

CSFRS

Conseil Supérieur de la Formation
et de la Recherche Stratégiques



GEOSTRATEGIA
L'agora stratégique 2.0 du CSFRS

FONDATION
pour la RECHERCHE
STRATÉGIQUE

AQUIFÈRES

**Les aquifères
transfrontaliers:
caractérisations
des tensions et
coopérations**

Rapport AQUIFERES « Les aquifères transfrontaliers : caractérisations des tensions et coopérations »

Edité en Septembre 2013.

La dépendance des États aux ressources en eau souterraine s'accroît partout où existent des aquifères. Bien qu'essentielle aux besoins humains, l'eau souterraine demeure particulièrement mal connue dans la plupart des régions du monde. Complétant les nombreux travaux de recherche sur les eaux de surface, cette étude avait pour objectif d'établir une typologie de facteurs de crise et des tensions relatives aux aquifères transfrontaliers (plus de 230 dans le monde). Cette grille d'analyse a été bâtie à partir d'une sélection d'études de cas (par aquifères partagés et par pays), pour ne pas dissocier les enjeux liés aux eaux souterraines de leur contexte territorial.

Les travaux ont par ailleurs été rendus publics sous la forme d'un colloque organisé le 18 mars 2014 à l'Ecole militaire.

Cette étude est à retrouver sur le site du Conseil Supérieur de la Formation et de la Recherche Stratégiques.

Auteur(s) : Alexandre Taithe, Franck Galland, Bruno Tertrais

Source(s) : CSFRS, FRS

rapport final

Les aquifères transfrontaliers : caractérisation des tensions et coopérations

ALEXANDRE TAITHE – FRANCK GALLAND – BRUNO TERTRAIS _____

Avec le soutien :

Rapport n° 393/FRS/PSSI du 2 septembre 2013

Convention de financement CSFRS / FRS
signée le 25 mai 2012 (APNT 2011), transmise
par bordereau n° 96/CSFRS du 31 mai 2012



Conseil Supérieur de la Formation
et de la Recherche Stratégiques

The logo for the Fondation pour la Recherche Stratégique features the text 'FONDATION' in white, uppercase letters on a red rectangular background. Below this, the words 'pour la RECHERCHE STRATÉGIQUE' are written in red, uppercase letters on a white background.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES | 9 |
| INTRODUCTION | 11 |
| 1 – CAS D'ÉTUDE : SYSTÈME AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS | 17 |
| 1.1 – Les aquifères transfrontières en Asie du Sud : le complexe de l'aval..... | 17 |
| 1.1.1 – Un défi : gérer une ressource commune dans le contexte d'une atomisation des usages | 17 |
| 1.1.2 – Une terre vierge pour la coopération interétatique en Asie du Sud..... | 25 |
| 1.2 – Le Système aquifère multicouche de la péninsule arabique (SAMPA)..... | 27 |
| 1.2.1 – La disparition de l'aquifère de Disi | 27 |
| A.– Système aquifère de Disi | 27 |
| B.– Alimenter Amman avec des eaux non conventionnelles | 28 |
| C.– Critiques du projet..... | 30 |
| D.– Les tensions jordano-saoudiennes relatives à l'aquifère de Disi..... | 31 |
| 1.2.2 – Exploitation minière des autres systèmes aquifères transfrontières du SAMPA | 31 |
| 1.2.3 – Une exploitation reflétant l'hégémonie saoudienne | 33 |
| 1.2.4 – Une vision sécuritaire des aquifères comme stockage stratégique dans les Pays du Golfe, et l'ébauche d'une hydro-solidarité régionale..... | 36 |
| A.– Une gestion de l'offre à outrance, permise par le dessalement | 36 |
| B.– De l'importance du stockage stratégique : l'intérêt renouvelé porté aux aquifères | 39 |
| C.– Sécurité hydrique ou hydraulique ? L'infrastructure comme vision stratégique | 41 |
| D.– Une hydro-solidarité par l'infrastructure ?..... | 42 |
| 1.3 – Les aquifères de Judée, de Samarie et de Gaza | 43 |
| 1.3.1 – Incertitudes et confidentialité des données disponibles..... | 43 |
| 1.3.2 – Asymétries et aquifères | 46 |
| 1.4 – Nubian Sandstone Aquifer system (NSAS) | 48 |
| 1.4.1 – De gigantesques volumes d'eau fossile | 48 |
| 1.4.2 – Des perspectives de coopération restreintes par le contexte politique | 52 |
| 1.5 – Le Système aquifère du Sahara septentrional (SASS) | 54 |
| 1.5.1 – Une excellente connaissance du SASS | 54 |
| 1.5.2 – Une coopération institutionnalisée, incluant la dimension politique | 56 |
| 1.6 – Le Bassin aquifère sénégal-mauritanien (BASM) | 58 |
| 1.6.1 – Des usages essentiellement sénégalais du BASM..... | 58 |
| 1.6.2 – Une coopération ébauchée | 61 |

2 – ÉTUDES DE CAS PAR ÉTATS CLEFS (ET SYSTÈMES AQUIFÈRES LIÉS) 63

| | |
|--|-----------|
| 2.1 – Le Bangladesh..... | 63 |
| 2.2 – L’Inde | 64 |
| 2.2.1 – Eau, énergie, agriculture en Inde : une forte intrication | 64 |
| 2.2.2 – Lacunes de la gouvernance des eaux souterraines et instabilités internes | 66 |
| 2.2.3 – La gestion des grands fleuves transfrontaliers en Asie du Sud : l’empreinte du bilatéralisme indien | 67 |
| A.– Bassin de l’Indus : l’arbitrage, fragile voie de rationalisation des tensions ? | 68 |
| 2.2.4 – Bassins du Gange et du Brahmapoutre : l’affirmation du lien Eau – électricité | 70 |
| 2.3 – Le Pakistan (SAPI)..... | 70 |
| 2.4 – Arabie Saoudite | 72 |
| 2.5 – La Jordanie | 73 |
| 2.6 – Israël et les territoires palestiniens | 76 |
| 2.7 – Égypte | 78 |
| 2.8 – La République du Soudan et la République du Soudan du Sud | 82 |
| 2.9 – La Libye..... | 83 |
| 2.10 – Le Mali | 87 |
| 2.11 – La Mauritanie | 89 |
| 2.12 – Le Sénégal | 90 |

3 – CARACTÉRISATION DES TENSIONS ET COOPÉRATIONS POTENTIELLES RELATIVES AUX AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS 93

| | |
|---|------------|
| 3.1 – Identification des facteurs de crise..... | 93 |
| 3.1.1 – Facteurs de tensions : éléments de synthèse | 93 |
| A.– Facteurs quantitatifs et qualitatifs | 93 |
| B.– Facteurs scientifiques, institutionnels et politiques | 95 |
| 3.1.2 – Particularités des tensions relatives aux aquifères à eau non renouvelable | 97 |
| 3.1.3 – Des tensions à la crise : éléments catalyseurs..... | 99 |
| 3.2 – Ressources, Environnement et Conflictualité..... | 101 |
| 3.2.1 – Les ressources : quelle importance dans la conflictualité contemporaine ?.... | 101 |
| 3.2.2 – Des guerres pour l’eau ?..... | 103 |
| 3.2.3 – Réchauffement planétaire et conflictualité..... | 104 |
| 3.2.4 – Faudra-t-il reconsidérer le thème des « guerres pour l’eau » ? | 106 |
| 3.2.5 – La question des migrations induites par le changement climatique | 107 |
| 3.3 – Initier la coopération pour la gestion des aquifères partagés (instruments et thèmes de coopération)..... | 108 |
| 3.3.1 – Vers un droit international de l’eau douce | 108 |
| A.– La Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d’eaux à des fins autres que la navigation | 108 |
| B.– La Convention sur la protection et l’utilisation des cours d’eau transfrontières et des lacs internationaux..... | 112 |

| | |
|---|------------|
| C.– Le droit des aquifères transfrontières : vers une Convention des Nations-Unies ? | 112 |
| 3.3.2 – Les Aquifères : un haut potentiel de coopération à initier | 114 |
| A.– Réaffirmer le caractère politique des différends transfrontaliers : des eaux de surface aux aquifères | 114 |
| B.– Améliorer la connaissance commune des aquifères transfrontaliers | 115 |
| C.– La nécessaire formalisation des coopérations pour la gestion des aquifères | 116 |
| | |
| CONCLUSION | 119 |
| | |
| BIBLIOGRAPHIE | 121 |
| | |
| ANNEXE 1 | |
| CARTE DES AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS (2012)..... | 131 |
| | |
| ANNEXE 2 | |
| CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCE EN EAU..... | 133 |
| | |
| ANNEXE 3 | |
| DÉFINITIONS RETENUES DANS LE PROJET DE CONVENTION SUR « LE DROIT DES AQUIFÈRES TRANSFRONTIÈRES » | 137 |
| | |
| ANNEXE 4 | |
| Liste des personnes rencontrées..... | 139 |

SOMMAIRE DES TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS

| | | |
|----------------|---|----|
| ENCADRÉ N° 1 – | L'EXPLOITATION MINIÈRE DES AQUIFÈRES : L'EAU FOSSILE..... | 13 |
| FIGURE N° 1 – | INDICATEUR DE PRESSION SUR LES EAUX SOUTERRAINES (rapport entre les prélèvements annuels et le flux de recharge, données 2012) | 15 |
| TABLEAU N° 1 – | DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES POMPES DIESEL ET ÉLECTRIQUES EN ASIE DU SUD | 17 |
| TABLEAU N° 2 – | TRANSFORMATION DE L'AGRICULTURE SUD-ASIATIQUE EN INDE, AU PAKISTAN ET AU BANGLADESH ENTRE 1800 ET 2000, PAR ORIGINE DE L'IRRIGATION (surface irriguée en millions d'hectares) | 18 |
| FIGURE N° 2 – | LES AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS EN ASIE DU SUD | 19 |
| TABLEAU N° 3 – | ORGANISATION DE L'IRRIGATION À PARTIR DE L'EAU SOUTERRAINE EN INDE, AU PAKISTAN ET DANS LE BASSIN DE L'INDUS | 21 |
| FIGURE N° 3 – | INDEX DE STRESS DES EAUX SOUTERRAINES (RATIO ENTRE LES PRÉLÈVEMENTS ET LA RECHARGE) EN ASIE DU SUD | 22 |
| FIGURE N° 4 – | TRACÉ DU PROJET DISI – AMMAN..... | 29 |
| FIGURE N° 5 – | JORDANIE : DEMANDE ET CAPACITÉ DISPONIBLE EN ÉLECTRICITÉ (MW) | 30 |
| FIGURE N° 6 – | AQUIFÈRES À EAU NON RENOUVELABLE DANS LA PÉNINSULE ARABIQUE | 32 |
| ENCADRÉ N° 2 – | LE DESSALEMENT DANS LES PAYS DU GOLFE PERSIQUE | 34 |
| FIGURE N° 7 – | CAPACITÉ DE DESSALEMENT INSTALLÉE EN 2008 (en millions de m ³ /jour) | 34 |
| FIGURE N° 8 – | NOUVELLE USINE DE DESSALEMENT ET RECHARGE ARTIFICIELLE DE NAPPES AU QATAR POUR RÉPONDRE À UNE DEMANDE DE 3,5 MILLIONS M ³ /JOUR À HORIZON 2025. | 40 |
| FIGURE N° 9 – | LES WATER TRANSMISSIONS SYSTEMS SAOUDIENS | 42 |
| FIGURE N° 10 – | CARTE DES AQUIFÈRES PARTAGÉS ENTRE ISRAËL ET L'AUTORITÉ PALESTINIENNE..... | 44 |
| TABLEAU N° 4 – | RECHARGE ET PRÉLÈVEMENTS DES AQUIFÈRES PARTAGÉS ENTRE ISRAËL ET L'AUTORITÉ PALESTINIENNE..... | 45 |

| | | |
|------------------------|---|------------|
| TABLEAU N° 5 – | VOLUMES EXPLOITABLES DU NSAS POUR CHAQUE ÉTAT RIVERAIN | 48 |
| FIGURE N° 11 – | SYSTÈME AQUIFÈRE DES GRÈS DE NUBIE (NSAS)..... | 49 |
| FIGURE N° 12 – | AQUIFÈRES À EAU RENOUVELABLE ET NON-RENOUVELABLE PARTAGÉS ENTRE LA LIBYE, L'ÉGYPTE, LE SOUDAN ET LE TCHAD | 50 |
| TABLEAU N° 6 – | PRÉLÈVEMENTS ANNUELS DANS LE SYSTÈME AQUIFÈRE DES GRÈS NUBIENS..... | 51 |
| FIGURE N° 13 – | AUGMENTATION DES PRÉLÈVEMENTS, ET EXEMPLE DE BAISSSE DU NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE DE L'AQUIFÈRE EN ÉGYPTE..... | 51 |
| FIGURE N° 14 – | CORRÉLATION ENTRE LE POTENTIEL DE PRÉLÈVEMENTS ET LA DURÉE D'EXPLOITATION DANS LE NSAS | 53 |
| FIGURE N° 15 – | EXTENSION DES FORMATIONS DU SASS..... | 55 |
| FIGURE N° 16 – | ÉVOLUTION DES PRÉLÈVEMENTS DANS LE SASS ENTRE 1950 ET 2000..... | 56 |
| FIGURE N° 17 – | SYSTÈME AQUIFÈRE SÉNÉGALO-MAURITANIEN | 59 |
| TABLEAU N° 7 – | DONNÉES GÉNÉRALES ET HYDROLOGIQUES EN ASIE DU SUD..... | 69 |
| TABLEAU N° 8 – | ÉVOLUTION DU DÉFICIT EN EAU EN JORDANIE | 74 |
| FIGURE N° 18 – | LES AQUIFÈRES SOUTERRAINS EN JORDANIE (Source : US Geological Survey) | 75 |
| TABLEAU N° 9 – | RESSOURCES EN EAU ET PRÉLÈVEMENTS EN ISRAËL, SYRIE, AU LIBAN ET DANS LES TERRITOIRES PALESTINIENS | 76 |
| FIGURE N° 19 – | LE PROJET DE GRANDE RIVIÈRE ARTIFICIELLE LIBYEN (<i>Great Man-Made River Project – GMRP</i>)..... | 84 |
| FIGURE N° 20 – | LIBYE : TRIBUS ET GROUPES ETHNIQUES | 86 |
| FIGURE N° 21 – | LIMITE DES DEUX PRINCIPAUX AQUIFÈRES DU SAI ET RÉPARTITION DES POINTS D'EAU DANS LE SAI PAR DÉCENNIE (OSS, 2008)..... | 88 |
| FIGURE N° 22 – | CARTE DE LA PROFONDEUR DU NIVEAU STATIQUE DANS LES PUITES ET FORAGES AU SÉNÉGAL | 91 |
| TABLEAU N° 10 – | ÉTAT DES SIGNATURES ET DES RATIFICATIONS DE LA CONVENTION DES NATIONS-UNIES DE 1997 SUR LE DROIT RELATIF AUX UTILISATIONS DES COURS D'EAUX À DES FINS AUTRES QUE LA NAVIGATION | 110 |
| ENCADRÉ N° 3 – | UNE COOPÉRATION EN VOIE D'INSTITUTIONNALISATION : LE CAS DU SYSTÈME AQUIFÈRE DU GUARANI..... | 117 |
| FIGURE N° 23 – | VARIATION RELATIVE DU RUISSELLEMENT ANNUEL (2090-2099 vs 1980-1999) | 134 |

Liste des abréviations et acronymes

| | |
|----------|---|
| AFD : | Agence française de développement |
| BASM : | Bassin aquifère sénégal-mauritanien |
| CDI : | Commission du Droit International des Nations-Unies |
| CPA : | Cour Permanente d'Arbitrage de La Haye |
| FAO : | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| CCG : | Conseil de Coopération du Golfe |
| GDS : | Groundwater Development Stress Index |
| GIRE : | Gestion intégrée de la ressource en eau douce |
| GMRP : | Great Man-Made River Project (Libye) |
| GW : | Gigawatt |
| ICIMOD : | International Centre for Integrated Mountain Development |
| IFAS : | International Fund for Saving the Aral Sea |
| IGRAC : | International Groundwater Resources Assessment Centre |
| ISARM : | Programme « Internationally Shared Aquifer Resources Management » |
| JRC : | Indo-Bangla Joint River Commission |
| MW : | Megawatt |
| NEA : | Nepal Electricity Authority |
| NSAS : | Système aquifère des Grès de Nubie ou Nubian Sandstone Aquifer system |
| OMVS : | Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal |
| OSS : | Observatoire du Sahara et du Sahel |
| PCRWR : | Pakistan Council of Research in Water Resources |
| PHI : | Programme Hydrologique International |
| PNUD : | Programme des Nations-Unies pour le Développement |
| PNUE : | Programme des Nations Unies pour l'environnement |
| PPA : | Power Purchase Agreement |
| SAARC : | South Asian Association for Regional Cooperation |
| SDAGE : | Schéma Directeur d'Aménagement des Eaux |
| SAME : | SAARC Market for Electricity |
| SAMPA : | Système aquifère multicouche de la péninsule arabique |
| SAPG : | Système aquifère de la plaine du Gange |
| SAPH : | Système aquifère des plaines de l'Himalaya SAPH |

- SAPI : Système aquifère de la plaine de l'Indus
SASS : Système aquifère du Sahara septentrional
WHYMAP : World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme
WWAP : Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau

Introduction

Les grands bassins fluviaux concentrent l'essentiel de l'attention de la recherche stratégique sur les liens entre eau, conflictualité et coopération régionale. Ils structurent les ouvrages consacrés à la géopolitique de l'eau ou aux hydropolitiques nationales. Or, la dépendance des États aux ressources en eau souterraine¹ s'accroît dans toutes les zones où existent des aquifères. Mal connus, et dont la surexploitation ou la pollution ne sont pas immédiatement visibles, les 445 aquifères partagés (cf. annexe 1) entre au moins deux États constituent pourtant un enjeu international majeur, au fort potentiel à la fois de tension et de coopération.

La hausse des prélèvements dans les eaux souterraines a deux causes principales. En premier lieu, la pression sur les ressources augmente partout dans le monde et concerne également les aquifères. Cela est dû mécaniquement (même si ce lien a des limites) à l'augmentation de la population mondiale² et des usages qui y affèrent (eau domestique et agricole essentiellement). Dans le même temps, la consommation d'eau par habitant est en hausse, car elle accompagne l'amélioration du niveau de vie ou même le simple raccordement à des réseaux (eau potable ou irrigation).

En second lieu, cette hausse de la demande en eau est aggravée par la diminution de la disponibilité des ressources dans la plupart des grands bassins, que ce soit à cause d'une dégradation qualitative (pollution...) ou quantitative (changement climatique, épuisement d'aquifères). Cette baisse de la disponibilité affecte de manière visible et immédiate les eaux de surface, et incite à davantage valoriser les eaux souterraines. En milieu aride et semi-aride, l'exploitation des aquifères a été la conséquence directe³ d'une eau de surface plus rare ou soumise à concurrence accrue. **La concurrence pour les aquifères devient ainsi un facteur supplémentaire d'instabilité sociale et politique, interne et régionale.**

L'intérêt pour les ressources en eau des sous-sols est porté par deux constatations :

⇒ Tout d'abord, les eaux souterraines constituent une ressource primordiale pour l'homme. Elles représentent dans le monde environ 50 % des prélèvements⁴ pour l'eau potable, et 20 % de l'eau utilisée pour l'irrigation. En Inde, 65 % de la production agricole dépend de l'eau souterraine et 85 % de l'eau potable pour les grandes

¹ Selon le dictionnaire français d'hydrologie, dirigé par Jean Margat, un aquifère est un « Corps (couche, massif) de roches perméables à l'eau, à substrat et parfois à couverture de roches moins perméables, comportant une zone saturée et conduisant suffisamment l'eau pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables. L'aquifère est l'ensemble du milieu solide (contenant) et de l'eau contenue. En fonction de son taux de remplissage un aquifère peut comporter une zone non saturée ». Une nappe phréatique est une « nappe d'eau souterraine à surface généralement libre et à faible profondeur (ordre métrique à décimétrique), accessible et exploitable par les puits ordinaires » – <http://hydrologie.org/glu/indexdic.htm>
Voir également l'annexe n°3 pour les définitions retenues dans le Projet de Convention sur le « Droit des aquifères transfrontières ».

² La population mondiale est passée de 1,6 à 7,05 milliards d'individus entre 1900 et 2012. Cf. United Nations, *State of the World Population 2012*, 2012 – <http://www.unfpa.org/public/home/publications/pid/12511>

³ Cf. SHAH Tushaar, *Taming the Anarchy. Groundwater Governance in South Asia*, Washington DC, RFF Press – IWMI, 2009, 310p. Tushaar Shah montre qu'en Asie du Sud, le développement de l'irrigation à partir d'eau souterraine résulte tout d'abord de la rareté en terres cultivables.

⁴ Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie*, Paris, Unesco Publishing, 2003, p. 78.

viles. En zones arides et semi-arides, 60 % des prélèvements pour l'irrigation proviendraient de nappes souterraines⁵.

- ⇒ Ensuite, si on pressentait largement son immense potentiel, l'eau souterraine était particulièrement mal connue dans la plupart des régions du monde. Quelles sont les limites géographiques des aquifères ? Quels sont précisément leurs flux de renouvellement et leurs stocks ? Quelles sont leurs interactions avec les eaux superficielles (écoulements fluviaux, infiltration des précipitations, pollution des nappes...) ? A quelle vitesse se renouvellent-ils ? Après un premier recensement, il apparaît que 98 à 99 % de l'eau douce liquide (donc hors eau douce solide des Pôles et des glaciers continentaux) se trouveraient ainsi dans les sous-sols⁶. L'incertitude quant au nombre même des aquifères transfrontaliers est l'une des illustrations d'une connaissance en cours d'acquisition. Entre les recensements de 2009 et de 2012 réalisés par l'*International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC)* et l'*Internationally Shared Aquifer Resources Management (ISARM)*, ce nombre⁷ est passé de 380 à 445.

La communauté internationale n'a pris conscience que tardivement de la carence en données statistiques fiables pour quantifier l'eau douce présente sur Terre. Le Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau (WWAP) est ainsi créé en 2000, vingt-trois ans après la première Conférence des Nations Unies consacrée à l'eau en 1977 à Mar del Plata, ainsi que de nombreuses actions entreprises depuis pour la bonne gestion de la ressource⁸. Améliorer la connaissance relative aux nappes souterraines est l'une des priorités de ce programme, qui rapproche les 26 agences des Nations Unies et d'organismes nationaux, à l'image du Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) français ou du BGR allemand. Dans ce cadre, trois programmes internationaux ont été initiés et ont produit leurs premiers résultats dans les années 2000 : l'IGRAC (*International Groundwater Resources Assessment Centre*, créé en 1999), l'ISARM (*Internationally Shared Aquifer Resources Management*, créé en 2000 par le Programme Hydrologique International) et le WHYMAP (*World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme*, initié en 1999). ISARM a conduit en 2009 à la publication d'un atlas⁹ des aquifères transfrontaliers alors connus dans le monde. Aussi pionnier qu'a été ce travail, il souligne surtout les carences en données pour mieux

⁵ Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *Water, a shared responsibility. The United Nations World Water Development Report 2*, Paris, UNESCO Publishing, 2006, p. 128.

⁶ FOSTER Stephen, LOUCKS Daniel P. (dir.), *Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*, Paris, IHP-VI, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p. et MARGAT Jean, *Les eaux souterraines dans le monde*, Paris, BRGM Editions, 2008, 187 p.

⁷ Les résultats du « Second Assessment of Transboundary Rivers, Lakes and Groundwaters » coordonné par l'UNECE ont été présentés lors du 6^{ème} forum mondial de l'eau qui s'est tenu à Marseille en mars 2012.

⁸ *Décennie de l'eau potable et de l'assainissement (1981 – 1990)*, initiée en 1980 par l'Assemblée générale des Nations unies, Conférences de Dublin et de Rio en 1992 respectivement sur « l'eau et l'environnement » et sur « l'environnement et le développement », Création du Forum (triennal) mondial de l'eau en 1996 (Marrakech), 2000 (La Haye), 2003 (Kyoto), 2006 (Mexico), 2009 (Istanbul), Conférence sur l'eau et le développement durable de Paris en 1998, Déclaration du Millénaire en 2000, Sommet de Johannesburg en 2002, nouvelle décennie internationale « L'eau, source de vie » (2005-2015), etc.

⁹ PURI Shaminder, AURELI Alice, *Atlas of transboundary aquifers, ISARM Programme*, UNESCO-IHP, 2009, 326 p.

comprendre les aquifères¹⁰ et leurs interactions avec le milieu de surface, et au final pour les gérer plus durablement¹¹.

Cette connaissance imparfaite des eaux souterraines favorise des usages inadaptés de la ressource, compromettant en quantité ou en qualité la pérennité de son cycle. La surexploitation ou la pollution de l'eau présente dans le sous-sol sont plus difficilement perceptibles qu'en surface. Or une fois dégradée, une nappe souterraine peut mettre des milliers d'années à retrouver une qualité compatible avec les usages humains, ou son stock originel. De plus, le contrôle des usages d'une nappe (multiplication de forages agricoles ou domestiques) et des pollutions (un aquifère peut avoir une surface équivalente au territoire français, à l'image de la nappe d'Ogallala aux États-Unis) s'avère particulièrement difficile pour les pouvoirs publics.

La diminution de la disponibilité en eau n'épargne pas les eaux souterraines, qui dépendent de flux de renouvellement provenant de la surface. Si les apports (forcément liés aux précipitations) décroissent, le stock d'eau que contient un aquifère exploité va progressivement s'épuiser. Le caractère souterrain des aquifères rend plus difficilement appréhensible son épuisement progressif par la corrélation de prélèvements en hausse et une recharge en baisse.

Encadré n° 1 – L'EXPLOITATION MINIÈRE DES AQUIFÈRES : L'EAU FOSSILE

Parmi les différents types de nappes existants, les eaux fossiles constituent une particularité à la fois géologique et climatique. La Commission de terminologie du Comité National Français des Sciences Hydrologiques en propose la définition suivante¹² : « Eau présente dans un aquifère depuis une très longue durée (de l'ordre de plusieurs siècles au moins, plus généralement plusieurs millénaires ou dizaines de millénaires), entrée souvent sous des conditions climatiques et morphologiques différentes des conditions actuelles, hors du jeu du cycle de l'eau contemporain ». En pratique, une nappe fossile qui ne se renouvellerait pas relève davantage du modèle théorique. La nappe fossile désigne en fait un renouvellement particulièrement lent de l'aquifère (de plusieurs siècles à des dizaines de milliers d'années).

Dans cette étude, seront considérées comme fossiles les eaux souterraines non renouvelables, qui se définissent par un renouvellement maximal de 1 % par an¹³ (soit un renouvellement total de la nappe en un siècle).

Au regard de leur recharge extrêmement lente, toute forme d'utilisation de ces ressources est par définition une surexploitation, car elle conduit à la disparition progressive du stock d'eau contenu dans l'aquifère. L'eau n'est alors plus assimilée à une ressource renouvelable mais à une ressource minière, et la nappe à un gisement (on parlera alors « d'exploitation minière » dès qu'il s'agit d'eau fossile).

¹⁰ La plupart des fiches descriptives se compose d'une à deux lignes, et à des limites des nappes non définies ou partiellement connues.

¹¹ Cf. ISARM & PCCP, *Transboundary aquifers. Challenges and new directions*. Abstracts, Paris, Unesco / PHI, 2011, 188 p.

¹² Dictionnaire français d'hydrologie (essentiellement rédigé par Jean Margat), accessible à l'adresse suivante : <http://www.cig.enscm.fr/~hubert/glu/indexdic.htm>

¹³ MARGAT Jean, *Les eaux souterraines dans le monde*, Paris, BRGM Éditions, 2008, p. 76.

