypte, du Tchad, et du Soudan. Cependant, le NSAS ne peut pas être exploité d'une manière durable car il s'agit d'une ressource finie non renouvelable Davids (2005).

Cockburn (2000) considère qu'à la grande surprise de nombreux observateurs, ce projet a été jusqu'ici une réussite. Cependant « le succès n'a pas été intégral ». L'une des premières destinations de la GRA était Syrte, « la capitale champignon » construite sur ordre de Kadhafi, près de son lieu de naissance. Syrte s'est bien transformée du jour au lendemain en un ensemble d'immeubles d'habitations et de vastes bâtiments administratifs. Mais la ville reste étrangement vide. La grande majorité des fonctionnaires qui devraient être mutés se sont trouvés des excuses pour retarder leur départ de Tripoli ou s'ils ont été contraints de déménager, ont laissé leurs familles dans l'ancienne capitale pour y retourner à la moindre occasion (Cockburn, 2000).

o **Propositions d'améliorations de la situation libyenne : l'union africaine, un choix politique**

Selon Omar Salem, le directeur de l'autorité générale libyenne de l'eau, « la question de l'eau appelle une coopération régionale renforcée », il admet que de fait au-delà de la satisfaction des besoins nationaux, la GRA est aujourd'hui présentée par le président Kadhafi lui-même comme l'ultime tentative à la solution de l'eau au Maghreb. Une approche qui fait écho aux aspirations pan africaines du guide. Le débat dépasse ici le cadre de l'eau pour s'ancrer sur celui de la coopération africaine. S'agirait-il d'exporter l'eau de la GRA vers les pays voisins ? D'exporter un savoir faire vers d'autres régions d'Afrique ou encore d'investir à l'étranger dans des projets de mise en valeur des sols ? (Le Bec Cabon, 2003)

En réponse à cette dernière question, Omar Salem confirme la volonté d'investissement de la Libye sur le continent africain en indiquant qu'ils ont déjà initié une étude au Tchad qui portera sur l'aménagement à terme de 50 ha de culture, sur la rivière Tchari (Le Bec Cabon, 2002).

Alghariani indique la présence des études de faisabilité techniques, financières et politiques concernant la déviation de la rivière de Congo – ayant un débit équivalent à 15 fois de celle du Nil - vers le nord du Sahara ou au moins la déviation partielle de l'eau vers la rivière de Tchari qui déverse dans le lac de Tchad.

Selon Alghariani, « ce projet est un rêve qui pourrait résoudre le problème du manque d'eau en Libye et même sauver l'Afrique de la pauvreté une fois pour toute » (Dechatel, 2007).

GESTION REGIONALE DU NSAS : LA COOPERATION EXISTE-T-ELLE ?

Les aquifères, de par leur nature cachée, sont politiquement explosifs. Les Etats admettent avec réticence devoir partager les eaux des fleuves transfrontaliers, mais au moins, ils ne peuvent pas nier leur existence. Quand l'eau est invisible, la tentation est grande de la pomper sans consulter le voisin. Or, si les instruments de droit international concernant les fleuves se sont étoffés, les aquifères sont toujours dans un vide juridique³. D'où l'inquiétude de nombreux experts, comme Alice Aureli de l'UNESCO, qui redoutent une véritable « course au pompage ». Certains pays pourraient se précipiter pour utiliser le plus d'eau possible, de crainte qu'un voisin plus puissant ne les devance (Otchet, 2002).

Dans ce sens Davids (2005) admet la nécessité de la détermination de mécanismes de gestions et de résolutions des controverses afin de préserver ces ressources souterraines non renouvelables. Alors qu'il apparaît que les principes internationaux légaux de l'utilisation équitable et raisonnable sont par définition inapplicables pour le NSAS, il est légitime de se poser la question sur le système légal qui devrait gouverner effectivement l'utilisation du NSAS face à l'absence d'une loi internationale.

o Inventaire des lois internationales sur les aquifères

Résumé des directives internationales concernant les eaux souterraines.

Modifiés après Matsomoto 2002 et Eckstein 2004

Directives internationales	Date	Références pour les eaux souterraines
Les règles de Helsinki	1966	<ul style="list-style-type: none"> •Définit les eaux souterraines comme une partie du bassin de drainage international Ignore les nappes artésiennes
Les règles de Séoul	1986	<ul style="list-style-type: none"> •Définit le bassin de drainage international comme « une nappe intersectionnée par la frontière entre deux ou trois états qui ne l'alimente pas en eau ou n'en reçoit pas d'eau, les eaux de surface d'un bassin de drainage international constituent un bassin de drainage international selon les propos de des règles de Helsinki
L'avant projet du traité de Belaggio	1988	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaît la connexion hydrologique entre les eaux de surface et les eaux souterraines La nappe transfrontalière est considérée comme une partie du bassin international
Agenda 21, chapitre 18	1992	<ul style="list-style-type: none"> • Les eaux souterraines ont un statut parallèle comme les eaux de surface formant une « masse d'eau douce » Recommande une gestion holistique des eaux douces Ignore la gestion des eaux douces transfrontalières
Usages des cours d'eau internationaux autres que la navigation (avant projet)	1997	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaît « les cours d'eau internationaux Ignore les nappes artésiennes
Usages des cours d'eau internationaux autres que la navigation (convention)	1997	<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaît « les cours d'eau internationaux listés dans l'avant projet. Ignore les nappes artésiennes
Usages des cours d'eau internationaux (résolution)	1997	<ul style="list-style-type: none"> •Reconnaît les nappes artésiennes. Les règles de gestion de l'eau mentionnées dans l'avant projet peuvent être appliquées pour les aquifères transfrontaliers

³ Le tableau ci-dessus révèle que les nombreuses conventions développées durant les 50 dernières années se sont parvenues uniquement à adopter récemment une définition des aquifères. (Todd & al., 2005). Selon Jacques Sironneau, l'avant projet du traité de Belaggio est toujours au « point mort ».

Convention de la protection Et de l'utilisation des cours d'eau transfrontaliers et les lacs internationaux	1999	•Recommande la gestion intégrée des ressources en eaux, les eaux souterraines incluses recommande d'étendre la gestion des ressources en eau sur les problèmes transfrontaliers
La loi des systèmes des aquifères Transfrontaliers (brouillon de convention)	2004	•Définit le système des aquifères transfrontaliers Définit l'état du système aquifère

(Todd & al., 2005)

Récemment, le rapporteur spécial de l'ILC (International Law Commission), Chuesi Yamada, s'est intéressé aux conventions internationales sur les aquifères non renouvelables. Dans ses conclusions préliminaires rapportées aux Nations Unies, Mr Yamada a indiqué qu'il est sceptique pour l'application des principes de l'utilisation « équitable et raisonnable », à cause du caractère non renouvelable des aquifères non rechargée. Plusieurs experts négligent de préciser le sens du mot « raisonnable » quand ils parlent des principes de l'utilisation équitable et raisonnable. L'ILA (International Law Association) vient d'adopter les Règles de Berlin admettant que « raisonnable » signifie « durable ». Il paraît alors que « l'utilisation raisonnable » dans le contexte d'une Règle sur les eaux transfrontalières, signifie une « utilisation durable » (Davids, 2005).

Cependant, par définition, les Etats ne peuvent pas utiliser durablement un aquifère non renouvelable étant donné que les prélèvements continus vont épuiser la ressource. L' ILC a fourni un rapport en 2004 mentionnant que le concept de la durabilité est hors de propos dans le contexte des eaux souterraines non renouvelables (Davids, 2005).

Quelques experts ont suggéré que les conventions internationales applicables aux aquifères non renouvelables devraient être similaires à celles qui sont déjà applicable aux pétroles et aux gaz naturels. Cette idée est contestée par de nombreuses organisations telles que la commission des Nations Unies, la FAO, l'Organisation Mondiale de la Santé. Ils considèrent que l'eau est un droit humain fondamental et qu'il ne doit pas être soumis à une approche basée sur des principes de profit économique (Davids, 2005).

o **Présentation des travaux du CEDARE** (Centre de l'Environnement et du Développement de la région Arabe et de l'Europe)

Le NSAS joue un rôle vital pour la croissance économique de la Libye, de l'Egypte, du Tchad et du Soudan. Cependant, l'absence des lois internationales concernant l'utilisation des aquifères non renouvelables a poussé l'Egypte et la Libye à former l'autorité conjointe en 1992 afin de prévenir les conflits d'usage. Le Soudan et le Tchad rejoignaient cette autorité respectivement en 1998 et 1999.