La durée de l'exploitation résulte du ratio entre les prélèvements annuels et le stock estimé de l'aquifère non renouvelable. Ce type de pompage favorise des usages non durables car il donne l'illusion d'une ressource plus abondante que le volume véritablement renouvelable chaque année. Aujourd'hui, l'Algérie, l'Arabie Saoudite et la Libye cumuleraient 85 % de l'exploitation minière des aquifères dans le monde.¹⁴ Hormis des eaux souterraines renouvelables peu abondantes et très dépendantes des précipitations, les systèmes aquifères de l'Afrique du Nord (du Sahel à la Méditerranée) et du Moyen-Orient peuvent être qualifiés de fossiles. Malgré les incertitudes, le stock d'eau théorique de certains d'entre eux dépasserait les dizaines de milliers de milliards de mètres cubes (par exemple le système aquifère du Sahara septentrional ou celui des grès de Nubie). Mais les estimations du stock technologiquement et financièrement exploitable sont bien moindres. A titre de comparaison, le débit annuel de la Seine à Paris est de 10 milliards de mètres cubes.

Le développement de la grille d'analyse des tensions et coopérations relatives aux eaux souterraines transfrontalières, objectif et dernier temps du projet, s'appuie sur un double matériau empirique, qui constitue les deux premières parties de l'étude. Le premier temps de l'analyse consiste en l'examen d'une sélection d'aquifères transfrontaliers. Il souligne les acquis et déficits en connaissance, et l'état des tensions et coopérations entre les pays de l'Aquifère. Dans un second temps, des monographies des États clefs partageant les nappes sélectionnées précédemment sont réalisées. Elles mettent en valeur les dépendances respectives de ces pays aux eaux souterraines et de surface, les principaux projets de mobilisation des ressources souterraines partagées, les politiques nationales de l'eau, les facteurs de vulnérabilité interne (notamment liés à l'agriculture). Le troisième et dernier temps du projet a pour but le développement d'une grille de lecture des crises relatives aux eaux souterraines partagées entre au moins deux États, à partir des résultats préliminaires¹⁵ obtenus en 2010. Les facteurs de crise identifiés seront réintégrés dans le contexte plus large de la recherche sur les liens entre les dégradations de l'environnement (pollution, changement climatique...) et les conflits.

La grille d'analyse s'appuie sur la méthodologie développée à la Fondation pour la Recherche Stratégique depuis 2007 relative à l'intégration des facteurs environnementaux dans l'analyse actuelle et prospective¹⁶. Isoler les problèmes environnementaux conduit à surestimer leurs impacts, tandis que les écarter prive l'analyse de références de terrain. Cette démarche privilégie une approche par les risques. L'enjeu réside alors dans la restitution de la complexité, par une analyse cumulative des sources de tension, dont celles d'origine environnementale, et de la détermination de seuil ou de points d'équilibre (et donc de rupture). La double approche, par aquifère et par pays, est réalisée dans ce but. Cette démarche passe enfin par l'inventaire des vulnérabilités (présence d'éléments vulnérables – comme une forte densité de population ; des vulnérabilités – forte dépendance à la production agricole locale) et des facteurs de

¹⁴ MARGAT Jean, *Les eaux souterraines dans le monde*, op. cit.

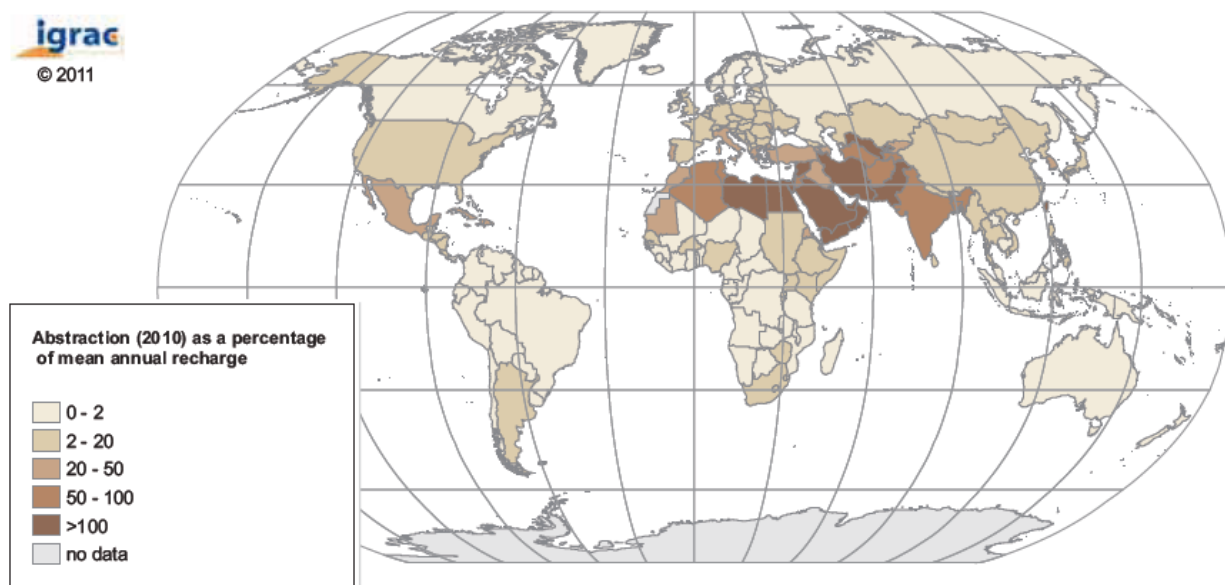
¹⁵ TAITHE Alexandre, GALLAND Franck, MERINO Mathieu, *Bilan des réserves d'eau fossile au Moyen-Orient et en Afrique et stratégie des États*, Fondation pour la recherche stratégique, novembre 2010, 137 p.

¹⁶ Voir sur l'aspect méthodologique, par Alexandre Taithe : « Environnement et Sécurité », *Questions Internationales*, Paris, La Documentation Française, juin 2009 ; « Intérêt prospectif du changement climatique pour les études stratégiques », *Les Cahiers de mars*, n° 200, juin 2009 ; « L'eau, facteur d'instabilité en Chine – Perspectives pour 2015 et 2030 », Paris, Fondation pour la Recherche Stratégique/CAP, Coll. *Recherches et Documents*, janvier 2007, 53 p. ; et « Changement Climatique et Sécurité des États : un lien opérationnel à construire localement et à moyen terme », Paris, Fondation pour la recherche stratégique, coll. *Notes de la FRS*, octobre 2007, 21 p.

résilience qui permettent de prévenir et mieux gérer les crises si elles surviennent. A cette grille, adaptée aux catastrophes naturelles, il faut ajouter les vulnérabilités d'ordre politique (concurrences Centre/Périphérie, temps politique court rarement à la mesure des enjeux du changement climatique...) ou juridique. Les dégradations de l'environnement s'affirment ainsi moins comme un élément nouveau et isolé devant être pris en compte dans les études de sécurité que comme un facteur agissant sur des déterminants de l'analyse stratégique.

La sélection des cas d'études s'est opérée principalement à partir de l'Indice de pression sur les eaux souterraines (GDS pour *groundwater Development Stress Index*), qui mesure le ratio entre les prélèvements et les flux de recharge¹⁷. Au-delà de 100 %, un aquifère est en surexploitation grave, car son stock d'eau, même en mouvement et renouvelable, est entamé, ce qui conduit progressivement à son épuisement. Des pays ayant recours à des eaux fossiles se retrouvent logiquement à un indice de GDS supérieur à 100 %, car ces dernières ne sont pas renouvelables (ou à un rythme très lent, cf. encadré n°1). Un indice GDS élevé correspond à des pratiques généralement non durables, qui créent même de nouvelles vulnérabilités (cf. 3.1.2).

Figure n° 1 – INDICATEUR DE PRESSION SUR LES EAUX SOUTERRAINES¹⁸
 (RAPPORT ENTRE LES PRÉLÈVEMENTS ANNUELS ET LE FLUX DE RECHARGE, DONNÉES 2012)



Source: IGRAC (2010).

La liste des pays ayant un indice d'exploitation des aquifères de plus de 20 % a été croisée avec les zones prioritaires de défense et de sécurité de la France, telles que définies dans le dernier *Livre blanc sur la Défense et la sécurité nationale*¹⁹, paru en

¹⁷ Pour une description de l'indicateur GDS développé par l'IGRAC, voir : http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/temp/wwap_pdf/Groundwater_development_stress_GDS.pdf

¹⁸ Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *Managing Water under Uncertainty and Risk*, Paris, UNESCO Publishing, 2012, 404 p.

¹⁹ Disponible à partir de l'adresse <http://www.defense.gouv.fr/actualites/articles/livre-blanc-2013>

2013 : « *la périphérie européenne, le bassin méditerranéen, une partie de l’Afrique – du Sahel à l’Afrique équatoriale –, le Golfe Arabo-Persique et l’océan Indien* ».

Ainsi, ce recoupement a permis de retenir, du Sénégal au Bangladesh, huit systèmes aquifères transfrontaliers²⁰ :

| | |
|--|--|
| Systèmes aquifères à eau renouvelable | <ul style="list-style-type: none">▪ Le Système aquifère de la plaine du Gange (SAPG)▪ Le Système aquifère des plaines de l’Himalaya (SAPH)▪ Le Système aquifère de la plaine de l’Indus (SAPI)▪ Les aquifères de Judée, de Samarie et de Gaza |
| Systèmes aquifères à eau non renouvelable (eau fossile) | <ul style="list-style-type: none">▪ Le Système aquifère multicouche de la péninsule arabique (SAMPA)▪ Le Système aquifère des Grès de Nubie ou <i>Nubian Sandstone Aquifer system</i> (NSAS)▪ Le Système aquifère du Sahara septentrional (SASS)▪ Le Bassin aquifère sénégal-mauritanien (BASM) |

Quatre systèmes aquifères transfrontaliers ont fait l’objet de voyages d’étude (Bangladesh, Inde, Pakistan, Arabie Saoudite, Qatar, Émirats Arabes Unis) : SAPI, SAPH, SAPG, SAMPA.

²⁰ On constate d’ailleurs que, hormis les aquifères partagés entre le Mexique et les États-Unis d’Amérique, les pays exploitant à plus de 20 % le flux de recharge des eaux souterraines s’inscrivent dans ce que le précédent *Livre blanc sur la Défense et la sécurité nationale* de 2008 appelait « l’arc de crise ». Il faudrait cependant ajouter les aquifères transfrontaliers en Asie centrale, notamment ceux partagés avec l’Ouzbékistan, État clef du bassin de la mer d’Aral. Les conditions de recueil des informations y sont cependant difficiles (autorisation préalable pour chaque demande d’entretien avec des chercheurs locaux), d’autant que l’eau alimente une vaste économie parallèle. Voir JOZAN Raphaël, *Les débordements de la mer d’Aral. Une sociologie de la guerre de l’eau*, Paris, PUF, 212, 220p.

1 – Cas d'étude : Système aquifères transfrontaliers

1.1 – *Les aquifères transfrontières en Asie du Sud : le complexe de l'aval*

1.1.1 – Un défi : gérer une ressource commune dans le contexte d'une atomisation des usages

L'accroissement du recours à l'eau souterraine a révolutionné le visage des zones rurales en Asie du Sud depuis le milieu des années 1960. La diffusion de millions de pompes diesel, électriques, à main ou à pied, a davantage contribué à la lutte contre la pauvreté²¹ dans cette région que l'ensemble des programmes gouvernementaux et internationaux de développement depuis 1950.

Tableau n° 1 – DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES POMPES DIESEL ET ÉLECTRIQUES EN ASIE DU SUD²²

| | Nombre de pompes pour l'irrigation (en million) | Pompes diesel (%) | Pompes électriques (%) |
|--|---|-------------------|------------------------|
| Pakistan | 0,93 | 89,6 | 10,4 |
| Bangladesh | 1,18 | 96,7 | 3,3 |
| Est de l'Inde (Assam, Bengale Occidental, Bihar, Orissa, Uttar Pradesh, Uttarakhand) | 5,09 | 84 | 16 |
| Ouest de l'Inde (Andhra Pradesh, Gujarat, Haryana, Karnataka, Kerala, Madhya Pradesh, Maharashtra, Pendjab, Rajasthan, Tamil Nadu) | 11,69 | 19,4 | 80,6 |

Si dans le monde, l'usage d'eau souterraine en milieu aride ou semi-aride vient généralement palier des pénuries en eau de surface, l'exploitation des aquifères en Asie du Sud a surtout permis de répondre à la carence en terres cultivables sans appoint d'eau. Les trois décennies entre 1970 et 2000 ont vu plus de terres mises en culture qu'entre 1800 et 1970. 85 % de ce bond récent provient de la mise en place localement par les agriculteurs eux-mêmes de mécanismes d'extraction d'eau (diesel et électrique).

²¹ SHAH Tushaar, *Taming the Anarchy. Groundwater Governance in South Asia*, Washington DC, RFF Press – IWMI, 2009, 310p.

²² SHAH Tushaar, 2009, *op. cit.*

Cette révolution a plusieurs visages. Elle a contribué à la sécurité alimentaire en Asie du Sud, en permettant l'augmentation de la production agricole et sa diversification. L'usage de l'eau souterraine permet de s'affranchir de la disponibilité saisonnière et aléatoire de l'eau de surface, et de cultiver des champs toute l'année (plusieurs récoltes). Cette autonomie à l'égard des réseaux de canaux d'eau de surface est devenue économique, politique et sociale. Économique car la petite irrigation villageoise a apporté un moyen de subsistance beaucoup plus régulier, et parfois même une aisance relative aux fermiers. Autonomie politique et sociale également vis-à-vis de ceux qui contrôlent les canaux, qu'il s'agisse de grands propriétaires terriens ou d'autorités administratives (corruption, influence des castes...).

Tableau n° 2 – TRANSFORMATION DE L'AGRICULTURE SUD-ASIATIQUE EN INDE, AU PAKISTAN ET AU BANGLADESH ENTRE 1800 ET 2000, PAR ORIGINE DE L'IRRIGATION (SURFACE IRRIGUÉE EN MILLIONS D'HECTARES)²³

| | 1800 | 1950 | 1885-86 | 1938-39 | 1970-71 | 1999-2000 |
|-----------------------------|------|------|---------|---------|---------|-----------|
| Canaux (gouvernement) | <1 | ~1 | 2.8 | 9.8 | 24.2 | 31.2 |
| Puits | 2 | 2.6 | 3.5 | 5.3 | 13.9 | 53.6 |
| Autres sources d'irrigation | 4 | 4.4 | 3 | 6.4 | 6.8 | 6.7 |
| Total | 6 | 7 | 9.3 | 21.5 | 44.9 | 91.5 |

Le corollaire négatif de cette indépendance nouvelle conquise par les petits irrigants est qu'il n'y a pas de levier d'action pour gérer plus globalement les prélèvements... l'échelle de l'action publique devient tout au plus celle des communautés d'irrigants, à convaincre – ou à contraindre – individuellement.

D'autant qu'au regard des bienfaits de l'usage des eaux souterraines pour ces derniers depuis les années 1970 (un peu plus tardivement au Pakistan et au Bangladesh), un lien fort s'est établi entre les fermiers et cette ressource, ce qui complique encore l'efficacité des programmes de contrôle des prélèvements dans les nappes.

Les aspects négatifs n'ont qu'à peine affaibli ce lien pour l'instant. Le premier d'entre eux, le coût énergétique de l'extraction, est généralement compensé de multiples manières : subventionnement de l'électricité, contrat de sous-traitance des coûts d'exploitation (par exemple au Bangladesh, où un fermier peut échanger une part importante de ses récoltes, en général 30 %, contre le remboursement des coûts énergétiques, de maintenance, d'amortissement de la pompe, etc.). Ensuite, la qualité des eaux souterraines se dégrade, conduisant à des pertes de productivité (salinisation des sols, pertes de rendement) et à des problèmes de santé publique (manganèse, arsenic, dérivés fluorés,

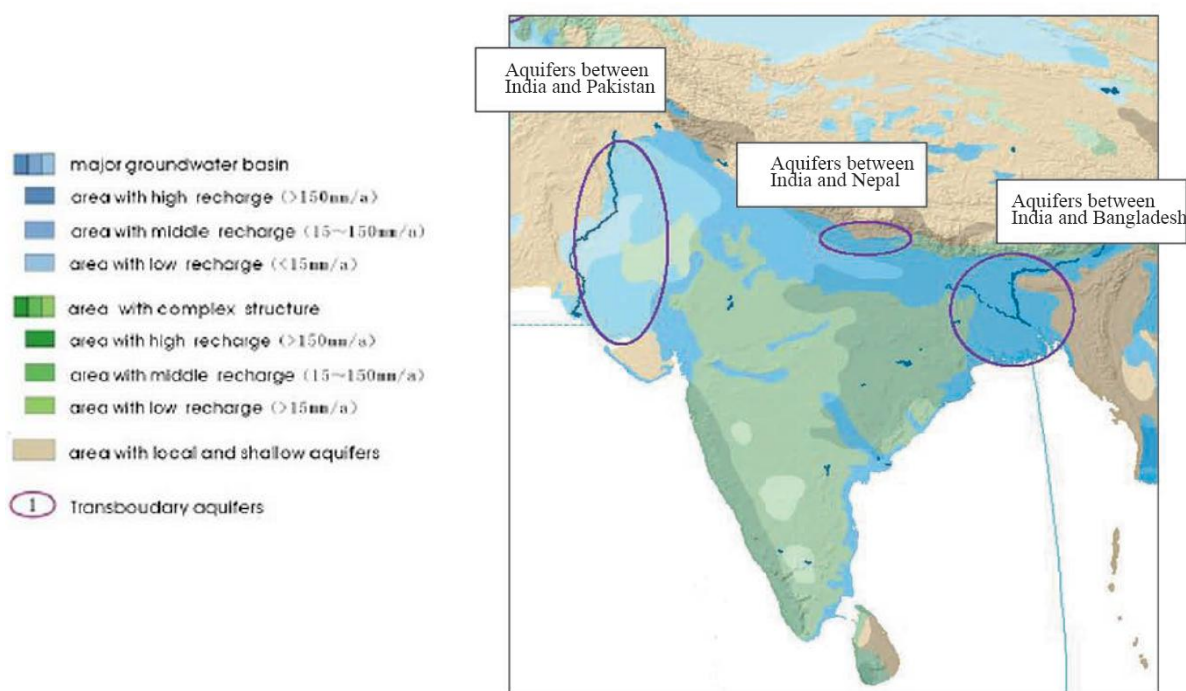
²³ *Ibid.*

nitrate, pollutions bactériologiques...). L'eau souterraine est généralement perçue par les communautés rurales comme étant de qualité (ou de meilleure qualité que les eaux de surface), ce qui complique le changement des comportements et habitudes. Des campagnes publiques peuvent aggraver cette distorsion de la perception de la bonne qualité systématique des eaux souterraines. Au Bangladesh, les risques sanitaires de la présence de l'arsenic dans les aquifères superficiels n'ont été appréhendés qu'au début des années 1990, une grande décennie après des programmes d'incitation à avoir recours aux eaux souterraines pour les usages domestiques. Il a fallu désapprendre ce lien qualitatif, pour promouvoir soit des eaux plus profondes (mais aux coûts de forage et d'exploitation supérieurs), soit plus récemment les eaux de surface, dans le bassin de la Meghna notamment.

La dimension transfrontalière des aquifères en Asie du Sud ne peut être comprise que dans ce contexte d'une atomisation de l'usage des eaux souterraines.

Trois vastes systèmes aquifères transfrontières ont été identifiés en Asie du Sud, que ce soit à l'occasion de la publication de l'Atlas des aquifères partagés²⁴ par le Programme ISARM en 2009, du document²⁵ du Programme Hydrologique International (PHI) et de l'Unesco sur des nappes souterraines transfrontalières en Asie en 2010, ou de la dernière carte mondiale des aquifères internationaux publiée en 2012 par le programme IGRAC²⁶.

Figure n° 2 – LES AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS EN ASIE DU SUD²⁷



²⁴ Puri Shaminder, Aureli Alice, *Atlas of transboundary aquifers, ISARM Programme, UNESCO-IHP, 2009, 326 p.*

²⁵ UNESCO/PHI, *Transboundary Aquifers in Asia – A preliminary inventory and assessment, Paris, IHP VII technical Document in Hydrology, 2010, 146 p.*

²⁶ <http://www.un-igrac.org/publications/329>

²⁷ UNESCO/PHI, *Transboundary Aquifers in Asia – A preliminary inventory and assessment, Paris, IHP VII technical Document in Hydrology, 2010, 146 p.* Voir également l'annexe 1.

Il s'agit d'Ouest en Est :

- ⇒ du système aquifère de la plaine de l'Indus (SAPI), partagé entre le Pakistan et l'Inde, d'une superficie d'environ 772 200 km² (560 000 km² dans le référencement de l'IGRAC en 2009) ;
- ⇒ du système aquifère des plaines de l'Himalaya (SAPH), partagé entre le Népal et l'Inde, d'une superficie approximative de 192 100 km² (65 000 km² en 2009) ;
- ⇒ du système aquifère de la plaine du Gange (SAPG), partagé entre le Bangladesh et l'Inde (et plus accessoirement avec le Bhoutan et le Myanmar), d'une superficie de 411 300 km² (300 000 km² en 2009).

Ces trois systèmes aquifères sont de type poreux, ce qui n'a pas de conséquence sur les volumes stockables (il s'agit du volume contenu par un aquifère, même si l'eau est renouvelée par des flux), mais sur la vitesse de circulation des flux de renouvellement, généralement plus élevée que sur d'autres types d'aquifères. Des pollutions (naturelles ou d'origine humaine) risquent ainsi de se diffuser plus rapidement.

▪ Le système aquifère de la plaine de l'Indus (SAPI)

Le volume des flux de recharge et de prélèvements dans le SAPI fluctue selon les sources. Le flux annuel de recharge serait de 90 km³ (dont les deux-tiers au Pakistan), pour des prélèvements évalués entre 107 et 117 km³ par an. Le stock d'eau pourrait se révéler très élevé, en milliers de km³. Une étude pionnière²⁸ sur les eaux souterraines des aquifères du bassin de l'Indus évaluait à 1 338,3 km³ le stock total dans les deux pays. Mais les récentes modélisations d'un sixième du système aquifère au Pakistan (amont du bassin aquifère) par le *Pakistan Council of Research in Water Resources* (PCRWR²⁹) révèlent des volumes beaucoup plus importants. Dans cette portion du bassin aquifère, le stock d'eau est de 2 137 km³, pour un flux de renouvellement de l'ordre de 30 km³. Et 80 % de cette eau proviendrait du haut-bassin, au Pakistan.

Le SAPI se caractérise par une très forte interconnexion entre les eaux de surface et souterraines. En période sèche, le haut niveau des nappes phréatiques peut venir soutenir par des infiltrations le débit d'étiage des rivières et canaux. A l'inverse, les eaux souterraines de la vallée de l'Indus sont alimentées depuis des millénaires par les crues et inondations du fleuve. De plus, les pertes du vaste réseau de canaux et canalisations nourrissent également les aquifères. A cela s'ajoute la recharge par le drainage d'au moins une partie des eaux agricoles. A tel point que plusieurs zones du Pendjab pakistanais connaissent une saturation des sols par l'eau (*water logging*), ce qui produit des inondations partielles. Le lien entre les eaux de surface et souterraines est ainsi hydrologique et socio-économique.

- ⇒ La pression quantitative sur les eaux du SAPI est forte de part et d'autre de la frontière, tout particulièrement dans la large zone allant de l'Uttar Pradesh au Pendjab pakistanais (voir la carte sur l'index de stress des eaux souterraines – cf. figure n° 3). Le SAPI est déjà considéré en état de surexploitation (prélèvements supérieurs au stock d'eau, ce qui conduit à terme à l'épuisement de l'aquifère).

²⁸ IUCN (Pakistan), *Beyond Indus Water Treaty: Ground Water and Environmental Management – Policy Issues and Options*, 2010, 10 p.

²⁹ Entretien mené en février 2013 (cf. Annexe).

Si le nombre de puits et forages au Pakistan est bien moindre qu'en Inde, les installations pakistanaises sont généralement plus puissantes (cf. tableau n°3, colonne : « Extraction moyenne par installation ») et ont des capacités d'extraction supérieures. De fait et malgré une surexploitation déjà en cours, l'aspect quantitatif ne devrait pas être une source de tension majeure à l'avenir entre l'Inde et le Pakistan. D'une part car les usages dans les deux pays sont équilibrés (il n'y a pas un pays prélevant nettement moins que l'autre et subissant des impacts négatifs), et d'autre part parce que le Pakistan, en l'état actuel des connaissances publiées, ne dépend de flux souterrains venant d'Inde que de manière secondaire.

Tableau n° 3 – ORGANISATION DE L'IRRIGATION À PARTIR DE L'EAU SOUTERRAINE EN INDE, AU PAKISTAN ET DANS LE BASSIN DE L'INDUS³⁰

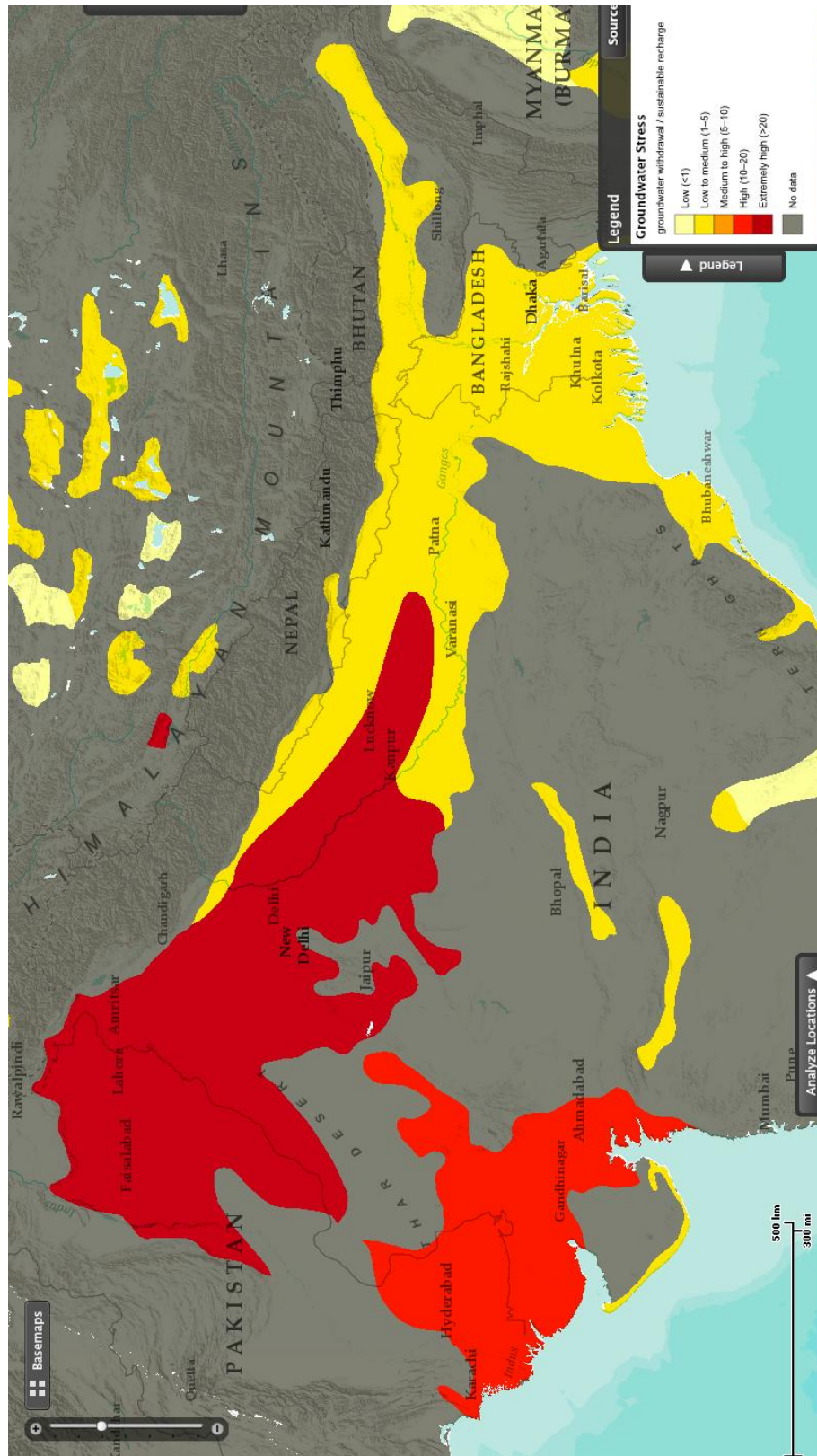
| | Prélèvements annuels d'eau souterraine (km ³) | Nombre d'installations utilisant les eaux souterraines (en million) | Extraction moyenne par installation (m ³ par an) | Population dépendant de l'irrigation par eau souterraine (pourcentage) | Eau souterraine renouvelable dans le bassin de l'Indus (km ³) | Prélèvements en eau souterraine renouvelable dans le bassin de l'Indus (km ³) |
|----------|---|---|---|--|---|---|
| Inde | 210 | 17,5 | 12 000 | 55-60 % | 27 | 55 |
| Pakistan | 55 | 0,9 | 60 000 | 60-65 % | 63 | 52-62 |

⇒ Le futur enjeu de tension et de coopération entre les deux pays pourrait être la qualité de l'eau souterraine. En effet, le Pendjab indien a recours pour l'agriculture à beaucoup plus d'intrants que la partie pakistanaise. Le principal risque, qui n'est qu'entrevu aujourd'hui, est que des pollutions provenant d'Inde viennent compromettre la pérennité des eaux souterraines dans le Pendjab pakistanais. On trouve déjà de part et d'autre de la frontière la présence de nitrates, de pesticides, de phosphore, auxquels s'ajoutent des polluants industriels comme le mercure. La pression quantitative accroît la concentration des polluants précédemment évoqués. La salinisation croissante des aquifères et des sols en est l'illustration (22 % des terres irriguées au Pakistan en est affectée³¹). Quand elles existent, les capacités de traitement des eaux usées sont sous-dimensionnées. Les pollutions bactériologiques provenant des eaux usées domestiques deviennent préoccupantes, augmentant la morbidité, la mortalité (et particulièrement la mortalité infantile), les pertes de productivité...