L'autorité conjointe visant à l'étude et le développement du NSAS assure les responsabilités suivantes :

- La préparation et l'exécution des études relatives aux aspects environnementaux de l'exploitation des eaux souterraines ;
- La collecte et l'analyse des informations ;
- Le développement et l'exécution des politiques communes, des programmes et des plans pour l'exploitation des ressources des eaux souterraines ;
- L'établissement d'une coopération ainsi que la décentralisation des informations relatives au NSAS.

Chaque Etat est représenté par 3 représentants ministériels qui gèrent l'autorité conjointe.

La présidence de l'autorité conjointe est tournante, le directeur est élu par ses membres chaque année (Burchi S. & Spreji M., 2003).

Sous l'égide du CEDARE et avec l'assistance des bailleurs de fonds notamment le Fond International pour le Développement Agricole (IFAD) et la Banque Islamique de Développement (IDB), les Etats ont établi le programme régional de l'exploitation du NSAS en 1997. CEDARE était l'agence d'exécution du programme qui a duré jusqu'à 2002.

Afin d'établir un mécanisme continu de coopération régionale pour la gestion du NSAS, CEDARE a préparé deux accords qui ont été signés en Octobre 2000, par les représentants des quatre pays, le premier concerne la surveillance et l'échange des informations concernant le NSAS, le second traite le contrôle continu de l'aquifère et le partage des données (données socioéconomiques incluses) en mettant à jour le système d'information régional (Abu Zeid, 2002).

Les pays se sont accordés sur un abaissement maximal de la nappe de 1 mètre par an. Les plans nationaux de développement pour l'eau doivent intégrer cette limite. L'Égypte, par exemple, prépare une stratégie pour l'eau jusqu'en 2017 qui se base sur cet accord (Puri & al, 2001).

Davids considère que si d'autres États suivent l'exemple du NSAS, telles règles pourraient devenir la loi internationale usuelle pour la gouvernance de l'utilisation des eaux souterraines transfrontalières non renouvelables. Sans ce cadre légal, les conflits d'usage autour de ces réserves d'eaux seront inévitables (Davids, 2005).

Dans ce contexte, Abu Zeid, (2002) suggère que l'expérience acquise et les leçons tirées lors de la coopération régionale entre les pays partageant le NSAS représentent un exemple de ce qui pourrait être un potentiel pour des coopérations similaires entre des pays partageant de grands aquifères en région arabe et en Amérique Latine.

Il paraît que les États du NSAS ont pu mettre en place une institution et un mécanisme juridique qui pourraient effectivement traiter les conflits d'usage. Cependant, Davids (2005) s'interroge sur les règles sur lesquelles l'autorité jointe se base pour prendre ses décisions et sur la manière avec laquelle cette autorité réagirait-elle face à l'épuisement de ces eaux souterraines.

o **Présentation des travaux de L'ISARM**

Les aquifères transfrontaliers étaient le sujet des travaux menés par le programme «Internationally Shared Aquifer Resources Management» ISARM qui a été initié par l'UNESCO en 2000, auquel participent plusieurs organismes internationaux, en particulier l'association internationale des hydrologues, l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ainsi que la commission économique pour l'Europe des Nations Unies (UNECE).

Contrairement aux fleuves, on connaît encore très mal les aquifères partagés. Des investissements importants et une grande expertise scientifique sont nécessaires rien que pour déterminer leurs limites, avant toute estimation précise de leurs capacités et de la qualité de leurs eaux.

Les facteurs politiques viennent parfois compliquer le travail scientifique. Afin de désamorcer tout genre de conflits, l'ISARM souhaite recenser les aquifères transfrontaliers et pour la première fois les cartographier à l'échelle planétaire. L'inventaire sera établi à partir d'études régionales, comme celle déjà réalisée en Afrique. L'étude du continent africain a permis plusieurs découvertes majeures, révélées lors de la conférence de Tripoli (Libye) en juin 2002. Le projet vise aussi à mettre en lumière des techniques innovantes pour la gestion de ces ressources, d'un point de vue technique, socioéconomique ou juridique.