³⁰ STIMSON, SDPI, *Connecting the drops. An Indus Basin Roadmap for Cross-Border Water Research, Data Sharing, and Policy Coordination*, 2013, 67 p. – http://www.stimson.org/images/uploads/research-pdfs/connecting_the_drops_stimson.pdf, et SHAH Tushaar, 2009, *op. cit.*

³¹ STIMSON, SDPI, *Connecting the drops. An Indus Basin Roadmap for Cross-Border Water Research, Data Sharing, and Policy Coordination*, 2013, 67p. – http://www.stimson.org/images/uploads/research-pdfs/connecting_the_drops_stimson.pdf

**Figure n° 3 – INDEX DE STRESS DES EAUX SOUTERRAINES
(RATIO ENTRE LES PRÉLÈVEMENTS ET LA RECHARGE) EN ASIE DU SUD³²**



³² Source : Projet Aqueduc, World Resources Institute, Groundwater Stress – <http://aqueduct.wri.org/atlas>

▪ Le système aquifère de la plaine du Gange (SAPG)

Le SAPG n'a, à notre connaissance, pas fait l'objet d'étude en tant que système aquifère transfrontalier. Des données très précises de prélèvements ou de qualité d'eau existent pour des couches particulières et des zones déterminées, mais celles-ci ne permettent pas d'appréhender globalement les enjeux interétatiques rattachés aux eaux souterraines. Au Bangladesh par exemple, la connaissance des aquifères superficiels (généralement d'une profondeur de quelques mètres à 75 m au maximum) semble convenable, ce qui n'est pas le cas des systèmes plus profonds, protégés en partie des intrusions à partir des nappes plus superficielles par une couche argileuse. Pour les aquifères plus profonds, seules certaines parties côtières ont fait l'objet d'études. L'étude de ces aquifères, essentiels à l'alimentation en eau domestique, pourrait être menée à bien d'ici 2020 selon les moyens mobilisés.

Mais, même à l'échelle nationale ou locale, les aquifères « sont vus et gérés comme les pièces d'un puzzle sans vision du résultat final » selon les propos d'un chercheur bangladais rencontré en avril 2013. A l'échelle transfrontalière, l'absence de vision d'ensemble des enjeux est encore plus prégnante.

Le stock d'eau dans le SASG pourrait avoisiner les 7 834 km³ selon l'IUCN³³. Les données existantes ne différencient pas les flux de surface et souterrains d'eau entrant au Bangladesh. Aquastat³⁴ (FAO) indique ainsi un flux entrant à partir de l'Inde au Bangladesh de 1 121,6 km³ par an. Le flux de recharge des aquifères au Bangladesh serait de 42,543 km³ par an (CEGIS³⁵). Les prélèvements au Bangladesh apparaissent en comparaison très faibles³⁶, de l'ordre de 35 km³.

Les aquifères superficiels au Bangladesh sont essentiellement alimentés par des flux internes (précipitations, cours d'eau...). De mauvaise qualité (très fort taux d'arsenic entre autres dans toute la moitié Sud du territoire), l'eau qui y est prélevée sert à l'irrigation. La dépendance du Bangladesh vis-à-vis de l'Inde concerne les aquifères plus profonds, dont l'eau est de meilleure qualité (avec beaucoup d'inégalités, et des contaminations de plus en plus fréquentes à partir des aquifères superficiels). La recharge de ces aquifères profonds (dont la profondeur oscille entre 90 m et jusqu'à 1 500 m) se ferait dans les plaines du Gange en amont du Bangladesh. Mais le cycle est encore mal connu. Certains chercheurs évoquent une recharge lente. L'analyse des isotopes stables des ressources de l'aquifère profond témoigne en effet de la présence d'eau d'âges différents, de 1 000 à 4 000 ans (entretien avec le *Bangladesh Water Development Board*). Mais les prélèvements à Calcutta ont des impacts sur les eaux souterraines à Dacca³⁷, et vice-et-versa, témoignant de l'interconnexion dynamique de ces ressources.

³³ IUCN (Pakistan), *Beyond Indus Water Treaty: Ground Water and Environmental Management – Policy Issues and Options*, 2010, 10 p. La provenance de ce chiffre n'est cependant pas consolidée, car ce dernier n'apparaît pas dans la source citée dans le rapport de l'IUCN qui le mentionne.

³⁴ FAO, Aquastat, fiche pays Bangladesh, 2011 – <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexfra.stm>

³⁵ Center of Environmental Geographic Information Services – <http://www.cegisbd.com>

³⁶ VANDER GUN Jac, *Groundwater and Global Change: Trends, Opportunities and Challenges*, World Water Assessment Program, Unesco, Side Publications Series, n°1, 2012, 38 p.

³⁷ Entretien avec Kazi Matin Uddin Ahmed, Université de Dacca.

Malgré les sécheresses saisonnières (retard des pluies, crise énergétique qui empêche les pompes de fonctionner) qui affectent la bande occidentale du territoire bangladais (à l'ouest de Naogaon), la quantité d'eau souterraine ne devrait pas être une source de tension entre l'Inde et le Bangladesh. Le différend quantitatif porte sur les eaux de surface de quelques bassins, parmi les 54 cours d'eau que l'Inde et le Bangladesh partagent.

A l'instar du bassin aquifère de la plaine de l'Indus, la qualité de l'eau pourrait être le terrain de discordance entre l'Inde et le Bangladesh. De part et d'autre de la frontière, les pollutions³⁸ sont multiples, et celles émises en Inde viennent ou viendront grossir celles produites au Bangladesh : des métaux lourds (cadmium, plomb...), des nitrates, des dérivés fluorés, de l'arsenic (essentiellement naturel), des pesticides. La salinisation des eaux souterraines et des terres vient s'ajouter à ces pollutions dans les zones côtières, bien qu'elle découle de surexploitation (ou de mauvaises pratiques d'irrigation). La présence de manganèse dans certaines zones inquiète tout particulièrement à cause de la toxicité neurologique de cet élément chimique.

▪ **Le système aquifère des plaines de l'Himalaya (SAPH)**

Le Système aquifère des plaines de l'Himalaya est celui en Asie du Sud dont la dimension transfrontalière est la moins bien documentée. Des aspects (qualitatif, quantitatif) font l'objet d'études de fond dans des aires limitées aussi bien en Inde qu'au Népal, mais son caractère transfrontière est atténué par l'absence d'enjeu de fond entre les deux États pour l'instant.

Sa superficie de 192 100 km² recoupe la plaine du Terai sur toute la longueur du Népal, et en Inde, les États de l'Uttarakhand, de l'Uttar Pradesh et du Bihar.

Le flux de recharge provient essentiellement du Népal, sauf dans la partie nord-ouest de l'Aquifère, où l'Uttarakhand y contribue également. Ainsi la direction des flux suit le dénivelé, et va du Népal vers l'Inde. Quoique saisonnières, à l'instar des précipitations, les ressources souterraines de cette région sont considérées comme abondantes. Le *Groundwater Resources Development Board*³⁹ du ministère de l'Irrigation du Népal évalue ainsi la recharge (non sans ambiguïté terminologique) à 8,8 km³ par an, pour des prélèvements avoisinant dans la partie népalaise 1 km³, dont les trois-quarts à des fins agricoles. La FAO⁴⁰, constatant l'absence de recensement exhaustif des eaux souterraines, évalue leur recharge à 20 km³, soit 10 % de l'eau renouvelable au Népal.

L'artésianisme⁴¹ est présent dans la plaine du Terai. A la frontière du Népal et du Bihar, des puits artésiens produisent jusqu'à 18 m³ par heure, ce que les Indiens considèrent comme particulièrement précieux au regard des coûts énergétiques économisés.

³⁸ Central Ground Water Board, *Ground Water Quality in Shallow Aquifers of India*, Ministry of Water Resources, Government of India, 117 p. – http://www.cgwb.gov.in/documents/Waterquality/GW_Quality_in_shallow_aquifers.pdf

³⁹ http://www.gwrdb.gov.np/hydrogeological_studies.php

⁴⁰ FAO, Aquastat, fiche pays Népal, 2011 – <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexfra.stm>

⁴¹ Artésianisme : « Conditions hydrodynamiques permettant le jaillissement de l'eau par les puits ou forages exploitant une nappe souterraine captive dont le niveau piézométrique est au dessus du sol ». Dictionnaire français d'hydrologie – <http://hydrologie.org/glu/indexdic.htm>

Les nappes phréatiques sont généralement de meilleure qualité⁴² (jusqu'à 10 m de profondeur dans la région de Katmandou) qu'en Inde ou au Bangladesh, mais exposées à des pollutions locales (rejets domestiques, industriels et agricoles : bactéries pathogènes, nitrates). L'aquifère confiné, d'une profondeur supérieure à 300 mètres, peut localement avoir des concentrations importantes de manganèse, d'ammonium, de fer (et dans une moindre mesure d'arsenic). Dans les États frontaliers indiens, on trouve également des pollutions aux nitrates (Bihar, Uttar Pradesh), aux métaux lourds (Bihar), des dérivés fluorés (Bihar) ou des problèmes de salinisation des terres (Uttar Pradesh)

1.1.2 – Une terre vierge pour la coopération interétatique en Asie du Sud

Les frontières de ces systèmes aquifères sont floues, d'autant que les connexions entre les différents aquifères d'un même ensemble (couches géologiques distinctes, profondeur différente...) sont mal connues, et que la structure géologique de ces bassins souterrains est complexe. Au regard de l'étendue gigantesque de ces trois systèmes aquifères et des nombreuses inconnues scientifiques, des chercheurs⁴³ suggèrent de définir une distance de part et d'autre de la frontière qui déterminera la partie dite transfrontière des aquifères partagés.

La coopération pour la gestion des aquifères transfrontières en Asie du Sud apparaît comme un terrain prometteur d'actions à mener, car tout est à construire. Il n'y a pas d'accords bilatéraux ou multilatéraux entre des pays d'Asie du Sud concernant des aquifères partagés⁴⁴. La coopération pour la gestion des eaux souterraines ne sera pas entravée par un passif de revendications politiques ou historiques comme c'est le cas pour les eaux de surface (Indus, Gange et Brahmapoutre, Mahakali...).

Les perspectives de coopération pour les aquifères de la plaine de l'Indus et de la plaine du Gange sont entravées par des problématiques communes.

La première d'entre elles est pour le Pakistan et le Bangladesh l'appréhension qu'inspire leur riverain d'amont commun, l'Inde. Cette méfiance se décline elle-même en plusieurs éléments :

- ⇒ Éviter une politisation excessive. La gestion du Gange et de l'Indus est l'objet d'une forte polarisation politique aussi bien entre les États d'Asie du Sud dans leurs bassins respectifs, qu'au sein même de la vie politique interne de ces pays. Dès lors les scientifiques rencontrés en Inde, au Bangladesh et au Pakistan, entre février et avril 2013, ont le sentiment qu'ils ne doivent pas faire remonter l'enjeu des eaux souterraines transfrontalières à l'échelle politique. Pour éviter des blocages politiques, qui nuiraient au final à la connaissance des aquifères (échanges de données, accueil d'équipes plurinationales...), cet enjeu doit alors rester tout au plus à un degré de coopération technique. A l'image de l'IWMI, de Greenpeace, ou de l'IUCN, diverses organisations (chercheurs, ONG, institu-

⁴² British Geological Survey, WaterAid, *Groundwater Quality: Nepal*, 2001, 4 p. – <http://www.wateraid.org/~media/Publications/groundwater-quality-information-nepal.pdf>

⁴³ Voir par exemple CHADHA D. K., *Transboundary aquifers in India – A pilot case from Indus River*, in UNESCO/PHI, *Transboundary Aquifers in Asia – A preliminary inventory and assessment*, Paris, IHP VII technical Document in Hydrology, 2010, 146 p.

⁴⁴ BURCHI Stefano, MECHLEM Kirstin, *Groundwater in international law Compilation of treaties and other legal instruments*, Rome, FAO Legislative Study, n°86, 2005, 564 p.

tions internationales...) ont des représentations dans plusieurs pays d'Asie du Sud, et mènent des programmes régionaux.

- ⇒ Une asymétrie d'information. La réticence du Pakistan et du Bangladesh à faire monter sur la scène régionale l'enjeu des eaux souterraines partagées vient également de leur perception d'une asymétrie d'information avec l'Inde. Malgré des chercheurs de qualité aux parcours internationaux dans ces deux premiers pays, l'écart de moyens de recherche avec l'Inde fait craindre une position de négociation défavorable aux deux riverains d'aval. Il est vrai que la modélisation d'un sixième de la partie pakistanaise du bassin aquifère de la plaine de l'Indus a nécessité cinq ans aux autorités pakistanaises, et que la connaissance des aquifères profonds au Bangladesh sera achevée au mieux dans une dizaine d'années. Pour l'Inde, la dimension transfrontalière des aquifères semble accessoire, le pays étant, au moins partiellement, en amont des flux de recharge et des pollutions potentielles.
- ⇒ Quelles conséquences en cas d'une reconnaissance d'un lien hydrologique entre les eaux de surface et souterraines ? La gestion intégrée⁴⁵ des ressources en eau incite à gérer dans le même mouvement ces deux types de ressources lorsque les connexions entre les deux milieux existent. Des chercheurs et décideurs des politiques de l'eau au Pakistan et au Bangladesh craignent qu'un tel lien conduise à terme l'Inde à incorporer dans les quotas d'eau de surface de l'Indus ou du Gange, les flux souterrains qui quittent son territoire. Le risque pour les deux riverains d'aval de l'Inde prendrait la forme d'une baisse de leurs allocations d'eau de surface, ressource qui concentre aujourd'hui les tensions interétatiques en Asie du Sud.
- ⇒ Le complexe de l'aval. Plus intimement, on retrouve surtout au Bangladesh le sentiment de ne pouvoir compter face à l'Inde. La domination économique de l'Inde se traduit par une dépendance multisectorielle du Bangladesh. La hausse de droits d'exportation de riz indien vers son riverain conduit immédiatement à l'augmentation de la malnutrition dans le pays d'aval... Un ancien négociateur bangladais du Traité de Farraka raconte en ce sens que Dacca était réticent à inclure dans le texte un mécanisme d'arbitrage : « Quel arbitre oserait prendre parti contre l'Inde [et surtout] en faveur du Bangladesh » ? Alors qu'en théorie, le recours à une tierce partie (arbitre, tribunal arbitral, juridiction internationale) permet au contraire d'atténuer, voire de s'affranchir des asymétries de puissance entre des requérants. Ce déséquilibre perçu entre les États d'Asie du Sud conduit à un processus de « sécuritisation » de l'eau⁴⁶, c'est-à-dire que la ressource devient un objet de politiques de sécurité (nationale, régionale...). Ainsi, « si le Bangladesh disposait de l'arme nucléaire comme le Pakistan, l'Inde prendrait

⁴⁵ Telle que définie par le Partenariat mondial pour l'eau, « la gestion intégrée des ressources en eau est un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social en résultant, sans pour autant compromettre la pérennité d'écosystèmes vitaux » (Partenariat pour l'eau, *La gestion intégrée des ressources en eau*, Stockholm, GWP, TAC background papers n°4, 2000, 76 p.). Au-delà de l'approche traditionnelle, fragmentée et sectorielle, la gestion intégrée se veut une considération de tous les usages de l'eau, même pour des bassins internationaux. Il s'agit de gérer, dans le temps, les dimensions sociale, environnementale et économique de la ressource en eau.

⁴⁶ Pour un exemple de la manière dont l'environnement devient l'objet de politiques de sécurité globale, voir par exemple TAITHE Alexandre, « La sécurité environnementale du Japon, confrontation ou coopération régionale ? », Paris, Fondation pour la recherche stratégique, coll. *Notes de la Frs*, février 2008, 11 p.

d'avantage en considération nos revendications » rapportait en avril 2013 un analyste bangladais.

- ⇒ L'héritage institutionnel britannique a conduit en Asie du Sud à la domination des « *Irrigation Departments* » pour gérer les enjeux liés à l'eau dans cette zone. Outre l'irrigation, ces services géraient également les inondations. Mais aucune autorité ne s'occupait des flux environnementaux, de la qualité de l'eau. Le changement nécessaire des mentalités pour agir sur les communautés rurales sera aussi institutionnel.

1.2 – Le Système aquifère multicouche de la péninsule arabique (SAMPA)

1.2.1 – La disparition de l'aquifère de Disi

A.– Système aquifère de Disi

L'aquifère de Disi a été découvert en 1969 par le Programme des Nations-Unies pour le Développement (PNUD) en Jordanie et en Arabie Saoudite. Il s'étend sur 350 km de long et une cinquantaine de large pour sa partie jordanienne, mais l'essentiel de sa surface serait sur le territoire saoudien comme la carte suivante le suggère. Il appartient au SAMPA, (plus précisément au Saq Aquifer). Sa profondeur oscillerait entre 600 et 1 000 mètres. Il s'agit d'une nappe presque entièrement captive depuis plus de 30 000 ans, au renouvellement quasi-nul. L'évaluation du stock d'eau de Disi est sujette à controverse. Si la partie jordanienne devait abriter un stock exploitable de 6,25 km³ (Margat 2008, donnée de 1992), son stock théorique total (Jordanie et Arabie Saoudite) pourrait avoisiner⁴⁷ 280 km³. Le stock exploitable conditionne le dimensionnement des projets d'extraction. Or les chiffres d'exploitation de la nappe de Disi pour alimenter Amman n'ont cessé d'évoluer. Disi aurait ainsi successivement permis d'apporter à la capitale jordanienne jusqu'à 100 millions de mètres-cube par an pendant 200 ans⁴⁸. Le projet actuel Disi–Amman retient finalement les chiffres produits par USAID en 2002, qui prévoient une alimentation à hauteur de 100 millions de mètres-cube pendant 50 ans.

La Jordanie exploite actuellement l'aquifère de Disi à hauteur de 70 à 80 millions de m³ par an, auxquels s'ajouteraient les 100 millions de m³ du projet Disi–Amman à partir de 2013 (le projet vient d'être inauguré mais ne semble pas fonctionner). Les prélèvements jordaniens permettent aujourd'hui d'alimenter en eau potable Aqaba et sa région.

Les prélèvements saoudiens seraient compris dans un intervalle de 1 à 1,4 km³ par an. Mais au regard de la confidentialité que l'Arabie Saoudite confère à ces données, il s'agit d'estimations d'experts étrangers au Royaume (il semble y avoir un consensus sur le chiffre d'un milliard de m³ par an).

L'exploitation jordanienne et saoudienne de Disi remonte respectivement au milieu des années 1980 et aux années 1970 (mais l'exploitation par les Saoudiens devient réellement intense au début des années 1980).

⁴⁷ ALLEN John, *Disi Aquifer. Jordan and Saudi Arabia*, Université du Texas, [http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce397/Topics/Groundwater/Groundwater_Dis\(2010\).pdf](http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce397/Topics/Groundwater/Groundwater_Dis(2010).pdf)

⁴⁸ Voir pour la variation du stock exploitable de l'aquifère de Disi par la Jordanie : FERRAGANIA Eugenia, GRECO Francesca, « The Disi project: an internal/external analysis », *Water International*, vol. 33, n°4, décembre 2008, pp. 451-463.

B.– Alimenter Amman avec des eaux non conventionnelles

La zone de l'aquifère de Disi a été cédée en 1965 par l'Arabie Saoudite dans le cadre d'un échange territorial avec la Jordanie. Une coopération était prévue pour les prélèvements dans l'aquifère, mais elle n'a jamais été institutionnalisée. Un forum d'échange de données est censé être en place, mais l'Arabie Saoudite ne communique presque aucun chiffre sur cette nappe. Une zone tampon sans forage dans l'aquifère de 15 km à la frontière⁴⁹ a été prévue par les deux États. Sans intérêt hydrogéologique global, cette zone sert théoriquement à limiter les effets transfrontaliers immédiats de prélèvements trop proches de la frontière.

Afin de répondre spécifiquement aux besoins en eau de sa capitale, la Jordanie a attribué au début des années 2000, sur financement USAID, un projet stratégique d'infrastructure à la société Infilco, filiale américaine de la société française, Degrémont.

Infilco-Degrémont a ainsi été commissionnée en 2004 pour construire sur la mer Morte une usine de dessalement de 47 millions de m³/an destinée à traiter des eaux de surface issues des sources d'eau saumâtre de Wadi Ma'in, Zara et Wadi Mujib. Celles-ci sont ensuite acheminées par une canalisation de 40 km jusqu'à Amman via six stations de pompes. Pour qui connaît la zone de la mer Morte, et sa déclinaison par rapport à Amman, ce projet est un véritable challenge technique puisque la première station de pompage se situe à -342 m par rapport au niveau de la mer, et la dernière est à +947 m avant d'arriver au réservoir d'Amman-Dabouq.

Mais l'acheminement de l'eau dessalée depuis Wadi Main ne suffit pas à répondre aux enjeux d'alimentation en eau de la ville d'Amman, confrontée à un afflux de réfugiés et de populations (25 % des 1,1 million d'habitants résidants dans la capitale jordanienne sont issus de pays frontaliers de la Jordanie). La demande explose et excède très largement les capacités d'Amman (en 2010, la demande annuelle d'eau de 1,564 millions m³ a excédé des capacités d'alimentation estimées à 1,150 millions m³⁵⁰). Les autorités jordaniennes choisissent de mettre en œuvre une *water transmission line* de grande envergure, et qui représente une première dans le pays.

Démarré en 2009, le projet Disi-Amman a été inauguré le 18 juillet 2013. Son coût est estimé à un milliard de dollars. Il doit acheminer 100 millions de m³ par an à l'agglomération du Grand Amman à partir de l'aquifère de Disi.

Une conduite de 325 km permettra ainsi de transporter l'eau fossile de l'aquifère de Disi jusqu'à la capitale jordanienne. Cinq réservoirs (3 x 10 km³, 12 km³ et 15 km³) et deux stations de pompage seront présents sur ce parcours. Construit par le groupe turc de génie civil Gama, et opéré par le français Suez Environnement, le transfert Disi-Amman va s'imposer comme une infrastructure vitale du Royaume hachémite, essentielle pour la sécurité en eau de sa capitale.

⁴⁹ DUPONT Gaëlle, « A la frontière jordanienne, l'exploitation effrénée d'une mine d'« or bleu » à durée limitée », *Le Monde*, 31 octobre 2008.

⁵⁰ Ibid.

Figure n° 4 – TRACÉ DU PROJET DISI – AMMAN⁵¹



A son inauguration, le Ministre de l'eau et de l'irrigation jordanien a souligné que 5 000 m³ par heure étaient pompés dans la nappe, à travers 23 puits de très grande profondeur. Ce chiffre devrait prochainement augmenter via 8 puits supplémentaires qui seront prêts à entrer en fonction dans les prochaines semaines afin d'arriver au final à des capacités de pompage maximales à travers un total de 55 puits. Les coûts d'exploitation pourraient augmenter à cause de la forte radioactivité naturelle de l'eau de Disi (20 fois la norme). S'il se résout facilement par un traitement spécifique, ce problème va générer des surcoûts et des déchets radioactifs.

⁵¹ Document fourni par Suez Environnement.

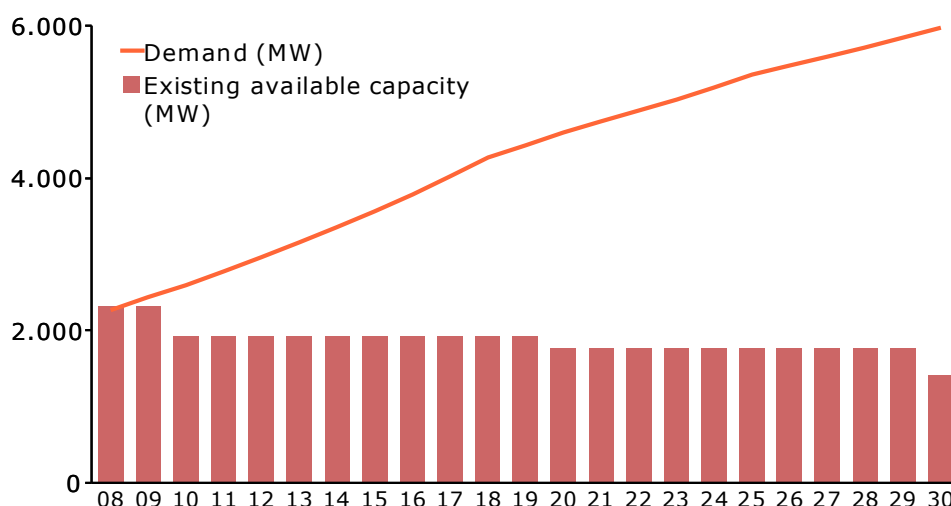
C.- Critiques du projet

Pièce stratégique du dispositif jordanien de lutte contre le manque d'eau de la capitale et des villes du Nord, cette artère essentielle à la vie va d'abord devoir être totalement sécurisée, tant les conséquences d'un acte malveillant seraient lourdes pour la population jordanienne.

Une fois opérationnel, ce pompage sur 325 kilomètres va également venir encore alourdir la facture énergétique du Royaume, sachant que la *Water Authority of Jordan* est déjà le premier client de l'électricité du pays avec 18 % de la consommation nationale.

Comme en Arabie Saoudite, avec le coût énergétique dû au dessalement, l'importance de l'eau dans la consommation énergétique de la Jordanie est encore plus problématique quand on sait que le Royaume jordanien importe 96 % du fioul et du gaz nécessaires à ses centrales électriques, et que le pays est particulièrement vulnérable aux variations de prix à la hausse. D'où un deuxième motif sérieux d'inquiétude.