L'échange de données n'est que la première étape de l'initiative ISARM, dont l'objectif est de monter des projets et des commissions pour gérer conjointement des aquifères partagés. Son objectif final est de parvenir à des accords juridiques pour protéger les aquifères. C'est le cas du NSAS. Les représentants gouvernementaux concernés ont ainsi reconnu la nécessité d'un texte international pour le NSAS.

L'ISARM est en train de définir des codes de conduite pour la gestion de cette ressource extrêmement rare. La difficulté consiste à établir un équilibre entre, d'une part, les préoccupations éthiques, environnementales et scientifiques, et d'autre part la satisfaction des populations actuelles mais aussi ceux des générations futures (Unescopresse, 2002).

o **Présentation des travaux de WHYMAP, IGRAC**

Le Programme Mondial de la Cartographie et des Etudes Hydrogéologiques (WHYMAP) est une collaboration de l'UNESCO et d'autres institutions dont les objectifs consistent à cartographier les eaux souterraines à une échelle globale, afin de faciliter l'accès à l'information lors des discussions internationales sur l'eau ; et assurer la coopération avec le Centre International des Etudes des Eaux Souterraines (IGRAC). L'IGRAC est une initiative de l'UNESCO et d'autres institutions. Ce centre de recherche est en train de bâtir une base de données dédiée aux aquifères transfrontaliers par l'établissement d'un système d'information global des eaux souterraines GIS accessible via Internet (Todd & al., 2005).

o **Commentaires des experts sur la gestion des aquifères transfrontaliers**

La gestion des aquifères transfrontaliers semble souffrir d'une «hydroschizophrénie» à cause d'innombrables cadres hydrogéologiques et «hydro-institutionnels» et de la manière avec laquelle les eaux souterraines sont perçues différemment en pays en développement et en pays développés (Todd & al., 2005).

A l'occasion du Troisième forum mondial de l'eau (Mexico, 2005), la déclaration concernant les eaux souterraines indique que la durabilité de ces eaux est liée aux problèmes micro et macro politiques influençant l'utilisation de la terre et des eaux de surface. Kemper indique que pendant que les réalisations pratiques sont nécessaires et urgentes, aucun plan pré-établi n'existe.

Le Programme International de l'Hydrologie de l'UNESCO suggère que les résultats des efforts de développement des traités internationaux pour les aquifères transfrontaliers pourraient être récoltés dans 10 ans.

D'après Puri (2003), les efforts internationaux concernant l'hydrogéologie transfrontalière ont réalisé d'énormes progrès dans la compilation des bases de données des aquifères internationales. La cartographie, la gestion des données et le partage des efforts par l'ISARM, WHYMAP, et IGARC représentent des pas de géant en faveur de l'échange des informations. Cependant, plus d'efforts sont nécessaires pour promouvoir ce flux du dialogue constructif sur les problématiques de la politique des eaux souterraines et sur le partage des expériences internationales. (Todd & al., 2005)

CONCLUSION

Pour la Libye, la GRA est fortement symbolique, « c'est l'homme qui a forcé l'eau » (Le Bec Cabon, 2003). Mais cette approche a suscité plusieurs interrogations des experts internationaux. Dans le même temps, certains d'entre eux essaient de justifier le choix libyen. Les Libyens, par exemple, s'étonnent de ces critiques et se demandent pourquoi les environnementalistes ne se plaignent pas de la dépendance du monde à l'égard du pétrole qui est aussi, comme les eaux fossiles, une ressource non renouvelable surexploitée (Otchet, 2000). C'est surtout la vocation du projet qui est remis en cause. Selon Hayton et Utton, la seule diminution des taux des prélèvements est insuffisante. Les Etats devraient cibler la priorité de leurs utilisations (pour des besoins humains vitaux) et limiter ou interdire d'autres (Davids, 2005). Quand nous avons essayé de vérifier auprès des experts si la région du NSAS est une véritable zone de coopération (comme l'indiquaient certains auteurs) ou le contraire, comme étant une zone hydroconfluctuelle, les réponses n'apportaient pas de véritables précisions. Les personnes interrogées évitent souvent de donner leurs avis en rappelant toujours qu'il s'agit d'un sujet politiquement sensible et que l'accès à l'information est très difficile.

Cependant, toutes les données techniques concernant le PGRA sont disponibles et certains articles montrent que les Libyens ne considèrent pas ce projet comme un sujet tabou.