Figure n° 5 – JORDANIE : DEMANDE ET CAPACITÉ DISPONIBLE EN ÉLECTRICITÉ (MW)



Note : Closure of HTPS power plant in 2010, RISHA power plant in 2020 and REHAB power plant in 2030 have been assumed. Sources : JAEC ; UBS.

Ensuite, l'autre problème clairement posé est la gestion de l'eau du Grand Amman. Alors que jusqu'en 2006, la gestion de l'eau avait été déléguée à LEMA, filiale de Suez, qui avait permis, de 1999 à 2006, une alimentation en eau des habitations entre 70 et 80 heures par semaine, là où la population d'Amman n'avait de l'eau qu'une fois par semaine avant l'arrivée de Suez, et de réduire les taux de fuites de près de 40 % en sept ans. Il semble que la situation se soit depuis considérablement dégradée, faute de maintenance et d'investissement dans les réseaux de distribution.

La société publique jordanienne, Miyahuna, qui a repris l'alimentation en eau d'Amman depuis le 1^{er} janvier 2007, serait ainsi confrontée à un taux de pertes en eau non facturées (*Non Revenue Water – NRW*) de 35,3 % en 2009.

Avant l'arrivée de 100 millions de m³ par an d'eau supplémentaire à partir de la mi-juillet 2013 (plus les 139 millions d'ores et déjà délivrés par Miyahuna en 2009), il est donc impératif qu'une gestion plus efficiente des réseaux soit mise en place, ce qui pourrait en particulier se traduire par le retour d'un opérateur privé.

Si rien n'est fait d'ici là, il est en effet à prévoir qu'une partie non négligeable de l'eau acheminée à grands frais de Disi, issue de surcroît d'une nappe stratégique et non renouvelable, soit purement et simplement gâchée par un réseau de distribution défectueux dans l'agglomération d'Amman.

D.- Les tensions jordano-saoudiennes relatives à l'aquifère de Disi

Les tensions entre les deux États relatives à l'aquifère de Disi ne datent pas du projet Disi-Amman. En 1992, la Jordanie accusait déjà son voisin de surexploiter leurs ressources souterraines communes. Ces accusations, réitérées en 1999, ne suscitèrent aucune réaction du royaume wahhabite. L'Arabie Saoudite n'a pas été consultée pour le projet Disi – Amman. Certains auteurs voient dans l'attitude de ces deux pays une volonté de « sécuriser » cet enjeu, pour le conserver dans la sphère de la sécurité nationale et non celle du débat public⁵². L'inaction fait alors partie des stratégies possibles dans cette recherche de la sécurisation.

Estimant que l'essentiel de l'aquifère est sur son territoire, l'Arabie Saoudite cherche à prévenir l'augmentation des prélèvements jordaniens. Le royaume wahhabite a même songé en 2007/2008 à financer une station de dessalement à Aqaba via la société saoudienne Acwa Power. Mais le coût (construction et exploitation) aurait été prohibitif pour l'Arabie Saoudite.

Les deux protagonistes semblent avoir pris acte de l'absence de coopération sur cette question. **Ils sont donc engagés dans une course à l'exploitation de l'aquifère, qui conduira à son épuisement dans les prochaines décennies.** Du coup, la survenue de tensions fortes entre la Jordanie et l'Arabie Saoudite à cause de l'exploitation minière de l'aquifère de Disi paraît très improbable pour au moins les vingt prochaines années.

1.2.2 – Exploitation minière des autres systèmes aquifères transfrontières du SAMPA

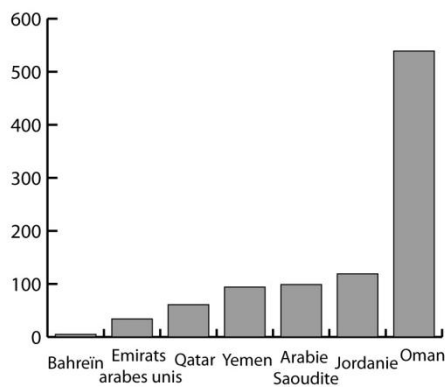
Le SAMPA est constitué de nombreux aquifères, dont les frontières (principalement au Nord et dans le golfe Persique) et les chevauchements sont mal connus. Il s'étend sous les territoires de l'Arabie Saoudite (1 485 000 km²), du Bahreïn, du Qatar, du Yémen, d'Oman et des Émirats Arabes Unis. Le SAMPA pourrait également avoir des extensions en Irak et en Iran. Le volume de réserve estimé exploitable oscillerait en Arabie Saoudite entre 500 km³ (dont 340 extractibles à un coût acceptable – Aquastat Survey 2008, 2009) et 2 185 km³ (jusqu'à une profondeur⁵³ de 300 m), 2,5 km³ au Qatar, 5 km³ aux Émirats Arabes Unis (Margat, 2008). Les flux de recharge de ces aquifères fossiles en Arabie Saoudite s'élevaient à 2,76 km³ par an⁵⁴.

⁵² FERRAGANIA Eugenia, GRECO Francesca, « The Disi project: an internal/external analysis », *Water International*, vol. 33, n°4, décembre 2008, pp. 451-463.

⁵³ FOSTER Stephen, LOUCKS Daniel P. (dir.), « Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers », Paris, IHP-VI, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p.

⁵⁴ Ibid.

Figure n° 6 – AQUIFÈRES À EAU NON RENOUVELABLE DANS LA PÉNINSULE ARABIQUE⁵⁵



Ressources internes en eau des pays de la péninsule arabique, en m³/hbt (source : Banque mondiale, 2009)

⁵⁵ Carte : Mathias Strobel, FRS, 2010.

Les prélèvements annuels étaient (2002, 2006, données citées par Margat) de 0,14 km³ au Qatar, 1,5 à 2,8 km³ aux Émirats Arabes Unis, 0,09 km³ à Bahreïn. Ceux de l'Arabie Saoudite, beaucoup plus conséquents, s'élevaient à 13,5 km³ en 1995, et 20,47 km³ en 2000. Toujours la même année, les deux tiers des besoins nationaux étaient couverts pas des eaux fossiles !

La qualité de l'eau extraite est inégale : celle du Saq Aquifer souffre d'un niveau de radioactivité naturelle qui exige un prétraitement avant un quelconque usage. Mais la qualité des nappes s'améliore, et leur niveau remonte là où l'agriculture irriguée du blé est progressivement abandonnée. Des hausses de 20 à 30 % du niveau piézométrique⁵⁶ ont ainsi été mesurées depuis la fin des années 1990. En revanche, l'élevage se substitue au blé dans plusieurs aires (dans le nord-ouest notamment), ce qui maintient une forte pression sur les aquifères, et contribue à maintenir (ou aggraver) un haut niveau de minéralisation des eaux.

Plus de 85 % de ces forages sont destinés à l'irrigation. A titre d'exemple, la profondeur moyenne d'extraction en Arabie Saoudite est de 246 mètres, avec une profondeur maximale de 2 510 mètres (région de Tawil)⁵⁷.

1.2.3 – Une exploitation reflétant l'hégémonie saoudienne

Il n'y a aucun accord international entre les États de la péninsule arabique pour la gestion des grands aquifères partagés (qu'ils soient ou non renouvelables), hormis celui de Disi. Des contacts informels ont lieu entre le Yémen et l'Arabie Saoudite relatifs à l'aquifère des grès du Wajid (à l'ouest de leur frontière commune). Mais seul le royaume wahhabite a procédé à des études hydrologiques sur ce bassin⁵⁸. De même, il existe des projets locaux de coopération entre Oman et les Émirats Arabes Unis pour la gestion de l'aquifère alluvial transfrontalier (renouvelable). Des mesures de restrictions d'usage (profondeur des forages, régime d'autorisation préalable, limites à l'irrigation...) existent de part et d'autre pour cesser la surexploitation.

En l'absence de cadre de coopération, les pays les plus dynamiques sur le plan économique, et les plus puissants politiquement⁵⁹, sont incités à accroître leur exploitation des ressources en eau fossile sans concertation.

Des tensions majeures paraissent improbables pour plusieurs raisons. Tout d'abord l'Arabie Saoudite utilise quasi-exclusivement les ressources fossiles de la région, et ces dernières se situent pour l'essentiel sur son territoire. Cela limite les revendications potentielles des États voisins de l'Arabie Saoudite sur ces aquifères car le préjudice est futur, et non présent. Des protestations contre cette exploitation minière du SAMPA par

⁵⁶ HARACA Geoffrey, « Utilisation des aquifères fossiles pour l'irrigation : état des lieux, perspectives, débats », AgroParisTech, Synthèse technique, avril 2009, 17 p.

⁵⁷ Ministère de l'Eau et de l'Énergie, Investigations for updating the groundwater mathematical model(s) of the Saq and overlying aquifers, Mars 2008, 128 p. – <http://www.scribd.com/doc/16845648/Saq-Aquifer-Saudi-Arabia-2008>.

⁵⁸ Economic and Social Commissions for Western Asia (UN-ESCWA), *Shared Waters – Shared Opportunities (World Water Day, March 22. Transboundary Waters in the ESCWA Region)*, 2009, 18 p. – <http://www.escwa.un.org/information/publications/edit/upload/sdpd-09-tm1-e.pdf>

⁵⁹ Banque mondiale, « Obtenir le meilleur parti des ressources rares. Une meilleure gouvernance pour une meilleure gestion de l'eau au Moyen-Orient et en Afrique du Nord », Washington, Rapport sur le développement de la région MENA, 2007, 264 p.

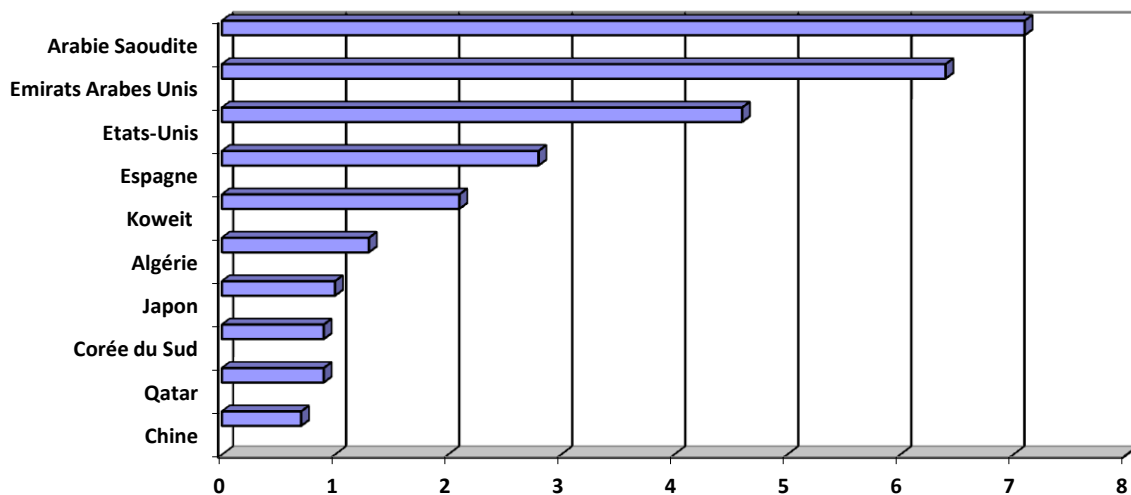
Riyad sont régulièrement formulées par le Qatar et Bahreïn depuis les années 1990⁶⁰. Mais il est peu probable que les tensions dépassent le stade de déclarations. De plus, la qualité de l'eau semblant relativement préservée dans les aquifères à l'est et au sud du royaume wahhabite, les conséquences des prélèvements saoudiens sur ses riverains sont alors plus limitées. Cela est moins vrai pour les nappes du nord-ouest, mais hormis Disi et la Jordanie, elles ne semblent pas partagées avec d'autres États (marginale avec l'Irak).

Encadré n° 2 – LE DESSALEMENT DANS LES PAYS DU GOLFE PERSIQUE

Les nappes sont régulièrement réalimentées par de l'eau dessalée, soit en tant que solution de stockage, soit pour augmenter leur niveau piézométrique et éviter des intrusions d'eau de mer.

En plus du recours à l'eau d'aquifères non renouvelables, le dessalement fait partie des autres solutions dites « d'eau non conventionnelle », dont l'importance devient centrale dans les pays du Golfe. L'Arabie Saoudite est le premier producteur mondial d'eau dessalée, avec 7,1 millions de m³ produits par jour. Les autres États du Golfe qui ont une forte capacité de désalinisation sont les Émirats Arabes Unis (2^{ème} producteur mondial) avec 6,4 millions de m³ par jour, le Koweït (2,1 millions de m³ par jour), le Qatar avec 0,9 million de m³ par jour, et Oman (0,5 million de m³ par jour). Si ces volumes sont sans commune mesure pour l'Arabie Saoudite avec ses prélèvements dans des nappes souterraines, la capacité installée dans les autres pays du golfe Persique est analogue à l'eau fossile qu'ils extraient.

Figure n° 7 – CAPACITÉ DE DESSALEMENT INSTALLÉE EN 2008
(EN MILLIONS DE M³/JOUR)⁶¹



Ensuite, l'Arabie Saoudite a eu conscience de l'excès de ses prélèvements dans les aquifères à eau non renouvelable dans les années 1990. Elle a alors refondu sa politique de subvention à l'irrigation, ce qui a fait chuter de 35 % sa production de blé en quelques années. Les prélèvements saoudiens semblent alors se stabiliser autour de 20/21 km³ par an (Aquastat Survey 2008, 2009), et devraient progressivement décroître.

⁶⁰ SHAPLAND Greg, *Rivers of Discord: International Water Disputes in the Middle East*, Hurst & Company, 1997, 183 p.

⁶¹ Sources : Degrémont, Aquasat (FAO) et Veolia, et infographie *Le Monde* (15 mai 2008).

En revanche, à un horizon de 25 ans, les incertitudes prédominent (voir les estimations de réserve dans la fiche Pays de l'Arabie Saoudite). Or le royaume wahhabite est dépendant à plus de 90 % des aquifères à eau non renouvelable. Certains experts (cités par Aquastat Survey 2008, 2009) estiment en effet, qu'au rythme actuel d'extraction, la durée d'exploitation des aquifères fossiles ne dépassera pas 25 ans. Cela signifiera sans doute la fin de l'agriculture saoudienne (prélèvements agricoles de 20,826 km³ pour des prélèvements globaux de 23,666 km³, chiffres 2006, Aquastat Survey 2008, 2009). Car la réutilisation (moins de 1 km³ par an) et le dessalement (capacité annuelle de 2,6 km³) ne pourront pas combler les déficits en eau souterraine. En plus d'une fragilisation interne, cet épuisement conduira à tendre les relations entre les États de la péninsule arabe. Mais le risque de déstabilisation interne paraît beaucoup plus prégnant que de graves tensions régionales.

Toujours en dehors de l'enjeu de l'aquifère de Disi, un autre sujet focalise l'attention de l'Arabie Saoudite. Il s'agit de celui de l'aquifère de Wajid qui s'étend sur le nord-est du Yémen et le sud-ouest de l'Arabie Saoudite (voir carte). A partir des années 1980, cette réserve d'eau souterraine a fait l'objet d'une surexploitation que l'Arabie et le Yémen ont souhaité réguler. Cette nappe est en effet importante pour le développement des Provinces du sud-ouest du Royaume d'Arabie, qui font l'objet d'une attention toute particulière de la part des autorités saoudiennes. Il s'agit en effet pour Riyad de contrôler et d'endiguer la dérive d'insécurité de son grand voisin du sud qu'est le Yémen.

Difficile en effet de parler management et protection de l'aquifère de Wajid avec le Yémen quand on connaît les divisions tribales et l'instabilité politique que rencontre cet État depuis quelques années.

D'après le « Global Water Security Report » publié par le *National Intelligence Council* américain⁶², ce pays serait par ailleurs le premier au monde à disparaître à cause d'un manque d'eau. Moins de 120 m³ d'eau par habitant et par an sont en effet à constater en termes de ressources dans une ville comme Sanaa, capitale de ce qui fût jadis celle de l'Arabie Heureuse (l'Arabia Felix), mais un pays qui consacre désormais 85 % de ses maigres ressources en eau à la production d'une drogue, le Qat, qui est un des maux qui vient encore un peu plus affaiblir la population yéménite.

Faute de ressources en eau, la fin progressive de cet État semble être déjà programmée, à moins que l'Arabie Saoudite ne se décide stratégiquement – et pour des raisons de sécurité – à l'aider financièrement à la hauteur des problématiques qu'il rencontre. Le Yémen cumule déjà, il est vrai, de nombreux handicaps qui nourrissent son instabilité chronique et qui représentent autant de danger pour le Royaume d'Arabie Saoudite : absence de gouvernance, manque d'investissement dans les infrastructures en général et plus spécifiquement sur l'eau, faiblesse des services publics, pas de vision politique, explosion démographique (taux d'accroissement de la population de 3,4 % et 48 % de sa population est âgée de moins de quinze ans), situation économique et budgétaire très dégradée.

Au cours d'une rencontre qui s'est tenue en mars 2013, les « Amis du Yémen » (*Friends of Yemen*), groupe de contact établi en février 2011 dont le leadership revient au Royaume Uni et à l'Arabie Saoudite, se sont engagés à lui verser une aide de 4

⁶² « Global Water Security », Intelligence Community Assessment, ICA 2012-08, Février 2012.

milliards d'USD. L'objectif de la cinquième réunion du groupe était d'inscrire dans les faits les promesses de dons d'un montant de 7,8 milliards d'USD faites en septembre 2012, pour des projets dans lesquels l'eau aura bien entendu toute son importance.

1.2.4 – Une vision sécuritaire des aquifères comme stockage stratégique dans les Pays du Golfe, et l'ébauche d'une hydro-solidarité régionale

Les pays du golfe Persique dotés de ressources en hydrocarbure placent désormais les aquifères au cœur d'une vision stratégique de leur sécurité hydrique. Malgré une perception « statique » des aquifères, vus comme des stocks pouvant être rechargés après avoir été épuisés, les États du Golfe initient pas à pas une hydro-solidarité régionale.

Leur démarche actuelle répond à la séquence chronologique suivante, développée ci-après :

- ➔ Surexploitation de leurs ressources en eau renouvelable et fossile ;
- ➔ Engouement pour le dessalement qui permet une gestion de l'offre par l'augmentation des volumes d'eau mis à disposition des consommateurs ;
- ➔ La production et la mobilisation de l'eau révèlent des vulnérabilités critiques (pollutions aux hydrocarbures, dégradation volontaire, acte terroriste) ;
- ➔ Perception de la nécessité d'augmenter les réserves d'eau douce. Les aquifères deviennent le pilier de cette nouvelle sécurité hydrique par la recharge artificielle ;
- ➔ Des réseaux enterrés relient les grandes villes à ces nouveaux réservoirs stratégiques. Malgré une vision instrumentale des aquifères, cette vision essentiellement infrastructurelle des enjeux de l'eau permet d'envisager une hydro-solidarité régionale.

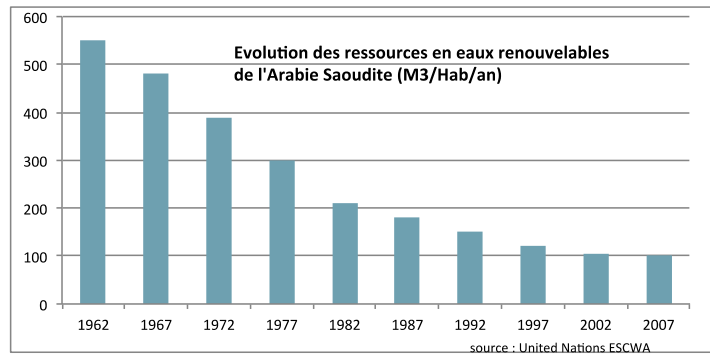
A.– Une gestion de l'offre à outrance, permise par le dessalement

Depuis le début des années 1980, les pays du Conseil de Coopération du Golfe (CCG) ont tous fait des choix politiques et consacré beaucoup d'argent au dessalement, face à l'appauvrissement des ressources, renouvelables ou fossiles, et tout particulièrement de leurs aquifères.

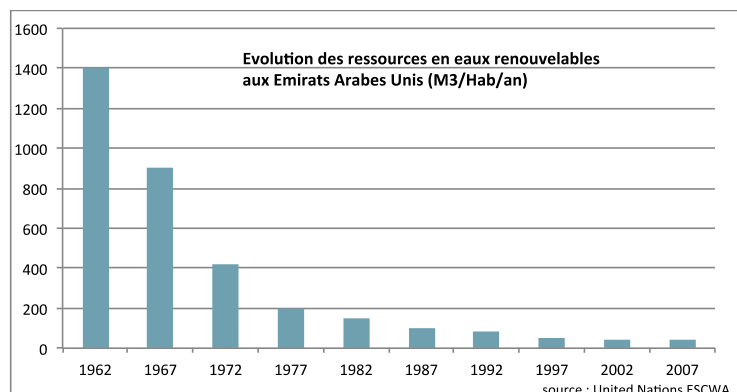
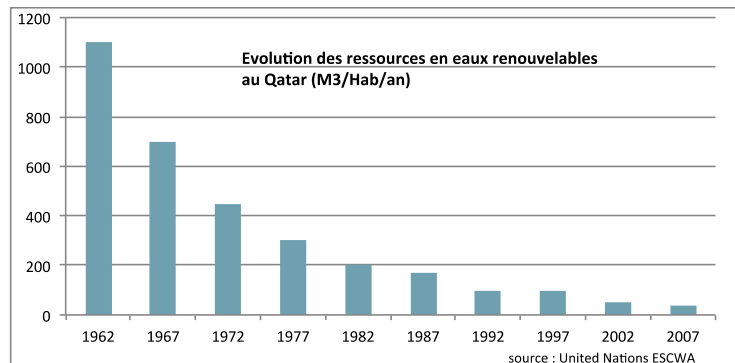
Répondre aux besoins en eau des populations, des secteurs agricoles et industriels quand on ne dispose d'aucun cours d'eau, que les nappes ont atteint leurs limites d'exploitation, et que la pluviométrie est extrêmement faible, n'a pu être possible au moins provisoirement qu'en raison des opportunités offertes par les technologies du dessalement. En vingt ans, celles-ci ont atteint leur seuil de maturité, permettant à des pays comme le Qatar de ne dépendre que de ses deux usines, pour 99 % de sa production d'eau douce, ou à une ville comme Riyad de recevoir toujours plus d'eau dessalée en provenance de la côte est du Royaume d'Arabie Saoudite.

50 % de l'alimentation en eau de la capitale saoudienne se fait en effet grâce à l'acheminement, sur quatre cents kilomètres, d'eau dessalée à partir des sites de production de Khobar. Ce chiffre est appelé à augmenter, car il faut aller pomper toujours plus loin et plus profond pour capter des eaux souterraines. 200 puits installés

dans un rayon de 250 kilomètres autour de Riyad remontent ainsi de l'eau saumâtre située entre 400 et 2 400 mètres de profondeur⁶³.



Le dessalement a donc rendu résoluble une équation particulièrement complexe en Arabie Saoudite, mais également dans d'autres pays membres du Conseil de Coopération du Golfe, dont les Émirats Arabes Unis, qui regroupent après le Royaume d'Arabie Saoudite, les deuxièmes capacités installées de production d'eau dessalée au monde. Aux Émirats, mais encore au Qatar, force est en effet de constater un appauvrissement particulièrement similaire – voire encore plus prononcé – que celui de l'Arabie Saoudite en termes de ressources renouvelables, comme le soulignent les deux graphiques ci-après.



⁶³ « Des puits pas comme les autres », Dossier spécial Arabie Saoudite, *magazine Planet*, publication interne au groupe Veolia Environnement, Mai 2013.

Fort heureusement pour les États du Golfe, le dessalement permet encore de répondre à ces enjeux stratégiques : soutenir leur croissance, satisfaire les besoins en eau de leur secteur énergétique et de leurs populations. Pour cela, le dessalement doit maintenir un prix de revient attractif, gage de sa durabilité. Dans le monde, le coût de traitement des eaux salées et saumâtres n'est plus aujourd'hui que de deux à trois fois supérieur à celui des eaux douces de surface, en fonction de la salinité de l'eau et de la taille des installations. Il y a vingt ans, dans le Golfe, dessaler un mètre cube d'eau de mer coûtait entre 5 et 10 dollars US. Grâce à l'osmose inverse ; ce prix oscille maintenant entre 0,8 et 1 dollars⁶⁴.

Une baisse sur les prix est cependant encore attendue avec l'utilisation prometteuse de l'énergie solaire pour dessaler l'eau de mer, en particulier au Moyen-Orient. Les projets expérimentaux abondent en effet pour profiter du formidable potentiel de l'énergie solaire dans une région du monde qui est la plus apte à capter le potentiel de radiation du soleil. KAUST (*King Abdulaziz University for Science and Technology*) coordonne ainsi la *King Abdullah Initiative for Solar Desalination* qui vise, en phase initiale, une capacité d'eau dessalée de 30 000 m³/jour produite grâce à la seule énergie solaire à partir du site d'Al Khafji. Cette phase devant être accomplie fin 2013, la suite attendue doit viser une capacité de production journalière de 300 000 m³/jour à partir du seul soleil.

L'objectif est que toute nouvelle station de dessalement du pays fonctionne à terme à l'énergie solaire ; ambition affichée par le Royaume d'Arabie Saoudite, bien décidé à diminuer l'empreinte énergétique de ses stations de dessalement dont il a tant besoin, et à faire encore baisser le coût de l'énergie dans la production d'eau dessalée.

Souvent concurrent de l'Arabie Saoudite en matière d'innovation pour sa propre sécurité nationale, le Qatar est un pays également à la recherche des bienfaits de technologies associant énergie solaire et dessalement. Ainsi, comme l'a souligné Fahad al-Attiya, Chairman du *Qatar National Food Security Programme* lors de l'*Abu Dhabi International Water Summit*, le Qatar envisage de produire 1,8 GW à partir de l'énergie solaire à horizon 2024. Cette énergie solaire sera destinée à alimenter des capacités de dessalement pour produire 3,5 millions de m³/jour d'eau douce ; demande qui est estimée nécessaire pour satisfaire durablement les besoins en eau du Qatar pour les secteurs alimentaire, domestique et industriel, et qui correspondent à trois fois ses capacités actuelles de production⁶⁵.

Mais le dessalement ne peut être la seule voie de salut des pays du Golfe en matière de production d'eau douce.

D'abord parce qu'il coûte encore cher en énergie, et ce, même pour des pays dont les sous-sols regorgent encore – mais jusqu'à quand – de pétrole et de gaz. La consommation énergétique globale, comprenant les besoins du dessalement, représente ainsi un sixième de la production annuelle de l'Arabie Saoudite comme l'a signalé le Prince Turki Saud Mohammed Al-Saoud, Vice-Président de KAUST, lors de l'*Abu Dhabi International Water Summit* de janvier 2013. Pour produire 5,5 millions de m³/jour

⁶⁴ « La mer à boire, nouveau filon pour les industriels français ». Interview de JM. Herrewyn, Directeur général de Veolia Eau, *Le Monde*, 19 décembre 2012.

⁶⁵ « Building sustainable future: Qatar's vision for food security », Fahad bin Mohammad Al-Attiya, Executive chairman, Qatar National Food Security Programme, Présentation au Board du World water Council, Doha, Juin 2012.

d'eau douce à partir du dessalement (représentant les deux tiers de la consommation journalière du pays), la *Saline Water Corporation* saoudienne a besoin de l'équivalent de 350 000 barils de pétrole par jour, qui lui est de plus vendu à un prix bien en deçà de ceux du marché international (il est question d'une division par près de 100 !), ce qui représente un manque à gagner important pour l'État Saoudien.

Ensuite, il est un sujet majeur pour les États du Golfe, c'est celui de la sécurité et de la vulnérabilité de leurs stations de dessalement, pourtant si essentielles. Les stations sont en effet très vulnérables en cas d'accident sur un rig (plate-forme) d'exploration/production, ou d'une collision entre navires transportant du pétrole brut ou des substances chimiques. La pollution dans le Golfe du Mexique, occasionnée par BP en 2010, est en effet désormais ancré dans les mémoires des dirigeants des pays membres du Conseil de Coopération du Golfe, même si celle-ci s'est déroulée très loin de leurs côtes.

Mais, ce qui inquiète les États du Golfe porte davantage sur un scénario type attentat ou sabotage.

Un rapport écrit en 1998 par un officier de l'*US Air Command and Staff College*, l'école d'état-major de l'*US Air Force*⁶⁶, mettait déjà clairement en perspective la possibilité d'un scénario de ce type en Mer d'Arabie. Son analyse se basait sur l'étude de faits antérieurs remontant à la guerre du Golfe de 1991.

A cette époque, l'Arabie Saoudite et Bahreïn avaient en effet dû envisager de fermer certaines de leurs stations comme Ras Al-Khafji, Al-Jubail et Al-Khobar devant la propagation d'une marée noire délibérément provoquée par les forces irakiennes. Le 20 janvier 1991, cinq tankers avaient en effet déchargé dans le port koweïtien de Mina Al-Ahmadi près de 3 millions de barils de pétrole brut. Dans le même temps, une conduite sous-marine avait également déversé son contenu en mer, à 10 miles des côtes du Koweït.

Plus de vingt ans sont passés depuis les événements consécutifs à l'opération Tempête du désert, mais ce scénario ne serait-il pas à nouveau envisageable si l'Iran était amené à punir ses éternels rivaux sunnites, en réponse à leur politique étrangère, ou pour donner un signal fort à l'Occident afin de montrer que Téhéran dispose d'un réel pouvoir de nuisance en Mer d'Arabie ?

B.– De l'importance du stockage stratégique : l'intérêt renouvelé porté aux aquifères

Face à ce scénario désastreux, les États du Golfe les plus concernés par les problématiques de sécurité et les plus conscients de leur vulnérabilité en termes de production d'eau dessalée, se sont lancés dans une course contre la montre afin de se doter de réserves stratégiques en eau douce.

La première raison à cela est que certains États n'ont pas le choix, car ils sont confrontés pour l'heure au dilemme suivant : deux jours de réserves en eau pour le Qatar, comme pour Bahreïn ; trois jours pour les Émirats et l'Arabie Saoudite ; cinq pour le Koweït⁶⁷.

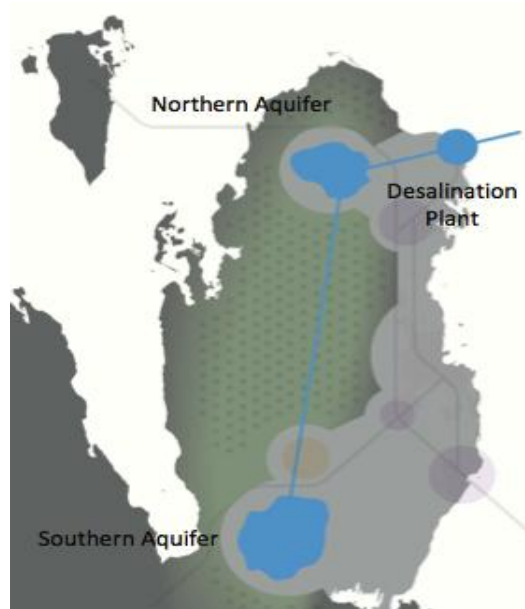
⁶⁶ « The threat of intentional oil spills to desalination plants in the Middle East: a US security threat », Major James E. Lovell, USAF, Avril 1998.

⁶⁷ Cité dans « Aquifer storage and recovery (ASR): a strategic cost-effective facility to balance water production and demand for Sharjah », Asam Almullaa, Ahmad Hamadb, Mohamed Gadallab, Sharjah Electricity and Water Authority, et School of Engineering, American University of Sharjah, Desalination, 2004. Voir également sur le

Parmi les solutions d'urgence à mettre en œuvre, il est désormais question de se réappropriar les aquifères, après les avoir négligés (ou surexploités !) des années durant, au profit de ressources alternatives, comme si la disparation des nappes souterraines était devenue un phénomène écrit et inexorable.

Les Émirats Arabes Unis ont ainsi par exemple fait le choix de la recharge artificielle de nappes, ou ASR (*Aquifer Storage Recovery*). Ils souhaitent profiter de la géologie pour injecter et garder prisonnière une quantité d'eau estimée 26 millions de m³, qui sera de l'eau douce obtenue à partir de dessalement et ainsi réinjectée. Un appel d'offres a ainsi été lancé en octobre 2010, pour un coût estimé de 476 millions de dollars⁶⁸. L'analyse de faisabilité a en effet montré qu'il était possible d'injecter de l'eau dessalée à très grande profondeur et de la stocker dans les aquifères à deux endroits du territoire émirati, sans en altérer la qualité et la quantité⁶⁹.

Figure n° 8 – NOUVELLE USINE DE DESSALEMENT ET RECHARGE ARTIFICIELLE DE NAPPES AU QATAR POUR RÉPONDRE À UNE DEMANDE DE 3,5 MILLIONS M³/JOUR À HORIZON 2025.



Le Qatar est sur la même longueur d'onde en souhaitant réinjecter de l'eau douce dans ses nappes. Il étudie ainsi la possibilité de recharger artificiellement son aquifère Nord, à partir d'eau dessalée. Une nouvelle station de dessalement viendrait à la fois rendre possible la fourniture d'encore plus d'eau douce dans le réseau, mais également permettre, avec le temps, de recharger une nappe phréatique épuisée.⁷⁰

sujet : « Strategic Water Reserve: New Approach for Old Concept in GCC Countries », Dr. Mohamed A. Dawoud, Manager, Water Resources Department, Environment Agency.

⁶⁸ Erika Salomon, « Abu Dhabi protecting water supply from regional threats », *Washington Post*, 9 janvier 2011.

⁶⁹ Tamsin Carlisle, « Abu Dhabi prepares strategic water reservoir », *The National*, 6 décembre 2010.

⁷⁰ « Building a sustainable future: Qatar's vision for food security », Presentation de S.E. Fahad al-Attiya, Chairman du Qatar National Food Security Programme (QNFSP), lors du board des gouverneurs du Conseil Mondial de l'Eau, Doha, Juin 2012.

Le Qatar a par ailleurs choisi d'investir près de 2 milliards de dollars pour son *Water Security Mega Reservoirs Project*. Celui-ci prévoit la construction d'énormes capacités de stockage d'eau douce permettant à l'Émirat de passer de deux à sept jours de réserves, si les stations de dessalement, dont dépend à 99 % l'État pour son alimentation en eau, étaient dans l'impossibilité d'assumer leur rôle. Ce projet comprendra cinq méga réservoirs et près de 200 km de conduites intelligentes couplées à des stations de pompage, qui sont les compléments essentiels au stockage stratégique.

C.– Sécurité hydrique ou hydraulique ? L'infrastructure comme vision stratégique

La sécurité hydraulique des pays du Golfe passe également par les infrastructures hydrauliques enterrées, qui permettront de recharger les aquifères, d'alimenter les réservoirs stratégiques artificiels, et de continuer à fournir de l'eau aux villes depuis les stations de dessalement localisées sur les côtes.

Pour alimenter en eau ses 4,5 millions d'habitants et dont les projections atteignent 8 millions en 2020, Riyad, située en plein désert et à 900 mètres l'altitude, n'a ainsi pas d'autres choix que de tripler ses canaux d'alimentation : les *water transmission systems*, qui permettent d'acheminer l'eau dessalée de la côte Est de l'Arabie sur plus de quatre cents kilomètres à grand renfort d'énergie pour en assurer le pompage.

Jusqu'à présent, deux lignes de transfert permettaient d'alimenter Riyad en eau :

- ➔ les lignes A et B, entrées en opération en 1983 et connues sous le nom de "*Riyadh Water Transmission System*", transportent environ 830 000 m³ d'eau dessalée par jour en provenance de la station de dessalement de Jubail à travers 466 km et six stations de pompage ;
- ➔ la ligne C, entrée en opération en 1995, et connue sous le nom de "*Riyadh Water Transmission System, Line C*", transporte à elle seule 380 000 m³ d'eau dessalée par jour également en provenance de Jubail sur une distance de 390 km à travers quatre stations de pompage.

Mais afin de sécuriser encore l'alimentation en eau de la capitale saoudienne, et de répondre à toute éventualité ou contingence sur la station de Jubail (en raison d'une pollution marine, d'une casse ou d'un acte de sabotage), il a été décidé d'adjoindre à ces deux transferts, qui sont déjà parmi les plus longs au monde, une troisième conduite.

Celle-ci reliera la nouvelle station de dessalement de Ras Al-Khair (également appelée Ras Azzour), destinée à doubler la capacité d'alimentation en eau de Riyad de 1,6 million à 2,4 millions m³/jour, par une conduite à même de transporter 950 000 m³/jour à travers trois stations de pompage sur une distance de 460 km.

Figure n° 9 – LES WATER TRANSMISSIONS SYSTEMS SAOUDIENS



Un projet titanesque qui a pour but de répondre aux impératifs de sécurité hydraulique du centre de décision politique du Royaume d'Arabie Saoudite, contre toute éventualité dans la zone du golfe Persique.

D.- Une hydro-solidarité par l'infrastructure ?

Cependant, au delà des sujets d'inquiétude et des antagonismes – réels ou potentiels – décrits précédemment, l'heure est également au développement d'un principe d'hydro solidarité en cas de situation d'urgence rencontrée par l'un des pays membres du Conseil de Coopération du Golfe.

A l'image d'un *power grid*, vaste réseau de distribution électrique à l'échelle régionale, il ne serait ainsi pas étonnant que puisse être progressivement mis en place un *water grid* entre pays membres du Conseil de Coopération du Golfe. A l'image de l'Europe dont l'unité est née avec la CECA (Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier), deux matières essentielles qui avaient abouti à deux conflits ravageurs sur le sol européen, l'eau pourrait ainsi devenir un facteur d'unification entre pays du Golfe.

Confrontés à la même rareté des ressources en eau et à la même vulnérabilité des stations de dessalement qui viennent pallier la disparition progressive de leurs eaux souterraines, les pays membres du Conseil de Coopération du Golfe pourraient ainsi aboutir à un accord qui serait une première dans la région.

Un pays comme le Qatar pourrait en effet être à terme secouru en eau par l'Arabie Saoudite, par une conduite terrestre d'urgence venant se connecter à son réseau national.

Dans le même ordre d'idée, la technologie permettant maintenant de déployer une conduite sous-marine par bateau comme le montrent les recherches et les projets menés par Via Marina, filiale du groupe Vinci, il pourrait également être question d'alimenter

l'État du Qatar par un pipe sous-marin activable en cas de situation critique depuis l'État du Bahreïn voisin. Des études sur les interconnexions d'urgence sont en cours. Elles ont été confiées à des cabinets d'ingénierie européens, comme le français Artelia.

Toutes ces idées sont actuellement portées par l'*Emergency Response Committee* mis en place par les directeurs d'exploitation des principales sociétés d'eau des pays membres du Conseil de Coopération du Golfe, et actuellement présidé par le représentant de la *Qatar Electricity and Water Company*, autrement appelée Kahramaa.

L'hydro solidarité semble donc être un principe en marche dans les pays du Golfe, tout en étant, qui plus est, un facteur certain d'unité politique. Ce principe doit certes pouvoir s'appliquer sur la gestion des situations d'urgence, mais aussi – et surtout – sur la prévention et l'usage raisonnés des aquifères transfrontaliers.

1.3 – Les aquifères de Judée, de Samarie et de Gaza

1.3.1 – Incertitudes et confidentialité des données disponibles

Israël et l'Autorité palestinienne partagent deux systèmes aquifères principaux. Le premier est l'aquifère côtier (Gaza), le second (appelé Aquifère de la Montagne) recoupe la majeure partie de la Cisjordanie, et se compose de trois entités : un aquifère occidental, un aquifère oriental, et l'aquifère nord-oriental.

L'aquifère côtier constitue l'essentiel de la ressource en eau de la bande de Gaza et de son 1,6 million d'habitants. Cet aquifère suit la côte méditerranéenne sur 150 km. 80 % de sa surface (1 800 km²) est sur le territoire israélien. Si le contexte politique ne favorise pas l'échange de données, des sources d'information convergent⁷¹ pour estimer les apports de l'aquifère côtier à environ 500 millions de m³ par an, près de la moitié découlant d'une recharge par les précipitations (240 millions de m³), le reste des compléments en eau provenant de retours d'irrigation, de la recharge artificielle ou d'apports souterrains externes. L'état de ce aquifère est doublement préoccupant, qu'il s'agisse de sa surexploitation, ou de la qualité de ses eaux.

Les prélèvements annuels sont estimés entre 600 millions et 650 millions de m³, dont 475 millions de m³ pour Israël. La surexploitation s'élève ainsi à au moins 100 millions de m³ par an, provenant très probablement d'intrusions⁷² d'eau de mer. A Gaza, 70 % de l'aquifère est constitué d'eau saumâtre, et seul 5 à 10 % des eaux n'aurait pas une teneur en sel excessive pour la consommation humaine. Cette nappe phréatique (aquifère peu profond) est facilement accessible, mais également hautement vulnérable aux pollutions diverses. Or, en plus de l'eau de mer, l'aquifère côtier subit massivement des rejets domestiques, agricoles et de la petite industrie. Si en théorie 60 % des eaux usées de Gaza sont collectées dans un réseau d'assainissement, leur traitement est partiel, du fait à la fois du sous-dimensionnement des infrastructures d'épuration et des pannes de

⁷¹ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux*, août 2011, 148 p.

⁷² Dans les systèmes aquifères littoraux (ou dans le cas d'aquifères de différentes profondeurs et dont la teneur en sel de l'eau varie), les intrusions d'eau salée résultent de leur exploitation excessive. Le niveau de l'eau de mer peut ainsi augmenter en réaction à un fort pompage (au cône de dépression à l'endroit du forage peut répondre un cône d'ascension plus en profondeur, faisant remonter des eaux plus salées). De manière plus générale, l'eau de mer viendra compenser naturellement le déficit de niveau de la partie la moins salée (et exploitée) d'un système aquifère.

longue durée de ces dernières (l'importation de pièces de rechange nécessite l'approbation des autorités israéliennes). Le reste des eaux usées est épandu, y compris dans des zones non agricoles, ce qui accroît la pollution et la contamination des sources d'eau à destination de la consommation humaine.

Figure n° 10 – CARTE DES AQUIFÈRES PARTAGÉS ENTRE ISRAËL ET L'AUTORITÉ PALESTINIENNE⁷³



⁷³ ZEITOUN Mark, MESSERSCHMID Clemens, ATTILI Shaddad, « Assymmetric Abstraction and Allocation: The Israeli-Palestinian Water Pumping Record », *Ground Water*, Vol. 47, n°1, janv.-fév. 2009, pp. 146-160.

L'Aquifère de la Montagne, d'une superficie de 18 000 km², a également des extensions en Égypte (ce que la carte ne montre pas). Il s'étend ainsi de Jénine au nord jusqu'au Sinaï, et est limité à l'ouest par la plaine côtière en Israël, et par la vallée du Jourdain et son exutoire, la mer Morte, à l'est. Le tableau n°4 regroupe les données, à partir de différentes sources, des flux de recharge et de l'exploitation des trois sous-ensembles.

Tableau n° 4 – RECHARGE ET PRÉLÈVEMENTS DES AQUIFÈRES PARTAGÉS ENTRE ISRAËL ET L'AUTORITÉ PALESTINIENNE

| Données ⁷⁴ | Usages israéliens | | Usages palestiniens | | Unité : millions de m ³ | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------|---------------------|--------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-------------|------------|-----------------------------------|
| | Oslo II | | Autres données | | Oslo II | | Autres données | | Autres données | | | |
| | Puits | Sources | Puits | Sources | Total Prélevements | Potentiel Estimé | Reste pour Palestiniens | Total Prélevements | Recharge Potentielle | Bilan | | |
| Aquifère Occidental | 340 | | 388 | 20 | 2 | 23-62 | 362 | 362 | 0 | 411 | 317-366 | déficit |
| Aquifère Nord-Oriental | 103 | | 133-147.1 | 25 | 17 | 33-36.9 | 145 | 145 | 0 | 166-184 | 130-200 | déficit |
| Aquifère Oriental | 40 | | 127.7-132.9- | 24 | 30 | 70-71.9 | 94 | 172 | 78 | 197.7-204.8 | 95-155-237 | Surplus variable |
| Aquifère côtier | Non concerné | | 476-490 | Non concerné | | 125-154.1 | Non concerné | | | 600-630 | 480-500 | Déficit (comblé par l'eau de mer) |

- ⇒ L'aquifère Occidental (*Western aquifer* sur la carte) bénéficie des plus grandes ressources renouvelables, et représente la plus grande partie de l'Aquifère de la Montagne (14 000 km²). Si ses eaux sont plutôt de bonne qualité, « les niveaux de l'aquifère sont sensibles aux conditions de recharge et d'exploitation, et fluctuent d'environ 1,5 à 2,5 mètres par an⁷⁵ ».
- ⇒ L'aquifère Oriental (*Eastern aquifer* sur la carte) correspond au versant est de la Cisjordanie. Si la majorité de ses flux vont vers l'est, sa structure géologique complexe (nombreuses failles) dis-connecte les différentes couches de cet aquifère.
- ⇒ L'aquifère Nord-Oriental (*NorthEastern aquifer* sur la carte) forme un triangle inversé au nord des deux précédents aquifères, dont la pointe serait Naplouse et

⁷⁴ Les données dites « Oslo II » proviennent de l'annexe III de l'accord israélo-palestinien de 1995, Schedule 10 (lié à l'article 40 sur l'eau). <http://www.mfa.gov.il/MFA/ForeignPolicy/Peace/Guide/Pages/THE%20ISRAELI-PALESTINIAN%20INTERIM%20AGREEMENT%20-%20Annex%20III.aspx#app-40>

La référence à « Autres données » reprend les intervalles haut et bas synthésisés dans trois documents : Banque mondiale, « West Bank and Gaza. Assessment of restrictions on palestinian water sector development », Report n° 47657-GZ, Sector Note, Avril 2009, 154 p., BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux*, août 2011, 148 p. et BROOK David B., TROTTIER Julie, *An agreement to share water between Israelis and Palestinians: the FoEME Proposal*, EcoPeace / Friends of the Earth Middel East, mars 2012, 152 p. – [http://foeme.org/uploads/13411307571~%5E\\$%5E~Water_Agreement_FINAL.pdf](http://foeme.org/uploads/13411307571~%5E$%5E~Water_Agreement_FINAL.pdf)

⁷⁵ Ibid.

dont la base passerait à Jénine. L'agriculture y bénéficie de conditions plutôt favorables (déclivité, précipitations, fertilité de la terre) en comparaison à d'autres régions d'Israël. Mais la qualité de ces eaux souterraines décroît. La surexploitation sur le territoire israélien provoque des remontées d'eau salée située en profondeur, ce qui accentue la salinité de cette partie de l'aquifère. A cela s'ajoute les rejets agricoles et domestiques.

1.3.2 – Asymétries et aquifères

Les Accords d'Oslo du 28 septembre 1995 (dits « Oslo II ») constituent le dernier document signé par Israël et l'Autorité palestinienne traitant du partage de l'eau. Si les Israéliens reconnaissent à cette occasion pour la première fois des droits d'eau palestiniens, de nombreuses restrictions ou interprétations en restreignent la portée.

➔ Tout d'abord, les eaux du Jourdain (et de surface en général) et de l'aquifère côtier sont exclues de l'Accord. La Cisjordanie est pourtant riveraine du cours principal du fleuve, et la Bande de Gaza appartient à l'aquifère côtier.

➔ Ensuite, les négociations se basent sur des données hydrologiques essentiellement israéliennes, et qui ne laisseront au final que peu de place au développement futur de la Cisjordanie. Comme l'illustre le tableau précédent, les aquifères Occidentaux et Nord-Orientaux apparaissent comme étant déjà exploités à leur maximum, et très majoritairement par Israël (respectivement à 94 % et 71 %). Or Oslo II entérine les consommations actuelles, ce qui fige pour l'avenir l'évolution des consommations des deux protagonistes. Seule une marge d'exploitation de 78 millions de m³ est identifiée dans l'aquifère oriental. Or, en comparaison avec l'aquifère occidental, les eaux de l'aquifère oriental s'avèrent d'une qualité plus inégale (beaucoup plus saline dans certains secteurs), et surtout plus difficile à exploiter (profondeur supérieur, coût de forage et d'exploitation supérieur...).

➔ Oslo II instaure une quasi-tutelle de la gouvernance des aquifères en Cisjordanie. La création de la *Joint Water Commission* (JWC) conduit indirectement à un contrôle de toute nouvelle infrastructure (station d'épuration, forages, puits...) palestinienne en Cisjordanie. Ainsi, comme la règle du consensus prévaut à la JWC et que cette dernière n'est compétente que pour les Palestiniens (les colonies sont exclues de son champ), cela confère *de facto* un droit de veto non réciproque aux autorités israéliennes. Rappelons que dans le cadre d'Oslo II, la Cisjordanie est divisée en trois zones. Les deux premières (A et B), correspondant aux grandes villes palestiniennes et certains villages, sont sous l'autorité palestinienne presque totale (zone A) ou partielle (zone B). La zone C, représentant 73 % du territoire de la Cisjordanie et intégrant les colonies, demeure sous administration israélienne. Or, toute action (construction, réparation...) sur des infrastructures hydrauliques destinées aux zones A ou B, à partir du moment où elle a un lien avec la zone C, doit être préalablement approuvée par la JWC via une procédure lourde. La zone C recoupant les trois-quarts de la Cisjordanie, l'essentiel des aménagements palestiniens relatifs à l'eau douce la traverse ou la concerne, et est contrôlé par les Israéliens⁷⁶.

⁷⁶ Pour plus de précisions sur les blocages diverses et lourdeurs administratives (israéliennes et palestiniennes) qui entravent la gestion de l'eau dans les territoires palestiniens, voir : Banque mondiale, « West Bank and Gaza. Assessment of restrictions on palestinian water sector development », Report n° 47657-GZ, Sector Note, Avril 2009, 154 p.

➔ Oslo II n'aborde pas la question de la propriété de l'eau, cette dernière étant liée à l'enjeu plus controversé de la souveraineté (sur les terres, sur l'eau). De fait, la partie israélienne reconnaît des droits d'usage (différence dans le droit anglo-saxon entre *the right to use* et *the right to own*) aux Palestiniens. De manière plus générale, « *la paix ne se réalise pas par l'accord [Oslo II] sur les questions de base qui constituent le cœur du conflit (la souveraineté, la terre, Jérusalem, les réfugiés, la création d'un État national palestinien), permettant par la suite le développement pacifique de relations de coopération économique entre les peuples en conflit : elle résulte d'abord de la mise en place de mécanismes économiques de coopération, la solution des questions litigieuses étant remise à plus tard*⁷⁷ ».

Malgré des blocages politiques de fond, des obstacles amenés par l'instrument juridique et par la mise en place de la *Joint Water Commission*, plusieurs enjeux relatifs aux eaux souterraines s'imposent déjà aux deux riverains. Le caractère transfrontalier de ces aquifères pourrait inciter au minimum à une coordination des actions préventives et curatives.

Le premier de ces enjeux est le contrôle des pollutions domestiques (eau usée, déchets), qui altèrent durablement la qualité des eaux souterraines partagées, et compromettent à la fois la santé des populations et la fertilité des zones agricoles. Un assainissement absent ou défaillant caractérise aussi bien les Palestiniens ou les colons de Cisjordanie. L'absence de coordination dans la collecte et le stockage des ordures favorise les mauvaises pratiques (décharges improvisées, pas de tri spécifique pour les déchets industriels), et au final la pollution des aquifères par des infiltrations à partir de la surface (nitrates à Gaza par exemple, en plus de l'usage d'engrais). La petite industrie déverse également des résidus chimiques, voire des métaux lourds (métiers liés à la tannerie, à la transformation des métaux...).

Le deuxième enjeu est quantitatif. Les chiffres servant de base à Oslo II semblent sous-estimés, ce qui signifie que l'exploitation des eaux souterraines (hormis sans doute l'aquifère oriental) dépasse leur recharge (naturelle, eau de drainage, etc.). Au-delà de coûts d'exploitation, la surexploitation contribue également à la dégradation de la qualité de la ressource. La hausse de la salinité des aquifères peut ainsi provenir d'intrusions d'eau de mer, d'eau salée profonde, ou des techniques de recharge et d'irrigation.

Une étape a été déjà accomplie par les Israéliens par la reconnaissance de droits d'eau palestiniens, bien qu'il ne s'agisse pas d'un « droit à l'eau » plus général. Aujourd'hui, les besoins sont infrastructurels (assainissement), de gestion (organisation de la récupération des ordures, contrôle des rejets industriels), informationnels (amélioration de la connaissance, mise en réseau et partage, modélisation). Le renforcement des capacités de gouvernance passe pour les Palestiniens par un meilleur équilibre entre la nécessité d'un contrôle des usages plus centralisé et l'actuelle autonomie relative des communautés villageoises et syndicats d'irrigants. Enfin, une gestion conjointe et durable passe par une atténuation des asymétries entre Israël et les territoires palestiniens pour permettre un partage plus équitable et raisonnable de l'eau, au sens du droit

⁷⁷ CORM Georges, *Le Proche-Orient éclaté (1956-2003)*, Paris, 3^{ème} édition, Gallimard, 2003, cité par BERTHELOT Pierre, *Le Jourdain entre guerre et paix Approches historiques, géopolitiques et juridiques*, Pessac, Presses universitaires de Bordeaux, 2013, 455 p.

international de l'eau douce⁷⁸ (Convention des Nations-Unies de 1997). Un mécanisme au moins bilatéral de concertation et de règlement des différends, qui supplanterait l'actuelle *Joint Water Commission*, apparaît aussi nécessaire qu'utopique au regard de la polarisation politique actuelle entre les deux riverains.

1.4 – Nubian Sandstone Aquifer system (NSAS)

1.4.1 – De gigantesques volumes d'eau fossile

Principal système d'eau souterraine de l'Afrique du nord-est, l'aquifère des grès de Nubie s'étend sur près de 2,17 millions de km², en Libye (754 088 km²), en Égypte (815 670 km²), au Tchad (232 980 km²) et au Soudan (373 100 km²)⁷⁹. La partition du Soudan n'ajoute pas un nouvel État riverain à ce système aquifère. Le NSAS se partage en deux composantes principales. Le système aquifère du Nubien (NAS) est le plus ancien et le plus étendu, à la frontière entre ces quatre États (partie sud dans la carte suivante), où il affleure. Il est ensuite recouvert dans sa partie nord par le système des aquifères Post Nubiens (PNAS), partagé par la Libye et l'Égypte (partie nord sur la carte suivante).

Les volumes d'eau stockée, que ce soit dans l'absolu (542 000 km³, Margat 2008) ou uniquement ceux estimés exploitables, sont gigantesques.