D'un autre côté, les études spécialisées se contentent d'indiquer l'existence des accords entre les Etats et que ce sujet représente une préoccupation internationale sans toutefois présenter une analyse et une vision critique de ce qui se passe sur le terrain.

Tous ces facteurs ne permettent pas de formuler un avis définitif à propos du GRA. Il s'agit d'un projet inédit qui est inséré dans un contexte assez particulier. De plus, les avis des experts sont très partagés. Leurs arguments peuvent parfois se contrarier. Ceci dit, il est à signaler que les propos de certains auteurs peuvent être subjectifs pour une raison ou pour une autre. Pour avoir une unanimité des avis, il faudrait en toute urgence, qu'émergent à l'échelon international de véritables règles applicables dans tel ou tel contexte afin de prévenir des conflits d'usages probables dans le futur.

En conclusion, le recours au PGRA est justifiable quand l'eau est utilisée pour desservir la population en eau potable. Cependant, il semble que la part d'eau consacrée à l'agriculture devrait être limitée afin d'éviter ces pertes par évaporation. Mais, il est intéressant de prendre en considération que les Libyens sont encore « traumatisés » par l'embargo des années 1980. La question qui se pose aujourd'hui est la suivante : le retour de la Libye sur la scène internationale depuis la fin des années 1990, suite à la levée de l'embargo encouragerait-il ce pays à revoir sa politique de gestion de l'eau pour s'ouvrir à d'autres technologies étrangères comme, le dessalement qui tôt ou tard, serait inévitable dans toute la région méditerranéenne ?

GLOSSAIRE

AGRA : Autorité de la Grande Rivière Artificielle

BDT : Bellagio Draft Treaty

CEDARE : Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

IDB : Islamic Development Bank

IFAD : International Fund for Agricultural Development

IAH : International Association of Hydrologists

IGARC : International Ground Water Resources Assessment Center

ILC : International Law Commission

ILA : International Law Association

ISARM : Internationally Shared Aquifer Resources Management

GRA : Grande Rivière Artificielle

GMR : Great Man-Made River

GGIS : Global Ground Water Information System

NSAS : Nubian Sandstone Aquifer System

NU : Nations Unies

PGRA : Projet de la Grande Rivière Artificielle

UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNECE : United Nations Economic Commission for Europe

WHYMAP : Worldwide Hydrogeological Mapping and Assessment Program

BIBLIOGRAPHIE

- Abu-Zeid K.**, 2002. [mis à jour: 10/10/2005]. Regional Management of the Nubian Sandstone Aquifer System Potential Arab Region and Latin America Cooperation on Large Aquifers [en ligne]. Cairo (Egypt), Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe. Disponible sur Internet, <http://www2.mre.gov.br/aspa/semiarido/data/khaled_abu_zeid.htm>, [consulté le 19/10/2006].
- Alghariani S. A.**, 2003. Water transfer versus desalination in North Africa : sustainability and cost comparaisn [en ligne]. University of London (UK), School of Oriental & African Studies, p.1-7 SOAS Water Issues Study Group, Occasional Paper 49. Disponible sur Internet, <<http://www.soas.ac.uk/waterissues/occasionalpapers./OCC49.pdf>>, [consulté le 13/10/2006].
- Aquastat, 2005.** Irrigation in Africa in figures-AQUASTAT survey. FAO Water Reports, n°29 10 p.
- Bakbakh M.**, 2002. Hydrogeological framework of the Nubian Sandstone Aquifer System. In, Appelgren B. (ed). Managing Shared Aquifer Resources in Africa (ISARM Africa), Proceedings of the International Workshop, Tripoli (Libya), 2-4 june 2002. Paris, UNESCO, pp. 177-201. IHP-VI, Series on Grundwater n°8.
- Bakbakh M.**, 2006. Nubian Sandstone Aquifer System. In: Foster S., Louks D.P. (eds.). Non renewable groundwater resources. A guide book on socially sustainable management for water-policy makers. Paris, UNESCO, pp. 75-81. IHP-VI, Series on Grundwater n°10
- Cherki M.**, 2004. Environnement : eau potable et eaux usées en Libye. Tripoli (Libya), Ambassade de France à Libye, Mission Economique.3 p. Fiche de synthèse.
- Cockburn A.**, 2000. Libye, voyage au coeur d'un pays inconnu. National Geographic, Novembre 2000, pp. 7-30.
- Davids J.**, 2005. Is it reasonable to use the nubian sandstone aquifer system unsustainably under international law [en ligne]. University of Dundee, Scotland (UK). Disponible sur Internet, <www.dundee.ac.uk/cepmlp/car/html/CAR9_ARTICLE28.pdf>, [consulté le 13/10/2006].
- De Chatel F.**, 2007. Water Sheikhs and Dam Builders, Stories of People and Water in the Middle East. Piscataway, N.J., Transaction Publishers.
- De Planhol X.**, 1977. Récents développements agricoles à Koufra. Acta Geographica (29), 13-24.
- Esoh Elamé J.**, 2005. Interculturaliser le développement durable. Grenoble (Fr), Institut de Géographie Alpine Université Joseph Fourier. 9 p.
- Fontaine J.**, 2000. La grande rivière artificielle libyenne. Maghreb-Machrek, 170, 60-64.
- Gijsbers P. J. A. et Loucks D. P.**, 1999. Libya's choices : Desalination or the Great Man-made River Project. Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere 24(4): 385-389.
- G. M. R. P. Authority**, (Great Man-Made River Project) 2004. Comments by : the center of data, studies and researches [en ligne]. University of London, School of Oriental & African