Tableau n° 5 – VOLUMES EXPLOITABLES⁸⁰ DU NSAS POUR CHAQUE ÉTAT RIVERAIN

| UNITÉ : KM ³ | MARGAT JEAN, 2008 (DONNÉES 2000) | BRGM/AFD 2011 ⁸¹ |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Libye | 4 850 | 5 920 |
| Égypte | 5 367 | 5 180 |
| Tchad | 6 500 | 1 630 |
| Soudan | 15 300 | 2 610 |
| Total | 32 017 | 15 340 |

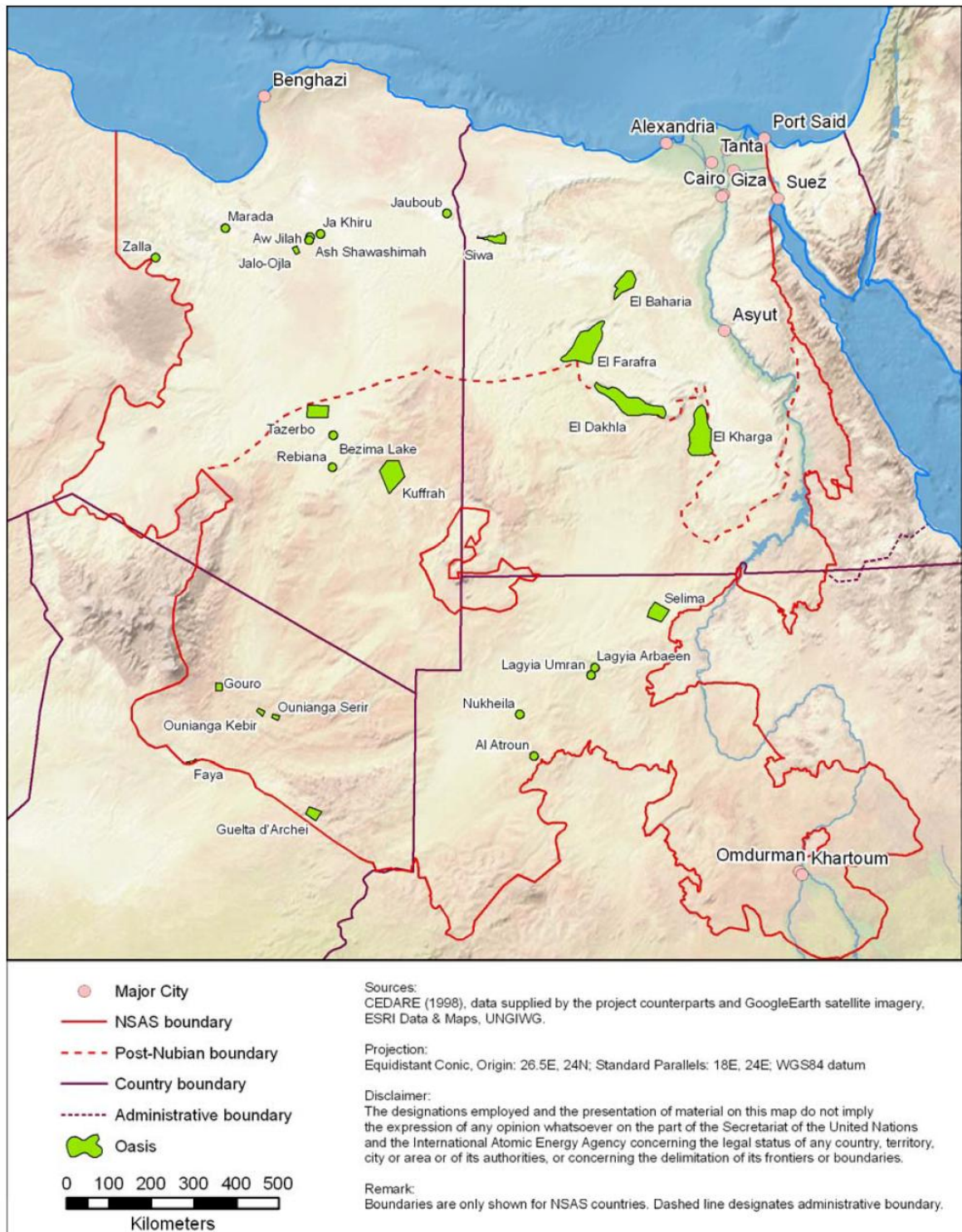
⁷⁸ Convention des Nations-Unies de 1997, Projet de Convention sur « le droit des aquifères transfrontières » de 2008, cf. 3^{ème} partie.

⁷⁹ Voir BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie I – Constat préliminaire – Analyse générale*, août 2011, 101 p. et SALEM Omar, Philippe, « Nubian Sandstone Aquifer System », in ISARM-AFRICA, *Managing shared Aquifer resources in Africa*, Paris, Unesco, IHP-VI, Series on Groundwater, n°8, 2004, 228 p.

⁸⁰ Ces volumes, quoique gigantesques, sont légèrement en retrait d'une première évaluation réalisée par l'Ifad et le CEDERA : Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe, International Fund for Agricultural Development, *Regional Strategy for the Utilization of the Nubian Sandstone Aquifer System, 1997/1998 – 1998/1999* – <http://water.cedare.int>

⁸¹ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, 2011, *op. cit.*

Figure n° 11 – SYSTÈME AQUIFÈRE DES GRÈS DE NUBIE (NSAS)⁸²

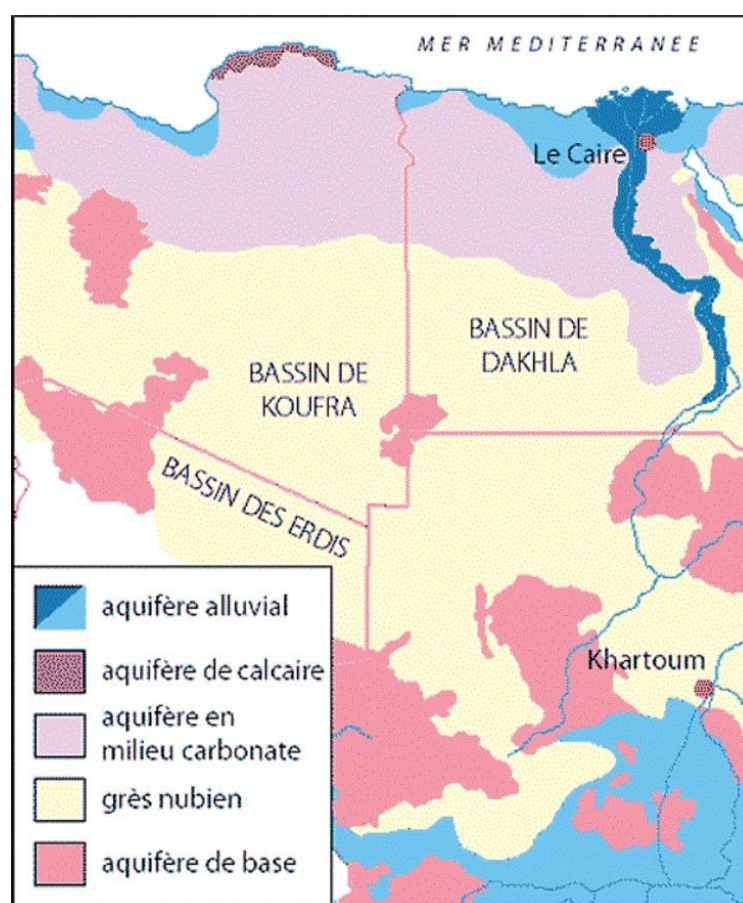


⁸² AIEA, *Regional Shared Aquifer Diagnostic Analysis for the Nubian Sandstone Aquifer System*, 24 septembre 2010, 2nd draft report, 85 p. – <http://iwlearn.net/iw-projects/2020/reports/regional-shared-aquifer-diagnostic-analysis-for-the-nubian-sandstone-aquifer-system>

La qualité de l'eau est excellente dans la partie sud de l'aquifère (NAS), mais présente de forts taux de salinité dans sa partie nord (PNAS). Le volume d'eau de bonne qualité, hors des nappes polluées par le sel, demeure cependant très élevé⁸³ : 373 000 de km³.

L'aquifère des grès de Nubie est le principal et plus profond système d'eau souterraine partagé entre la Libye et l'Égypte. Mais il existe d'autres systèmes aquifères, renouvelables (par exemple pour ceux dits alluviaux) contrairement au NSAS, et qui sont localisés généralement au-dessus de ce dernier.

Figure n° 12 – AQUIFÈRES À EAU RENOUVELABLE ET NON-RENOUVELABLE PARTAGÉS ENTRE LA LIBYE, L'ÉGYPTE, LE SOUDAN ET LE TCHAD⁸⁴



L'exploitation du NSAS s'élevait à 2,17 km³ par an au début des années 2000. Ces chiffres sont cependant d'une fiabilité relative (sous-estimés en Égypte, surestimés en Libye) tant l'eau devient un sujet stratégique et politique dans ces pays. L'AIEA, dans le cadre de son programme sur le NSAS, estime que les prélèvements pourraient dépasser annuellement les 5 km³ dans une période de 50 à 100 ans⁸⁵. Les volumes prélevés par les différents pays sont présentés dans le tableau suivant (Margat 2008).

⁸³ BAKHBAKHI Mohamed, « Nubian Sandstone Aquifer System », in FOSTER Stephen, Loucks Daniel P. (dir.) *Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*, Paris, IHP-VI, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p.

⁸⁴ Source : CEDARE (Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe) – <http://acces.ens-lyon.fr/eduterre-usages/ressources/scenarioeau/moyen-orient-images/aquiferes.jpg>

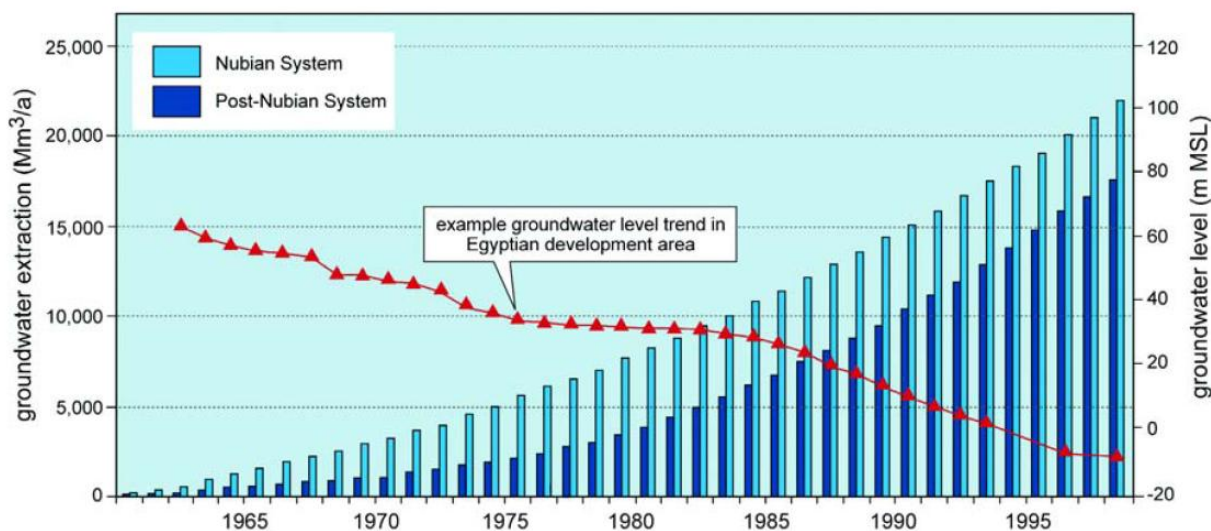
⁸⁵ AIEA, *The Nubian Aquifer Project. Irrational use*, page internet disponible : http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_projects_nubian_irrational.html

Tableau n° 6 – PRÉLÈVEMENTS ANNUELS DANS LE SYSTÈME AQUIFÈRE DES GRÈS NUBIENS

| UNITÉ : KM ³ | MARGAT JEAN, 2008 (DONNÉES 2000) | BAKHBAKHI MOHAMED, UNESCO 2006 (DONNÉES 2002), REPRIS PAR BRGM/AFD 2011 ⁸⁶ | VOLUME TOTAL PRÉLEVÉ ENTRE 1960 ET 2000 |
|-------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Libye | 0,9 | 0,831 | 40 |
| Égypte | 0,9 | 0,506 | |
| Tchad | Quasi nul | 0 | |
| Soudan | 0,41 (1998) | 0,833 | |
| Total | 2,21 | 2,17 | |

Le point de surexploitation n'est pas déterminé, au regard de la complexité de l'évaluation des flux de recharge du NSAS. L'eau renouvelable alimentant ce système aquifère semble en revanche d'un très faible volume. La baisse du niveau piézométrique dans certaines zones d'Égypte montre que la surexploitation avait déjà commencé dans les années 1950, alors même que le total des prélèvements ne dépassait pas 0,5 km³ par an. Le flux de renouvellement doit probablement être proche ou inférieur à ce volume.

Figure n° 13 – AUGMENTATION DES PRÉLÈVEMENTS, ET EXEMPLE DE BAISSSE DU NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE⁸⁷ DE L'AQUIFÈRE EN ÉGYPTE⁸⁸



Un instrument de gestion et de prospective pour le NSAS a été développé par le *Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe* (CEDARE, au Caire), qui assiste techniquement les coopérations développées pour cet aquifère. Le

⁸⁶ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie I – Constat préliminaire – Analyse générale, août 2011, 101 p.

⁸⁷ L'unité « m MSL » correspond à l'écart en mètre par rapport au niveau moyen de la mer (Mean Sea Level).

⁸⁸ BAKHBAKHI Mohamed, in FOSTER Stephen, Loucks Daniel P. (dir.), 2006, op. cit.

NARIS (*Nubian Aquifer Regional Information System*) contient ainsi les principales caractéristiques des points d'eau, son historique (niveau de rabattement, qualité...), des informations géologiques.

1.4.2 – Des perspectives de coopération restreintes par le contexte politique

Une coopération initiée. La coopération entre les quatre États du NSAS a été affirmée formellement à plusieurs reprises.

L'Autorité conjointe pour l'Étude et le Développement des eaux du NSAS reçoit actuellement le soutien de plusieurs Organisations internationales, telles que l'AIEA⁸⁹, qui apporte entre autres une aide à la modélisation 3D des nappes fossiles, le PNUD ou le Fonds pour l'environnement mondial (FEM ou GEF en anglais, dont le programme est mis en œuvre par l'AIEA dans la zone). Initiée dans un premier temps en 1989 par l'Égypte et la Libye, l'institution commune, formellement créée en 1991, a été rejointe en 1996 par le Soudan et en 1999 par le Tchad.

Un Programme pour le développement d'une stratégie régionale pour l'utilisation du NSAS⁹⁰ a été adopté le 5 octobre 2000 par les quatre États riverains de l'aquifère à Tripoli. Deux axes structurent ce dernier. Le premier est relatif au recueil et à l'échange des données liées au NSAS (collecte des informations, identification des éléments manquants nécessaires à une modélisation, créer un système d'échange...), la seconde partie de l'accord concernant les modalités de mesures (domaine sensible car il s'agit entre autres des volumes prélevés par chaque États).

Si les projets d'ordre politique semblent avoir été menés avec succès, la coopération peine à atteindre une dimension politique active.

Des sources de tension à minorer. Les prélèvements actuels constituent déjà une surexploitation de l'aquifère des grès de Nubie, et quelques points de tensions apparaissent d'ores et déjà.

La baisse du niveau piézométrique entraîne tout d'abord une augmentation des coûts d'extraction. Ce facteur est cependant à relativiser. En effet, il est déjà anticipé par le projet libyen de grande rivière artificielle (et l'énergie ne sera pas un problème pour la Libye), et les prélèvements égyptiens servent très majoritairement de grandes exploitations agricoles privées à l'ouest du Nil, secteur qui pourra plus facilement faire face à l'augmentation des coûts énergétiques de l'agriculture. De ce fait, les surcoûts d'exploitation liés aux rabattements du NSAS, s'ils sont crisogènes dans l'absolu, ne paraissent pas être une source crédible de tensions entre la Libye et l'Égypte pour la prochaine décennie.

Ensuite, l'altération de la qualité de l'eau pourrait impacter les quatre États riverains du NSAS. Le système aquifère post nubien est le plus vulnérable, et est déjà affecté par la salinisation. Mais l'Égypte et la Libye subiront cette dégradation, sans pouvoir

⁸⁹ http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_projects_nubian.html

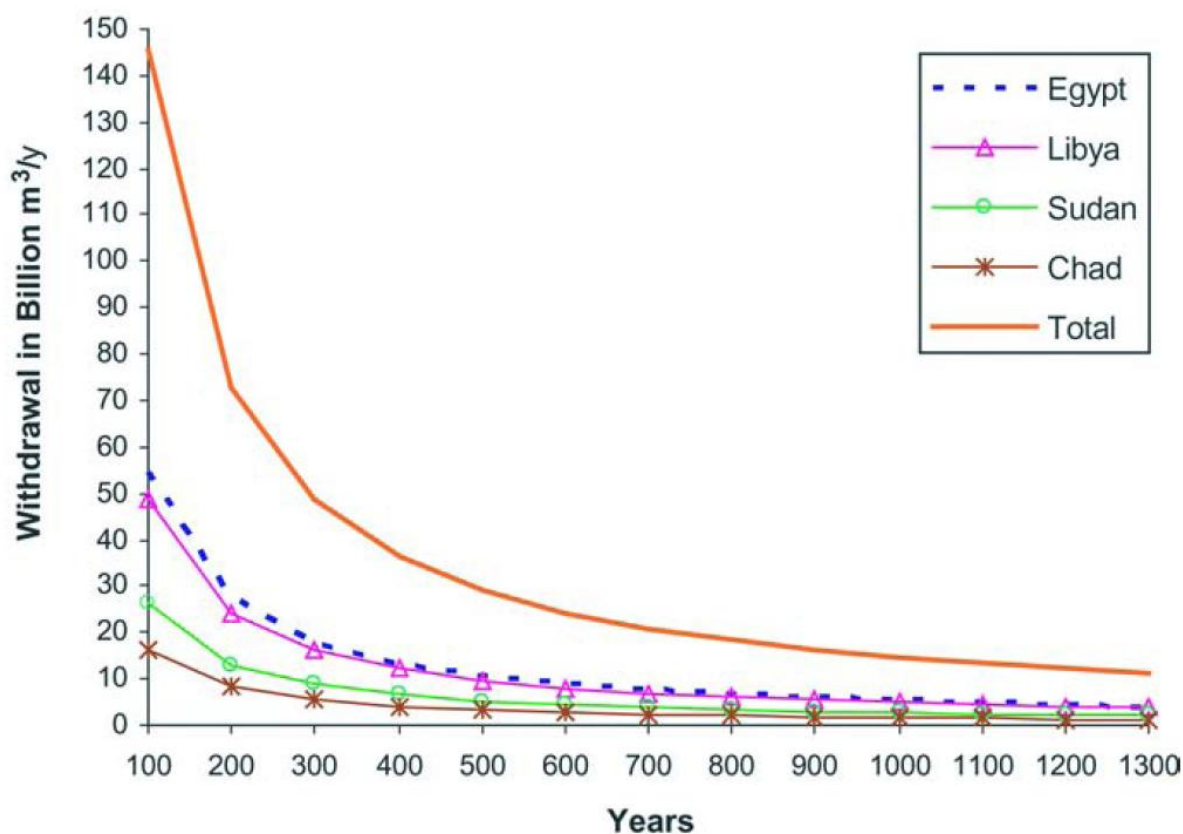
⁹⁰ « Programme for the Development of a Regional Strategy for the Utilisation of the Nubian Sandstone Aquifer System (NSAS) – Terms of Reference For the Monitoring and Exchange of Groundwater Information of the Nubian Sandstone Aquifer System », in UNESCO/FAO, *Groundwater in international law. Compilation of treaties and other legal instruments*, Rome, FAO Legislative Study, n°86, 2005, 566 p.

l'imputer l'un à l'autre, puisqu'elles exploitent toute deux le NSAS dans des proportions semblables.

De plus, la Libye, au cœur des tensions potentielles, ne pourra être mise à l'index quant à ses prélèvements dans le NSAS. En effet, la grande rivière artificielle appuie ses prélèvements sur deux autres aquifères fossiles : celui du Sahara Septentrional, et celui de Murzuk. Or le projet devrait au maximum prélever 2,37 km³ par an dans ces trois systèmes de nappes (la date théorique, avant la guerre civile en 2011, était déjà 2025). C'est donc tout au plus ce volume qui devrait être extrait du NSAS par la Libye à cette date.

Enfin, le volume d'eau potentiellement exploitable dans le NAS (partie la plus ancienne, au sud du NSAS) est colossal. Un professeur libyen montre que la période d'exploitation de prélèvements (essentiellement dans le NAS) de l'ordre de 5 à 10 km³ par an pour chacun des quatre pays du NSAS pourrait durer plus d'un millénaire.

Figure n° 14 – CORRÉLATION ENTRE LE POTENTIEL DE PRÉLÈVEMENTS ET LA DURÉE D'EXPLOITATION DANS LE NSAS⁹¹



Cela supposera des ressources énergétiques considérables pour pomper, et ensuite acheminer l'eau fossile jusqu'à son lieu de consommation. A titre d'exemple, le fait d'extraire 2 km³ d'eau par an (à une profondeur moyenne⁹² de 250 m, une énergie

⁹¹ BAKHBAKHI Mohamed, in FOSTER Stephen, Loucks Daniel P. (dir.), 2006, op. cit.

⁹² Le forage peut être beaucoup plus profond, mais en fonction de la pression géologique dans/sur la nappe, l'eau peut remonter dans le forage, parfois jusqu'à affleurer ou jaillir. Le pompage se fait alors à partir du niveau statique de l'eau

unitaire de 4 Wh/m³/m et avec une vitesse de 1 m³/s) conduit à une consommation énergétique de 2 TWh (soit presque 2 % de la consommation énergétique égyptienne⁹³ en 2008). Il faut ensuite ajouter le coût énergétique de l'acheminement (sans compter les coûts infrastructurels de transferts massifs qui se chiffrent en dizaines de milliards de dollars dans l'exemple de la grande rivière artificielle). Ces considérations financières devraient d'elles-mêmes freiner une accélération trop brutale des prélèvements en eau fossile.

Le seul facteur de tension crédible relatif au NSAS concerne les relations entre l'Égypte et le Soudan. En effet, l'Égypte est confrontée à la pression croissante des États d'amont du Nil, face à son exploitation quasi-exclusive du fleuve. De récents financements par la Chine de barrages en Éthiopie ou au Soudan (le barrage de Méroé au Soudan, construit par la Chine, a été inauguré en 2009) ou les initiatives politiques qui lient les revendications des États d'amont (accord d'Entebbe de 2010 entre les pays riverains d'amont du Nil) sont de nature à changer à court terme l'équilibre par le statu quo que l'Égypte maintenait sur le bassin, en bloquant les crédits internationaux, notamment à destination de l'Éthiopie. La position du Soudan, même si la fragilité de la situation politique n'y incite pas, pourrait évoluer vers une meilleure mise en valeur des surfaces agricoles, actuellement faiblement irriguées. L'indépendance le 9 juillet 2011 de la République du Soudan du Sud complique et rend plus incertaine la politique régionale. L'alliance informelle pour le partage du Nil entre ces deux États s'émiette, et les deux Soudan peuvent être tentés par un rapprochement avec l'Éthiopie. De futures revendications égyptiennes, pour ce qui concerne le Soudan, pourraient alors inclure les eaux de surface (le Nil) et souterraines (dont le NSAS). Mais les eaux souterraines ne constitueraient alors pas le cœur des tensions soudano-égyptiennes.

De ce fait, l'exploitation relativement équilibrée entre les pays riverains du NSAS (hormis le Tchad), et l'existence d'une coopération depuis presque vingt ans, supportée par les Organisations internationales, confortent la faible probabilité de tensions pour la gestion du NSA. Au regard des volumes d'eau colossaux contenus dans le stock du NSAS et du niveau relativement bas des prélèvements, les usages de ces ressources essentiellement fossiles ne devraient pas être à l'origine d'opposition majeure entre les quatre États partageant le NSAS. En revanche, les perspectives de raidissements, au mieux diplomatiques, entre l'Égypte et les autres pays riverains du Nil, pourraient s'avérer être indirectement un facteur de blocage politique de la coopération pour les eaux souterraines partagées.

1.5 – Le Système aquifère du Sahara septentrional (SASS)

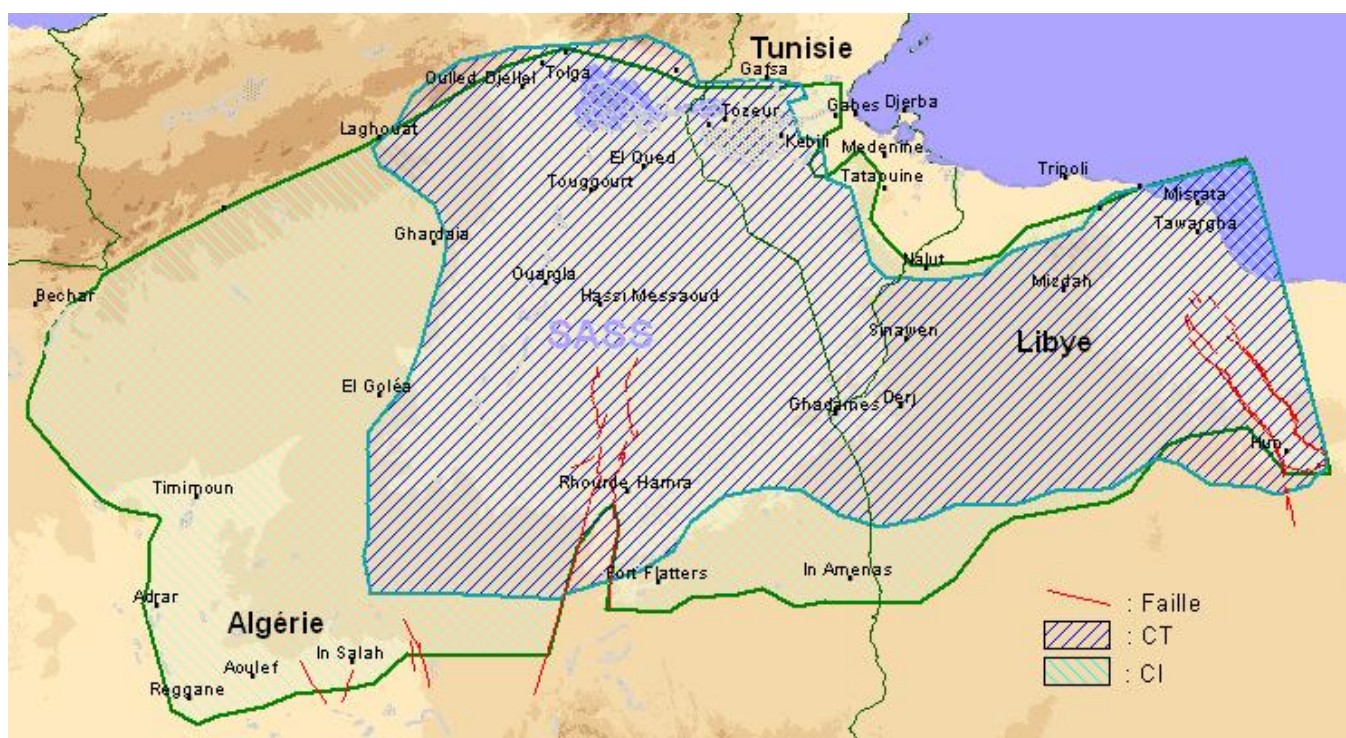
Le SASS est probablement le système aquifère où la connaissance et la coopération sont les plus avancées dans le monde, avec l'Aquifère Guarani en Amérique du Sud.

1.5.1 – Une excellente connaissance du SASS

La surface du SASS s'étend sur 1,019 millions de km² sur les territoires de l'Algérie (700 000 km²), de la Tunisie (80 000 km²) et de la Libye (250 000 km²). Le SASS désigne la superposition de deux principales couches aquifères profondes, la formation du Continental Terminal (notée CT sur la carte suivante), et celle du Continental Intercalaire (plus profonde, notée CI ci-après).