Studies, p. 8-12. SOAS Water Issues Study Group, Occasional Paper 49. Disponible sur Internet, <<http://www.soas.ac.uk/waterissues/occasionalpapers./OCC49.pdf>>, [consulté le 13/10/2006].

Lasserre A. et Rekacewicz P., 2005. Des projets pharaoniques autant que destructeurs. Le Monde diplomatique, Mars 2005, pp. p.18-19.

Le Bec-Cabon M., 2002. La question de l'eau appelle une coopération régionale forcée : L'interview de Omar Salem, directeur de l'Autorité générale de l'eau en Libye. IN : Les ressources cachées de l'Afrique. Magazine H2O, [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.h2o.net/magazine/urgences/enjeux/politiques/2002tripoli/francais/aquifers-3.htm>>, [consulté le 19/09/2006].

Le Bec-Cabon M., 2003. Cadeau du désert. Reportage sur la grande rivière artificielle. Magazine H2O [en ligne]. Disponible sur Internet, <www.h2o.net/magazine/dossiers/infrastructures/grands-projets/Libye/francais/gmr.htm>, [consulté le 22/09/2006].

Otchet A., 2000. Or bleu, or vert : les choix libyens. Courrier de l'UNESCO, fev. 2002, p 10-13.

Otchet A., 2002. Science : les caprices de l'eau qui dort. Le Nouveau Courrier de l'Unesco, n°1, Oct 2002.

Puri S., 2001. Appelgren B. et Arnold G.,. Internationally Shared Transboundary Aquifer Resources Management : Their Significance and sustainable Management. A framework document. Paris, 71 p. IHP-IV Series on Groundwater n°10.

Salem O., 2005. Management of Shared Groundwater Basins in Libya. In, Policies and strategic options for water management in the Islamic countries. Symposium, Tehran, Islamic Republic of Iran, 15-16 dec. 2003, UNESCO, pp. 89-97. IHP-IV Series on Groundwater n°73

Salem O. et Pallas P., 2002. The Nubian Sandstone Aquifer System (NSAS). In, Appelgren B. (ed.). Managing Shared Aquifer Resources in Africa (ISARM Africa), Proceedings of the International Workshop, Tripoli (Libya), 2-4 june 2002. Paris, UNESCO, pp. 19-21. IHP-VI, Series on Groundwater n°8.

Burchi S. and Spreji M., 2003. Institutions for international freshwater management. Report. Paris, Unesco, 51 p. IHP-VI Series on Groundwater n°10.

Todd J., Giordano, M. , Puri, S. , Matsumoto, K. , Wolf, A., 2005. International Borders, Ground Water Flow, and Hydroschizophrenia. Ground Water, 43 (5), p. 764-770.

Unescopresse, 2002. Eau : les ressources cachées de l'Afrique [en ligne]. Paris, UNESCO. Communiqué de presse N° 2002-35. Disponible sur Internet, <http://portal.unesco.org/fr/ev.php?URL_ID=3026&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html> consulté le [22/09/2006].