⁹³ <http://home.med-allia.com/uploads/ss3iCms/docs/electricite.pdf>

Figure n° 15 – EXTENSION DES FORMATIONS DU SASS⁹⁴



L'exploitation de la nappe n'a cessé de croître depuis les années 1960, les prélèvements par les trois pays ayant été multipliés par 5 entre cette date et 2000. Actuellement, 8 800 points d'eau⁹⁵ existent, dont 5 300 dans le Complexe Terminal et 3 500 dans le Complexe Intercalaire. Les points de prélèvements, forages et puits, se répartissent de la manière suivante : 6 500 en Algérie, 1 200 en Tunisie et 1 100 en Libye.

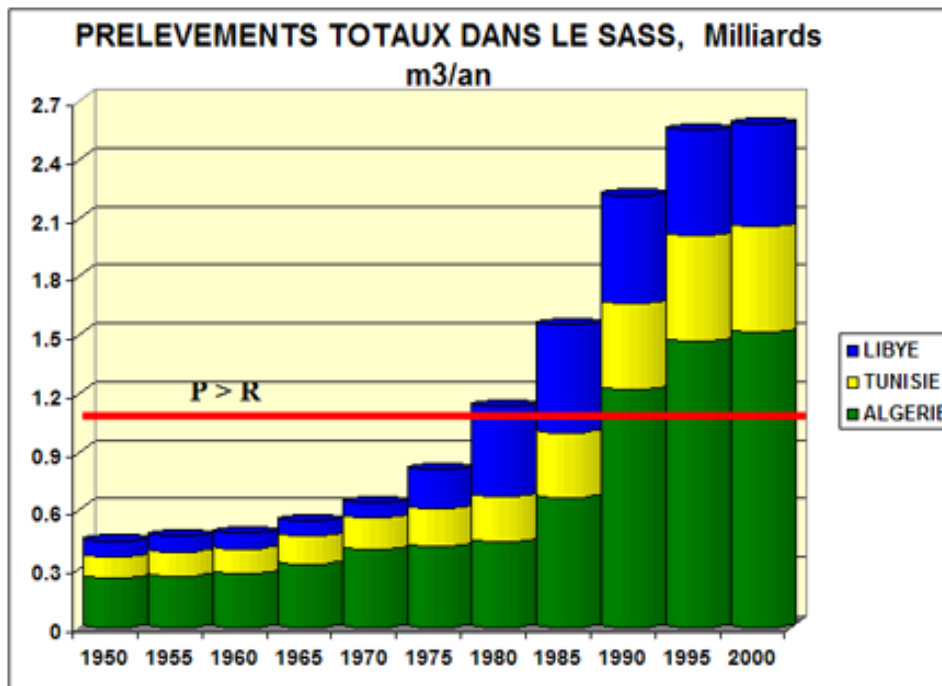
Le stock contenu par le SASS est estimé entre 30 000 et 60 000 km³. Les prélèvements s'élèvent à 2,5 km³ par an (OSS, 2008). Le volume exploitable serait cependant de 1 280 km³, dont 500 km³ dans le Continental Terminal et 780 km³ dans le Continental Intercalaire (Margat, 2008).

Les trois pays prélèvent chacun dans le SASS des volumes élevés par an : 1,68 km³ par an pour l'Algérie (Margat 2008 et Ministère des Ressources en eau de l'Algérie, données 2000), 0,55 km³ pour la Libye et 0,46 km³ pour la Tunisie (Margat, 2008 et OSS, 2008). Le système aquifère serait déjà en surexploitation depuis 1980, les prélèvements dépassant aujourd'hui les flux de recharge d'un facteur de 2,5 (flux de recharge estimé à 1,1 km³ par an).

⁹⁴ Observatoire du Sahara et du Sahel – http://www.oss-online.org/pdf/synth-sass_Fr.pdf

⁹⁵ Observatoire du Sahara et du Sahel, *Système aquifère du Sahara Septentrional. Gestion concertée d'un bassin transfrontalier*, Tunis, coll. Synthèse, n°1, 2008, 49 p. – http://www.oss-online.org/pdf/synth-sass_Fr.pdf

Figure n° 16 – ÉVOLUTION DES PRÉLÈVEMENTS DANS LE SASS ENTRE 1950 ET 2000⁹⁶



Même si ces prélèvements peuvent paraître faibles au regard du stock théorique exploitable, les risques de la surexploitation, soulignés par l'OSS (2008), sont les suivants : disparition de l'artésianisme, tarissement des exutoires naturels (surtout en Tunisie), accroissement excessif des profondeurs de pompage, remontées de nappes phréatiques (dues aux rejets d'eau usée, par exemple à Ouargla ou El Oued), salinisation des eaux, avec des impacts sur les trois pays, salinisation des sols...

1.5.2 – Une coopération institutionnalisée, incluant la dimension politique

Débutée à la fin des années 1960 par diverses initiatives bilatérales, la coopération relative au SASS est durable, répétée et désormais formalisée. La création d'une structure de consultation technique, première institutionnalisation de la coopération sur l'aquifère, a en effet été décidée en 2002 par les trois pays. Cette structure technique initiale évolue vers un organe permanent, plus élaboré et doté d'attributions élargies, suivant les dispositions de l'accord initial. La coopération est surtout symbolisée par le Mécanisme de Concertation Permanent du Système Aquifère du Sahara Septentrional, mis en place le 1^{er} juin 2008. Première structure de concertation dédiée aux eaux souterraines partagées en Afrique, ce mécanisme intègre comités politiques (Conseil des Ministres) et techniques (Comité de pilotage, Comités nationaux, Groupes de travail Unité de coordination). Cela permet à la coopération tripartite de passer du registre technique à celui du politique.

Cependant, le Mécanisme de Concertation Permanent du SASS ne permet pas encore une véritable prise de décision en commun⁹⁷, qui passerait par un élargissement des acteurs impliqués.

⁹⁶ OSS, 2008, op. cit.

⁹⁷ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie I – Constat préliminaire – Analyse générale, août 2011, p. 65.

Cette évolution vers une gouvernance élargie du SASS apparaît d'autant plus importante que la pression sur les eaux souterraines risque de considérablement s'accroître dans les prochaines décennies. Cinq millions de personnes dépendent déjà exclusivement des eaux du SASS.

La population vivant dans le bassin aquifère du Sahara septentrional devrait ainsi passer de 4 800 000 personnes en 2000 à 8 800 000 habitants en 2030 selon l'OSS (2008). A cela s'ajoutent l'amélioration du taux de raccordement à un réseau d'eau potable des populations, et l'augmentation de la consommation moyenne par personne qui accompagne l'accès à l'eau et l'amélioration du niveau de vie, (même si les consommations moyennes par habitant font l'objet de politiques spécifiques par les planificateurs des trois pays). Toujours entre 2000 et 2030, les surfaces irriguées dans la zone de l'OSS devraient doubler, pour passer de 250 000 à 500 000 hectares. Du coup, la demande en eau dans le bassin du SASS va augmenter. L'OSS a donc exploré les possibilités d'exploitation du SASS au-delà des prélèvements actuels.

L'OSS (2008) a procédé à des simulations de prélèvements, et de leurs impacts à l'horizon 2050. Le scénario de référence (prélèvements constants) conduit à des rabattements (abaissement du niveau piézométrique dû à un prélèvement), entre 20 et 60 mètres. Des prélèvements en hausse (dans les zones actuelles de forage) entraîneraient des rabattements jusqu'à 300 mètres, principalement dans le Continental Intercalaire, et la disparition totale de l'artésianisme. Dans les deux cas, les risques de salinisation de la ressource sont très importants (par exemple dans la région de Tripoli). Le Great Man-Made River Project (GMRP) sera affecté pour sa partie puisant dans le SASS. Le niveau de l'aquifère du Continental Intercalaire pourrait baisser de 50 à 100 mètres, entraînant des surcoûts de pompage.

Le secteur des chotts algéro-tunisiens (Biskra) s'avère être le plus exposé aux conséquences de la surexploitation, d'autant que les densités de population y sont les plus fortes. Sa proximité avec la mer rend ce secteur particulièrement vulnérable aux infiltrations d'eau salée, ce qui condamnerait les chotts.

Les perspectives d'exploitation du SASS par l'OSS portent le potentiel de prélèvement à un niveau de 7,8 km³ par an en 2050 (contre 2,5 km³ en 2000). Mais cela ne pourrait se faire que par une exploitation plus exclusive de la couche du Continental Intercalaire dans le bassin occidental du SASS (soit 6,1 km³ en Algérie). Car, pour minimiser les conséquences négatives de cette surexploitation, 80 % des nouveaux forages devraient s'opérer dans des régions « nouvelles » et éloignées des zones déjà intensivement exploitées.

Au regard de ces éléments, de graves tensions à l'horizon des deux prochaines décennies paraissent très improbables. Les trois pays utilisent chacun les eaux du SASS. Or, il est délicat de définir pour l'eau souterraine (comme pour celle de surface) des règles de partage qui ne se fonderaient que sur la surface d'une nappe sur son territoire, ou sur le volume qu'elle représente par pays. La Tunisie est très densément peuplée, et si ses usages de l'aquifère sont élevés au regard de la faible superficie du SASS sur son territoire en comparaison des deux autres États, elle est déjà au seuil de son potentiel de prélèvement. Dans le cas du SASS, ce n'est pas la grande rivière artificielle libyenne qui est crainte, mais la perspective de prélèvements massifs par l'Algérie dans le Continental Intercalaire (le Ministère des ressources en eau algérien estime son potentiel exploitable à 5 km³ par an). Des projets de pompage algériens (non mis en œuvre) dans

les prochaines décennies, qui augmenteraient les prélèvements de ce pays de 1,5 km³ à 3,5 km³ par an, ont été qualifiés par Tripoli de « nouveau défi algérien⁹⁸ ». D'autant que la Tunisie et la Libye pâtiraient davantage (hormis la partie au nord-est de l'Algérie) d'une surexploitation mal contrôlée du SASS. La Libye ne semble en effet pas pouvoir extraire beaucoup plus d'eau du SASS qu'elle ne le fait aujourd'hui, car cela conduit déjà à la salinisation de son littoral ouest. On peut en revanche imaginer un projet tripartite dans les prochaines décennies, qui ponctionnerait de l'eau dans le bassin occidental du Continental Intercalaire algérien (ce qui n'aurait vraisemblablement que peu d'impacts environnementaux), et en ferait transiter une partie vers la Tunisie et la Libye. Mais il s'agirait d'un projet d'au moins une dizaine de milliards de dollars, dont la probabilité de réalisation augmentera selon l'intensité des changements climatiques en Afrique du Nord.

1.6 – Le Bassin aquifère sénégal-mauritanien (BASM)

1.6.1 – Des usages essentiellement sénégalais du BASM

Le système aquifère du bassin sénégal-mauritanien couvre une superficie⁹⁹ d'environ 350 000 km². Ouvert sur l'Atlantique et d'une longueur de 1 400 km, il s'étend en Mauritanie (115 000 km²), au Sénégal (195 000 km²), en Gambie (12 950 km²) et en Guinée-Bissau (20 000 km²). Mais comme l'illustre la carte ci-après, il est multicouche, c'est-à-dire composé de plusieurs aquifères allant du Sénonien supérieur au Quaternaire¹⁰⁰. La partie non renouvelable se situe essentiellement au Sénégal, dans une couche aquifère du Maestrichtien qui affleure en Guinée et plonge progressivement vers la Mauritanie. Deux grands fleuves traversent le BASM : le Sénégal au Nord, et le fleuve Gambie dans sa partie méridionale.

L'importance du BASM pour les États où il s'étend ne cesse de s'affirmer. Les eaux souterraines sont devenues une source primordiale pour l'approvisionnement en eau potable, pour l'agriculture en dehors du bassin des fleuves Sénégal et Gambie, et pour l'essor de l'industrie.

La plus grande partie des usages renseignés du BASM se déroule au Sénégal. Les prélèvements dans le système aquifère superficiel (le moins profond) sont d'environ 60 millions de m³ par an (via près de 800 ouvrages), pour un flux de renouvellement estimé entre 2.5 et 3 milliards de m³ (les potentialités des couches superficielles se situeraient entre 50 et 75 milliards de m³)¹⁰¹.

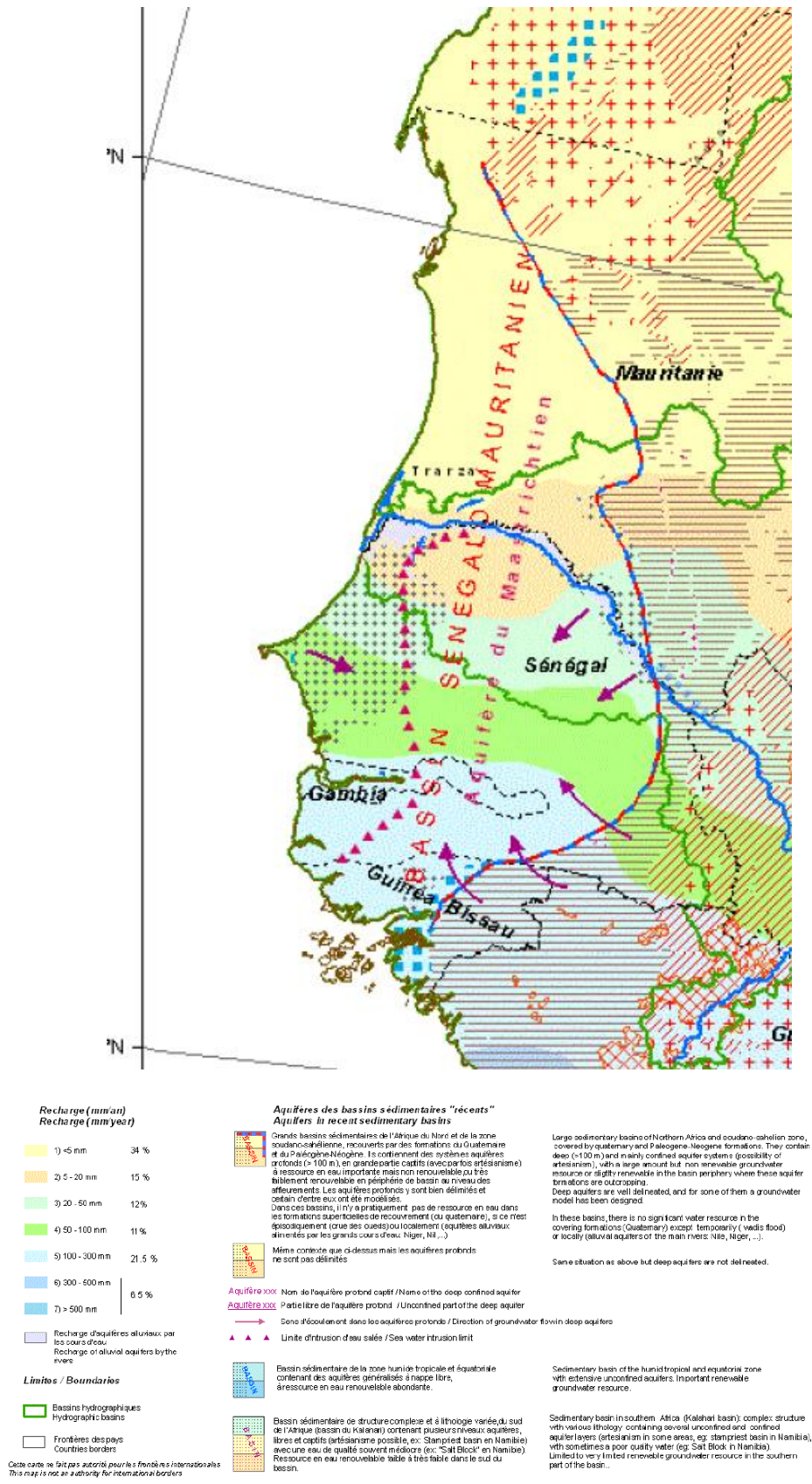
⁹⁸ METAOUI Fayçal, « La rivière artificielle libyenne suscite des craintes », *Les Afriques. Le journal de la finance africaine*, 10 avril 2009.

⁹⁹ Voir BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux, août 2011, 148 p.

¹⁰⁰ Pour une étude du système aquifère multicouche sénégal-mauritanien, voir également DIAGANA Bassirou, THIEYE Samba, « Gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins transfrontaliers. Bassin côtier sénégal-mauritanien », *Third International Conference on Managing Shared Aquifer Resources in Africa*, Tripoli, Libye, 25-27 mai 2008 – http://www.isarm.net/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=153 et ISARM-Africa, *Ressources en eau et gestion des aquifères transfrontaliers de l'Afrique du Nord et du Sahel*, HI-IV, Series on groundwater, n°11, 2005, 134 p.

¹⁰¹ Données de la Direction Générale de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE) du Sénégal : <http://www.dgpre.gouv.sn/ressources.html>

Figure n° 17 – SYSTÈME AQUIFÈRE SÉNÉGALO-MAURITANIEN¹⁰²



¹⁰² http://www.sigafrique.net/datawebmaster/doc/Carte_Hydro_Afrique.pdf

Les prélèvements dans la nappe profonde du Maastrichtien sont analogues (plus de 1 000 ouvrages l'exploitent), mais le potentiel de ce système profond est considérable, entre 300 et 400 milliards de m³. Les forages existants exploitent généralement cette couche, particulièrement en zone rurale pour l'alimentation en eau de boisson. Le système aquifère intermédiaire (Eocène, Paléocène) aurait un volume exploitable¹⁰³ de 40 milliards de m³, pour une exploitation d'environ 40 à 45 millions de m³ par an (alimentation en eau de Dakar par exemple).

Ainsi, les prélèvements dans le système aquifère sénégal-mauritanien dans son ensemble s'élèveraient à 265 millions de m³ par an (dont 30 millions de m³ en Mauritanie, et 55 millions de m³ par an en Gambie). Les principales réserves exploitables sont localisées dans la partie profonde du système aquifère (nappe du Maastrichtien), pour un volume estimé entre 10 et 50 milliards de m³.

Le premier problème rencontré par les États de ce système aquifère est la qualité de l'eau. Si une pollution d'origine minière se retrouve en Guinée ou au Sénégal, la principale pollution vient du rejet d'eaux usées non traitées, de l'usage de pesticides et d'engrais, principalement au Sénégal¹⁰⁴. La salinisation de l'eau et des terres cultivables affecte également la Mauritanie et certaines parties du bassin du fleuve Sénégal (delta, basse vallée du fleuve). A cela s'ajoute une pollution naturelle au fluor, notamment au Sénégal.

Ensuite, la quantité d'eau (flux et stock) présente dans le système aquifère est doublement menacée. En effet, la baisse tendancielle des précipitations dans la zone provoque un déficit de recharge. Depuis 1971, les relevés pluviométriques à Dakar (station de Thiès) montrent une diminution des précipitations de 25 % en comparaison des moyennes des années précédentes¹⁰⁵ (579 mm par an en moyenne avant 1971, 429 mm par an depuis les grandes sécheresses des années 1970). Or le climat aride et les prélèvements croissants (dus notamment à la croissance démographique) conduisent à un abaissement des nappes. Le niveau piézométrique des nappes autour du horst¹⁰⁶ de N'Diass (proche de Dakar au Sénégal) a ainsi baissé de 15 à 20 mètres en 35 ans¹⁰⁷. Outre une augmentation de la variabilité interannuelle des précipitations, des épisodes successifs de sécheresses ont favorisé la recharge insuffisante des aquifères. La régularisation progressive du cours du fleuve Sénégal (par des barrages) ne compense que partiellement la modification profonde du régime des précipitations dans le bassin de ce fleuve. Si la population augmente, la consommation moyenne d'eau par habitant croît également, portée par l'urbanisation croissante et l'amélioration moyenne du niveau de vie.

¹⁰³ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux, août 2011, 148 p.

¹⁰⁴ L'industrie minière utilise pour l'extraction des métaux des traitements chimiques que l'on retrouve dans les aquifères (Cyanure, mercure) en Guinée et au Mali.

¹⁰⁵ KONTE Oumar, NDIAYE Mamadou, *Analyse agroclimatique de la région de Thiès*, Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal, 15 p. – http://www.cse.sn/seninfoclim/documents/analyse_agroclimat.pdf

¹⁰⁶ Horst : « Structure géologique limitée des deux côtés par des failles normales découpant des compartiments de plus en plus élevés en allant vers l'axe de la structure. Ces compartiments peuvent être recouverts de sédiments et ne pas se voir dans le relief ». – <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosgeol/glossaire/developp.html>

¹⁰⁷ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, 2011, *op. cit.*

1.6.2 – Une coopération ébauchée

La culture de la coopération en matière d'eau partagée, si elle n'a pu prévenir toutes les crises entre le Sénégal et la Mauritanie, est ancienne entre les pays de ce bassin aquifère. Mais elle ne concerne que les eaux de surface. Les deux organismes de bassins internationaux existants dans l'aire du BASM ne traitent ainsi que des usages relatifs au fleuve Sénégal (l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal ou OMVS, créée en 1972) et au fleuve Gambie (l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie ou OMVG, créée en 1978).

La Charte des Eaux de l'OMVS, pourtant plus récente (2002), n'inclut pas les eaux souterraines dans son champ. Elle mentionne pourtant (art. 17) un recensement cartographique et un inventaire des zones de recharge des aquifères, et des interactions avec les eaux de surface. Les États membres de ces deux organismes de bassin (Sénégal, Mauritanie, Guinée, Mali pour l'OMVS et Sénégal, Guinée-Bissau, Guinée et Gambie pour l'OMVG) ont progressivement pris conscience de l'importance des eaux souterraines (notamment l'aquifère du Maestrichtien), mais elles demeurent un enjeu perçu comme national.

Cependant, quelques initiatives régionales concernant ce système aquifère existent, bien qu'elles ne reflètent que le tout premier stade de la coopération en matière d'eau souterraine. En effet, elles visent à améliorer la connaissance des aquifères, et à acquérir des données de référence.

Les points de mesure automatisés étaient rares en 2005, et principalement concentrés au Sénégal (600 points de mesures). Il en existerait entre 100 et 150 en Guinée-Bissau¹⁰⁸. Hormis quelques points de captage à destination d'usages domestiques (comme le champ captant d'Idini équipé de 14 piézomètres), la Mauritanie n'assure pas de mesure systématique du niveau des nappes. Et le monitoring des eaux de surface se dégrade : les 400 postes d'observation installés par l'OMVS dans la vallée du fleuve Sénégal étaient encore récemment hors d'usage depuis que l'administration mauritanienne en a la gestion (1992). L'OMVS a initié (avec le soutien de l'AFD) en 2007 un réseau de collecte et traitement des données dans des zones à risque de surexploitation¹⁰⁹.

L'élaboration du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement des Eaux) du bassin du fleuve Sénégal (2009-2011) n'a pas été l'occasion de faire apparaître les eaux souterraines comme un enjeu commun¹¹⁰. Hormis le besoin d'amélioration des connaissances, aucune mesure n'est préconisée sur ce thème. La première mesure nécessaire serait la remise en état, ou la création, d'un réseau de piézomètres géré collectivement (ou du moins avec une méthodologie concertée).

Ainsi, bien que les aquifères ne soient pas perçus comme un enjeu transfrontalier, et que les organismes de coopération existants ne concernent que les eaux de surfaces, la prise en compte des eaux souterraines dans des processus multilatéraux semble évoluer dans la bonne direction.

¹⁰⁸ ISARM-Africa, Ressources en eau et gestion des aquifères transfrontaliers de l'Afrique du Nord et du Sahel, HI-IV, Series on groundwater, n°11, 2005, 134 p.

¹⁰⁹ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux, août 2011, 148 p.

¹¹⁰ http://www.portail-omvs.org/sites/default/files/fichierspdf/rapport_sdage_phase_3_drfinitif.pdf

Le risque principal de tension relatif au BASM concerne le Sénégal et la Mauritanie. La gestion du système aquifère du bassin dans son ensemble pourrait replacer au cœur des relations diplomatiques des deux pays la question déjà sensible de l'eau et du fleuve Sénégal. Comme cela a été évoqué précédemment, l'aménagement du fleuve Sénégal est pourtant le projet le plus ancien de mise en valeur d'un fleuve en Afrique noire et remonte à la mission d'aménagement du fleuve Sénégal, créée en 1934. Mais l'existence de l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (1972) n'a pas empêché les affrontements et expulsions de 1989 entre les deux riverains d'aval. Car l'OMVS « *a surtout contribué à taire certains problèmes de fond. On a joué la carte de la diplomatie autour des grands enjeux économiques, agricoles, hydroélectriques, mais au détriment de questions problématiques*¹¹¹ » comme la réallocation foncière, le traitement des noirs-mauritaniens (40 000) réfugiés sur la rive gauche du Sénégal depuis 1989.

Normalisées diplomatiquement depuis 1992, les relations entre le Sénégal et la Mauritanie oscillent entre petites tensions et fragiles réconciliations. En juin 2000, la Mauritanie exige le départ sous quinze jours de tous les ressortissants sénégalais présents sur son territoire. Cette position radicale était la réaction à l'annonce par le président sénégalais Wade de la réalimentation des vallées fossiles et de leur mise en culture, avec l'eau de crue du fleuve. Le Sénégal dut abandonner le projet pour apaiser les relations avec la Mauritanie.

Ainsi, bien que l'enjeu des ressources elles-mêmes du BASM paraisse fondamentalement négligeable dans les relations sénégal-mauritaniennes (du fait de la quasi absence de prélèvements en Mauritanie dans l'aquifère du Maestrichtien) comparé au débit du fleuve Sénégal, le contexte social et politique, qu'il soit local ou bilatéral, est favorable à une exacerbation des tensions relatives à l'eau.

Contrairement aux vastes mouvements de population entre le Sénégal et la Mauritanie qui ont succédé aux événements de 1989, des impacts transfrontaliers d'une éventuelle surexploitation d'aquifères ne conduiraient pas à de tels déplacements. Les conséquences de prélèvements excessifs seraient en effet progressives (dégradation qualitative, lente diminution des niveaux piézométriques) et locales (tous les forages ne seront pas forcément affectés de la même manière). De ce fait, les tensions liées au BASM devraient rester, dans le scénario le moins favorable, à un niveau bilatéral et diplomatique, mais pouvant s'ajouter et alimenter des conflits existants à l'échelle locale.

¹¹¹ VANDERMOTTEN Céline, « L'OMVS, une réussite à nuancer ? », *Grain de sel*, n°30, *La lettre du pS-Eau*, n°47, mars 2005.

2 – Études de cas par États Clefs (et systèmes aquifères liés)

2.1 – *Le Bangladesh*

D'une population de 154,2 millions de personnes en 2012, le Bangladesh a l'une des densités les plus élevées au monde avec 1 070 habitants au kilomètre-carré. En matière d'eau douce, le pays souffre d'une abondance en trompe-l'œil tant la ressource est saisonnière, passant d'une rareté relative de novembre à mai, à un pic des débits entre juin et septembre, où près d'un cinquième du territoire peut être affecté par les inondations. D'une géographie de plaine caractérisée par une altitude et des dénivelés faibles, le Bangladesh s'avère peu favorable à la construction d'ouvrages de régulation des flux, pour stocker l'eau en prévision des saisons sèches, et lisser les crues en période de mousson. Les prémices d'une dépendance du Bangladesh vis-à-vis de ses riverains d'amont (Népal, Inde, Bhoutan) s'esquissent déjà. Les débits de la Tista et de la Kushiara ont diminué au Bangladesh après la construction d'infrastructures hydrauliques en Inde¹¹². Les conséquences pour le Bangladesh de la construction du barrage de Farakka en Inde appellent à davantage de prudence. Si globalement le flux annuel s'est maintenu après une légère décroissance entre le début des années 1960 et la fin des années 1970 (le barrage est opérationnel depuis 1971, avant les premières baisses de débit), Farakka aurait un impact sur le débit d'étiage¹¹³ du Gange, période où ses eaux sont les plus précieuses pour les usagers (saison sèche).

Si les sécheresses constituent une menace à la sécurité alimentaire de la partie occidentale du Bangladesh, la plus touchée, il n'y a pas de conflit interne pour la disponibilité de l'eau douce. Le territoire est traversé par 230 rivières (dont 54 transfrontalières avec l'Inde, et 3 avec le Myanmar), dont trois fleuves aux débits annuels colossaux¹¹⁴ : le Gange (525 km³), le Brahmapoutre (337,3 km³), et la Meghna (48,4 km³) qui forment un delta commun sur une centaine de kilomètres. Les ressources souterraines renouvelables s'élèvent à 105 km³, mais représentent près de 80 % des prélèvements (28,5 km³ sur 35,9 km³ prélevés annuellement). Les aquifères permettent en effet de s'affranchir autant que possible de la variabilité saisonnière de l'eau de surface. Les programmes publics à partir de 1965, puis le faible coût des pompes diesel ont permis l'explosion de l'irrigation par pompage à partir de la fin des années 1970. L'irrigation et l'élevage sont d'ailleurs à l'origine de près de 90 % des prélèvements.

Le soutien du Bangladesh Agricultural Development Corporation à l'installation de pompes agricoles, mises en œuvre localement par les communautés de fermiers et la « Landness Society », a créé une double gouvernance qui n'a pas facilité la gestion des premiers problèmes, dont l'augmentation du prix de l'énergie (nécessaire au pompage) et la dégradation de l'état des aquifères.

Le recours à l'eau souterraine pour les usages domestiques a dans le même temps fait l'objet de programmes spécifiques, jusqu'à la découverte de la contamination à l'arsenic

¹¹² Voir l'étude, qui concerne également le Gange : PRIO, *Water Scarcity in Bangladesh. Transboundary Rivers, Conflict and Cooperation*, Prio Report, n°1/2013, 136 p. – www.prio.org

¹¹³ Débit d'étiage : débit moyen le plus bas d'un cours d'eau au cours d'une année.

¹¹⁴ FAO, Aquastat, Fiche pays Bangladesh, 2011. A titre de comparaison, le Rhône, plus gros fleuve français, a un débit analogue à celui de la Meghna.

des aquifères superficiels (plus de la moitié sud du Bangladesh) au début des années 1990. Une nouvelle campagne débuta pour inciter au forage de puits plus profond (au moins 75 m, notamment par des pompes manuelles, les *Deep Hand TubeWell* ou DHTW), dans un aquifère partiellement confiné et dont les eaux sont de meilleures qualité. Mais la multiplication des forages, de pratiques sanitaires contestables (étanchéité des forages avec de la bouse de vache...) ont eu pour résultat de nombreuses intrusions entre les différentes couches aquifères, avec une dégradation de l'aquifère profond. Aujourd'hui, aussi bien des raisons de coûts d'exploitation ou de qualité ont conduit Dhaka Wasa (exploitant du réseau d'eau potable et d'assainissement de la capitale) et Grameen/Veolia¹¹⁵ à privilégier la mise en valeur de l'eau de surface.

Plusieurs décennies de promotion des eaux souterraines ont survalorisé l'intérêt et les qualités de cette ressource, au détriment, entre autres, de considérations de santé publique pour l'eau potable. Mais l'évolution des mentalités et représentations est ralentie par le rapport clientéliste qui entoure l'accès aux eaux souterraines. A l'instar de la capacité à « faire manger » que l'on retrouve dans des communautés politiques africaines, la capacité à « faire boire » sera recherchée aussi bien par les notables locaux que les responsables politiques nationaux. L'entrepreneur politique local sera jugé par sa capacité à mobiliser des moyens pour sa communauté, à faire forer un puits ou à le faire entretenir, tandis que dans le cadre de relations clientélistes, le pouvoir central « récompense » par les infrastructures des leaders locaux.

2.2 – L'Inde

2.2.1 – Eau, énergie, agriculture en Inde : une forte intrication

Les origines du gigantesque *Black Out* du 31 juillet 2012 dans la moitié nord de l'Inde illustrent l'intensité du lien entre la mobilisation de l'eau souterraine et la consommation d'énergie, et la manière dont les gouvernements locaux et nationaux ont accompagné à l'excès la transformation des zones rurales par la petite irrigation par pompage.

En juin et juillet 2012 en Inde, après le semis du riz, les pluies de mousson sont particulièrement basses dans le Pendjab, l'Haryana et l'Uttar Pradesh. Les gouvernements de ces trois États fédérés, élus six mois à un an auparavant, cèdent sous la pression des

¹¹⁵ Veolia Water s'est associé en 2008 à une structure à vocation sociale (Grameen Health Care Ltd.), pour expérimenter un modèle économique innovant d'approvisionnement en eau potable au Bangladesh. Grameen Veolia Water (GVW) se base ainsi sur les principes du *Social Business*, portés par Muhammad Yunus, Prix Nobel de la Paix (2006), fondateur et Président de la Grameen Bank. Le réseau de GVW couvre un tiers de la superficie de deux zones villageoises à l'est de Dacca (Goalmari et Padua), et a la capacité de desservir 20 000 personnes (3 500 à 4 000 personnes consomment actuellement l'eau de l'un des deux réseaux). Plus des 4/5 des puits de ces villages sont contaminés à l'arsenic. La pollution constitue l'un des facteurs qui ont poussé GVW à privilégier l'eau de surface (la Meghna en l'occurrence) sur les eaux souterraines. La mise en œuvre du projet a permis de mieux comprendre la complexité des représentations sociales et culturelles de la ressource dans ces communautés (fortes dimensions sociales de l'arsenicose, importance du genre dans la répartition des tâches, dans les lieux d'échanges monétaires...), grâce à l'intervention d'anthropologues (Thérèse Blanchet et l'équipe du Drishti Research Center).

Sources sur Grameen Veolia Water : YUNUS Muhammad, SIBIEUDE Thierry, LESUEUR Eric, « Social Business et grands entreprises : des solutions innovantes et prometteuses pour vaincre la pauvreté ? », *FACTS Reports* (Field Actions Science Reports), février 2012, pp. 67-74 ; YUNUS Muhammad, *Pour une économie plus humaine. Construire le social-business*, 2011, JC Lattès, 305 p. (chapitre consacré à GVW) ; Site de GVW : <http://www.grameenveolia.com> ; Entretiens menés en 2013 avec le responsable de structure Grameen Veolia Water au Bangladesh, avec les anthropologues engagés dans cette expérience, et avec un responsable du projet chez Veolia Eau à Paris.

irrigants. Ils autorisent ces derniers à dépasser leurs quotas d'électricité (6 à 8 heures par jour) dédiés au pompage des eaux souterraines, à l'encontre des recommandations du régulateur central de l'électricité. Cet appel de charge de plusieurs millions de pompes, hors allocations planifiées d'électricité, a conduit à l'effondrement en chaîne des réseaux. Le 31 juillet 2012, 670 millions de personnes dans la moitié nord, nord-est de l'Inde sont privées d'électricité¹¹⁶ pendant près de 18 heures... Si la vétusté du réseau électrique, une sous-production électrique chronique et un pic de consommation en électricité à cause des fortes chaleurs (climatisation) expliquent également la brutalité de cette coupure géante, cette dernière découle directement de prélèvements en eau souterraine pour un usage d'irrigation.

8,9 % de l'énergie primaire, et 30,5 % de l'électricité en Inde serait consommée pour la mobilisation (et la production) de l'eau douce¹¹⁷. Dans plusieurs États indiens, la part d'électricité pour l'irrigation oscille entre 35 % et 45 % des consommations totales (Andhra Pradesh, Gujarat, Karnataka, Uttar Pradesh, Pendjab et Haryana¹¹⁸).

Les subventions agricoles à l'électricité représentent 25 % du déficit fiscal national¹¹⁹, et l'électricité agricole est même gratuite dans certains États, comme le Pendjab, le Karnataka, le Tamil Nadu et l'Andhra Pradesh. En plus de la surexploitation que ces subventions facilitent, celles-ci favorisent la culture de variétés peu adaptées à la ressource disponible (exemple de la canne à sucre, qui exige beaucoup d'eau, cultivée dans la majeure partie du Gujarat¹²⁰ grâce au recouvrement partiel des coûts de l'électricité). Les subventions agricoles (à l'électricité, à l'eau, à la production) induisent des effets pervers sur l'environnement et ont des conséquences directes sur la surexploitation des nappes souterraines en Inde.

Au Rajasthan, l'énergie représente 75 % des coûts d'exploitation des réseaux d'eau dans les grandes villes de l'État¹²¹. Il est vrai que les prélèvements ont lieu dans cet État frontalier du Pakistan à une profondeur supérieure (plus de 30 mètres, contre une dizaine généralement).

L'électricité à destination de l'agriculture est devenue un enjeu ambigu, constituant à la fois le levier principal d'action sur les usages atomisés des eaux souterraines (cf. 1.1), et un sujet politique ultra-sensible tant ses implications sociales en milieu rural sont importantes. Faute de pouvoir agir sur le prix ou de rogner les subventions, les pouvoirs publics tentent de rationner l'approvisionnement en électricité des irrigants. Ces derniers sont alors connectés à un réseau électrique distinct (malgré les surcoûts d'infrastructures), et alimenté 6 à 8 heures par jour.

¹¹⁶ Note de la mission économique à l'ambassade de France à Dehli, 2 août 2012, 3 p.

¹¹⁷ GOOSSENS X., BONNET J.F., 2001 Etude de la matrice des interactions eau-énergie. In « Penser l'avenir pour agir aujourd'hui », Rapport 2001 du Club « Énergie, prospective et débats », Commissariat Général du Plan, Paris, Juin 2001, tome 2, 789-897, et CAI S., AYONG-LE-KAMA A., BONNET J.F., Hydroelectricity and Energy-Water Nexus, World Energy Congress, Sydney, sept. 2004.

¹¹⁸ Asia Society, *Asia's next challenge: securing the region's water future*, A report by the Leadership Group on Water Security in Asia, avril 2009, 59 p.

¹¹⁹ Briscoe John, *India's Water Economy: Bracing for a Turbulent Future*, Washington, World Bank, 2005, Chapitre 1, ouvrage disponible à l'adresse : <http://www.worldbank.org.in/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/SOUTHASIAEXT/INDIAEXTN/0,,contentMDK:20674796~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:295584,00.html>

¹²⁰ PNUD, Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis, New-York, 2006, 422 p.

¹²¹ Entretien avec monsieur Cheik Dia, AFD Dehli en février 2013.

2.2.2 – Lacunes de la gouvernance des eaux souterraines et instabilités internes

Les prélèvements des eaux souterraines, significatifs à partir de 1960, se sont accentués depuis le début des années 1980. Le niveau des aquifères se réduit à un rythme préoccupant. Leur surexploitation résulte de l'absence de régulation coordonnée, de législation nationale et de contrôle. Les États du Gujarat, du Rajasthan et du Tamil Nadu sont particulièrement concernés. De plus, certains aquifères sont pollués à l'arsenic comme entre autres en Andhra Pradesh et au Bengale occidental. Les nappes à proximité de la mer souffrent d'infiltrations d'eau de mer, et les couches aquifères surexploitées deviennent également salinisées. La présence de fluorures a également été décelée dans de nombreuses nappes.

Le maillon faible de la gouvernance des eaux souterraines en Inde est la capacité institutionnelle¹²², à l'échelle centrale et à celle des États de la Fédération. Une « loi Cadre sur l'eau » vient d'être adoptée en juin 2013, mais sa mise en œuvre est incertaine, car elle suppose l'adhésion des États fédérés.

Faute d'un cadre commun aux politiques de l'eau, le pouvoir judiciaire devient l'arbitre des très nombreux différends¹²³ relatifs à l'eau entre États indiens. Plusieurs tribunaux spéciaux, parfois sous l'impulsion de la Cour Suprême indienne en l'absence d'avancées politiques, ont ainsi été créés pour trancher des litiges entre États ou Territoires de la Fédération indienne. Les plus vives tensions ont lieu entre les États du Karnataka et de l'Andhra Pradesh pour l'usage de l'eau des bassins de la Godavari et de la Krishna, et entre le Maharashtra, le Karnataka et le Tamil Nadu pour la gestion de la Cauvery. Ce dernier bassin a été le cadre de forts mouvements anti-tamouls dans le Karnataka à l'occasion de différentes décisions rendues par le Tribunal spécial pour la Cauvery en 1991 ou en 2007. Les émeutes de 1992 dans le Karnataka, directement liées à la décision du tribunal l'année précédente, ont fait une cinquantaine de morts... Les conditions météorologiques, en fonction de l'abondance de la mousson, apaiseront ou accentueront les tensions entre ces deux provinces. Les mauvaises moussons de 2002 ou de 2008 ont ainsi été suivies de manifestations et d'actions anti-tamoules (suspension des émissions en langue tamoule, arrêt des lignes de bus tamoules entre les deux États, boycott des films de cinéma en tamoul etc.). Durant les années 1990, à la baisse de la fourniture d'eau par le Karnataka, le Tamil Nadu répondait par des coupures d'électricité qui affectaient son riverain d'amont. Des différends peuvent également opposer des usagers domestiques entre eux (accès aux puits, règles de partage fondées sur les castes – exemple du Rann de Kutch¹²⁴, vaste ensemble de marais d'eau salée saisonniers dans l'État du Gujarat).

¹²² Groundwater Governance, *Groundwater Policy and Governance*, Thematic Paper, n°5, avril 2013, 51 p. http://www.groundwatergovernance.org/fileadmin/user_upload/groundwatergovernance/docs/Thematic_papers/GWG_ThematicPaper5_APr2013_web.pdf

¹²³ Pour le détail des tensions internes de l'Inde, voir LAMBALLE Alain, *L'eau en Asie du Sud : confrontation ou coopération ?*, Paris, L'Harmattan, 2009, 271 p.

¹²⁴ MEHTA Lyla, « Problems of publicness and access rights: perspectives from the water domain », in KAUL Inge, CONCEICAO Pedro, LE GOULVEN Katell, MENDOZA Ronald U., (dir.), *Providing global public goods. Managing globalization*, New York, Oxford, Oxford University Press, 2003, 646 p.

2.2.3 – La gestion des grands fleuves transfrontaliers en Asie du Sud : l’empreinte du bilatéralisme indien

Les enjeux liés à l’eau façonnent les relations bilatérales de l’Inde avec ses voisins¹²⁵. Si les rapports indo-pakistanaïens demeurent compliqués (prégnance de l’armée de Terre pakistanaïse sur la diplomatie avec l’Inde, durcissement de la relation avec le Pakistan depuis les attentats de Bombay...), la multiplication de négociations de type « Track II », très relayées par les médias, notamment au Pakistan, favorise l’échange d’idées en dehors des blocages du cadre diplomatique¹²⁶.

Dans le bassin du Gange, l’Inde montre des signes de dépassement de l’approche bilatérale qu’elle avait toujours imposée à ses voisins pour la gestion des questions relatives aux eaux de surface (inondation, partage des débits, soutien à l’hydro-électricité...). L’Inde s’inscrit ainsi progressivement dans une approche intégrée, à l’échelle du bassin partagé. L’article 2 de l’Accord Cadre sur la coopération pour le développement entre l’Inde et le Bangladesh (6 septembre 2011) incite à promouvoir une approche par bassin de la gestion des rivières communes pour des bénéfices mutuels¹²⁷.

Les relations de l’Inde avec ses riverains est compliquée par des jeux de politique intérieure. Obtenir une majorité parlementaire pour former un gouvernement nécessite d’inclure des partis politiques régionaux dans les coalitions. Or l’État central indien subit de vives pressions internes de la part de plusieurs États d’amont des fleuves partagés (Uttar Pradesh, Bihar, Bengale occidental, Pendjab...). Les gouvernements de ces États et les partis politiques qui y sont issus négocient au mieux leurs intérêts sur ces questions. Le Traité de la rivière Tista, qui avait fait l’objet de plusieurs années de négociation entre l’Inde et le Bangladesh, devait être signé par les Premiers ministres des deux pays lors d’une rencontre bilatérale en septembre 2011. Mais Mamata Banerjee, élue Premier ministre du Bengale occidental en mai 2011, refusa de l’approuver, estimant que le futur Traité était trop favorable au Bangladesh (égalité des quotas d’eau). Mamata Banerjee est membre du *All India Trinamool Congress*, parti qui soutenait la coalition majoritaire de l’United Progressive Alliance jusqu’en septembre 2012. Le processus bilatéral est depuis bloqué. L’Inde aurait même demandé à Dacca de négocier directement avec les autorités du Bengale occidental¹²⁸, ce qui illustrerait à nouveau les difficultés internes de la régulation de la ressource en eau.

¹²⁵ PRIO, Water Scarcity in Bangladesh. Transboundary Rivers, Conflict and Cooperation, Prio Report, n°1/2013, 136 p. – www.prio.org

¹²⁶ Les *Track-II dialogues* se multiplient entre l’Inde et le Pakistan. Ne serait-ce que sur le fleuve Indus, quatre se sont tenus récemment, organisés par les centres de recherche ou *Think Tanks* asiatiques et américains (Juin 2011, Décembre 2012, Janvier 2013, Avril 2013...).

¹²⁷ Article 2 : « To enhance cooperation in sharing of the waters of common rivers, both Parties will explore the possibilities of common basin management of common rivers for mutual benefit. The Parties will cooperate in flood forecasting and control. They will cooperate and provide necessary assistance to each other to enhance navigability and accessibility of river routes and ports », Framework Agreement on Cooperation for Development between India and Bangladesh, 6 septembre 2011 – <http://mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/5218/Framework+Agreement+on+Cooperation+for+Development+between+India+and+Bangladesh>

¹²⁸ Entretien à la Brac University, Dacca, en avril 2013.

A.- Bassin de l'Indus : l'arbitrage, fragile voie de rationalisation des tensions ?

Signé en 1960 entre l'Inde et le Pakistan, le Traité de l'Indus instaure une véritable partition du fleuve (affluent par affluent), garante de l'autonomie hydrique des deux États, et non un partage ou une gestion conjointe. Mais après quarante-cinq ans de bon fonctionnement sans l'appel d'une tierce partie, le Traité de l'Indus ne permet plus de prévenir tous les litiges (une Commission de l'Indus, comprenant un représentant de chaque État, se réunit au moins une fois par an dans le cadre du Traité). Ceux-ci se multiplient en effet, à cause de l'augmentation des projets indiens sur des affluents de l'Indus attribués au Pakistan. Pour la première fois depuis 1960, le Pakistan a demandé en 2005 à la Banque mondiale, garante du Traité, de désigner un expert pour empêcher la réalisation par l'Inde du barrage de Baglihar sur la rivière Chenab. Comme en témoigne cet arbitrage¹²⁹ rendu en février 2007, ce barrage de 145 m de hauteur pouvait s'inscrire dans une lecture extensive du Traité, mais le Pakistan voulait surtout éviter un précédent, car le projet indien comporte au total onze barrages. Trois des quatre demandes pakistanaïses ont été reçues, mais minorées, par l'arbitre suisse (Raymond Laffite). Les modifications devant être apportées par l'Inde à son infrastructure s'avèrent négligeables, mais les deux parties ont renoncé à saisir une cour d'arbitrage, comme le Traité de 1960 le permet. Cet épisode a montré d'une part, le bon fonctionnement des instruments externes de régulation des différends prévus par le Traité, et d'autre part la volonté des deux États de s'inscrire dans le Traité et de le perpétuer. Mais la concomitance de projets indiens de grande envergure (dans le Cachemire « indien ») et de pénuries au Pakistan, même si elle est sans lien pour l'instant, est crisogène.

L'Inde n'a pas outrepassé les possibilités que le Traité de l'Indus lui permet sur les trois affluents orientaux qui lui sont attribués (la Sutlej, la Beas et la Ravi). Cependant, elle multiplie les infrastructures, aux limites de l'interprétation qui peut être faite du texte de 1960, sur les affluents dont la gestion est confiée au Pakistan (l'Indus, la Jhelum et la Chenab). Plus d'une cinquantaine de barrages ont ainsi été construits dans la partie du Cachemire contrôlée par l'Inde, sur des cours d'eau dont l'exploitation est confiée par le Traité de l'Indus au Pakistan. L'Inde justifie ces infrastructures par le fait que leurs bénéficiaires vont à des populations locales majoritairement musulmanes, et que le Traité permet l'édification de barrages dans le but d'alimenter en eau et en électricité les riverains de ces affluents, dont la gestion relève du Pakistan. A l'inverse, le Pakistan n'a construit aucun barrage significatif dans la partie du Cachemire qu'il administre. Par exemple, le barrage de Mangla (sur le Jhelum), dont le lac de retenue est situé dans l'Azad Kashmir, ne profite pas aux Cachemiris (hormis le prix payé par le Pendjab pour l'achat d'électricité).

¹²⁹ BOUGUERRA Larbi, « Pakistan : le jugement concernant Balighar ne règle pas tous les détails », disponible à l'adresse <http://www.irenees.net/fr/fiches/documentation/fiche-documentation-423.html>

Tableau n° 7 – DONNÉES GÉNÉRALES ET HYDROLOGIQUES EN ASIE DU SUD¹³⁰

| | Bangladesh | Inde | Népal | Pakistan |
|--|------------|-------|--------|----------|
| Stress hydrique en 2005 (en m ³ /an/hab.) ¹³¹ | 8 343 | 1 582 | 7 142 | 1 474 |
| Taux de dépendance à des ressources exogènes ¹³² | 91,4 % | 31 % | 5,71 % | 78 % |
| Pourcentage d'utilisation des ressources renouvelables | 2,9 % | 40 % | 4,7 % | 74 % |
| Prélèvements agricoles (rapport au total des prélèvements) | 96 % | 86 % | 96 % | 96 % |
| Population en 2010 (en millions) | 148,7 | 1224 | 29,95 | 173,6 |
| Population estimée en 2025 | 206 | 1 447 | 38,03 | 190,6 |
| Population estimées en 2050 | 254 | 1658 | 49,02 | 292 |
| Accès à une source d'eau améliorée | 80 % | 88 % | 88 % | 90 % |
| Accès à l'assainissement ¹³³ | 39 % | 33 % | 35 % | 59 % |

Ainsi, les tensions futures devraient venir des multiples projets, indiens ou pakistanais, dans la partie du Cachemire qu'ils administrent respectivement (car l'Inde, bien qu'en amont, s'oppose à toute infrastructure nouvelle dans le cachemire pakistanais). Le Pakistan a saisi la Cour Permanente d'Arbitrage (La Haye) en mai 2010 dans le cadre du Traité de l'Indus, pour empêcher la construction du complexe hydroélectrique de Kishanganga (ou rivière Neelum). Après sa constitution, le panel de 7 arbitres a commencé ses travaux en janvier 2011. Une première décision partielle en février 2013 suivait les arguments soutenus par l'Inde. Le jugement définitif est attendu fin 2014. Au regard de la trentaine¹³⁴ d'autres projets indiens dans le Jammu et Cachemire, une nouvelle décision favorable à l'Inde pourrait remettre en question la détermination du Pakistan à suivre à la lettre le Traité de l'Indus¹³⁵. L'Inde soutient (ce qui a été conforté par l'arbitrage de 2007) que l'emploi de technologies modernes, non existantes en 1960, permet de passer outre l'interdiction formelle de construire des retenues d'eau indiennes sur les affluents de l'Indus confiés au Pakistan, tout en respectant l'esprit du Traité. Une réforme en ce sens du Traité de l'Indus semble être souhaitée par l'Inde, mais la

¹³⁰ Source : FAO, Aquastat (données 2009 à 2011).

¹³¹ Cet indice consiste à appliquer à un volume de 1 million de m³/an, différentes densités de population. Entre 2 500 m³/an/habitant et 1 700 m³/an/habitant, un État est en situation de *vulnérabilité hydrique*. Entre 1 700 et 1 000 m³/an/habitant, un pays est catégorisé en état de *stress*, entre 1 000 et 500 m³/an/habitant, le seuil de la *carence* est atteint, et en dessous de 500 m³/an/habitant, on parle de *carence absolue*.

¹³² Ressources renouvelables provenant de l'extérieur du territoire de l'État.

¹³³ World Bank, *World development indicators*, Washington DC.

¹³⁴ WALTON Brett, *Pakistan and India in Dam Building Race — Interpreting the Indus Waters Treaty*, Circle of Blue, 30 novembre 2010, <http://www.circleofblue.org/waternews/2010/world/pakistan-and-india-in-dam-building-race-interpreting-the-indus-water-treaty/>

¹³⁵ Entretiens réalisés par Alain Lamballe au Pakistan en janvier 2011.

question de la participation de représentants cachemiris aux futures négociations se poserait alors.

2.2.4 – Bassins du Gange et du Brahmapoutre : l'affirmation du lien Eau – électricité

Le Pakistan oriental, devenu le Bangladesh depuis 1971, a cherché à fixer un volume minimum garanti du Gange à l'entrée de sa frontière, depuis l'annonce par l'Inde en 1951 de la construction d'un barrage à moins de 20 km de sa frontière (le barrage Farakka, opérationnel en 1975). Les négociations se sont étalées sur près de quarante-cinq ans, alternant des comités d'experts entre 1960 et 1962, ou des réunions ministérielles comme en avril 1975. Ce n'est que le 12 décembre 1996 que les deux États signaient le Traité sur le partage du Gange à Farakka, sur la base d'un protocole d'entente établi le 22 novembre 1985. Contrairement aux précédents arrangements qui n'avaient qu'une durée de 18 mois à trois ans, le Traité de 1996 a une validité de trente ans reconductible. Cette coopération à long terme est confirmée par l'établissement d'un comité mixte chargé des modalités techniques d'un partage des eaux. Si en 1997, les quotas de volumes à l'entrée du Bangladesh n'ont pu être respectés par l'Inde en raison d'une année sèche, les années 1998 et 1999, malgré une sécheresse relative, ont permis de dépasser les quotas prévus par le Traité. Le point fort de cet accord est d'avoir prévu des modalités de partage de l'eau en période d'étiage, quand le débit est le plus faible. Bien que fonctionnel, le Traité est cependant affaibli par l'absence de tous les autres États du bassin du Gange, et notamment du Népal, premier riverain d'amont par son apport. Car les perceptions qu'ont les pays du bassin des bénéfices qu'ils peuvent retirer des aménagements de ces fleuves diffèrent. Le Népal espère en premier lieu vendre de l'hydroélectricité à l'Inde et au Bangladesh. New Dehli s'intéresse tout d'abord aux volumes d'eau disponibles. Les connexions interbassins se multiplient en Inde, dont certaines partent d'affluents du Gange. Or ce dernier est surexploité sur tout son parcours. Des transferts vers le Gange (notamment à partir du Brahmapoutre) l'intéresseront particulièrement. Enfin, le Bangladesh partage avec l'Inde sa préoccupation pour les volumes disponibles, tout en y ajoutant un autre enjeu : le contrôle des crues, et plus généralement la régularisation des débits du Gange, du Brahmapoutre et de la Meghna.

2.3 – **Le Pakistan (SAPI)**

Face à un entrelacs et une intrication des enjeux liés à l'eau, l'éventail des options offertes aux décideurs politiques se réduit, ce dont le Pakistan est l'illustration. La politique de l'eau dépend en effet de manière croissante d'objectifs sociaux (stabilité des zones rurales), agricoles (limitation des importations, voire exportation pour bénéficiaire de devises étrangères...) et énergétiques (production d'hydroélectricité, refroidissement des centrales thermiques à flamme ou nucléaires). A cela s'ajoutent les très fortes rivalités entre les quatre provinces pakistanaïses¹³⁶, principalement à l'égard du Pendjab, qui est la terre originelle de l'ethnie majoritaire au Pakistan.

La marge de réforme est également réduite par les clivages partisans et l'influence de lobbies. On retrouve par exemple les grands exploitants agricoles de la vallée de l'Indus, les *landlords*, au plus haut niveau de l'État, à l'image du président pakistanais Asif Ali Zardari et de son Parti du peuple pakistanais (PPP), ancré dans la province du Sind. L'eau, en plus des tensions entre Provinces, polarise également les relations entre

¹³⁶ Voir pour le détail des tensions au Pakistan : LAMBALLE Alain, *L'eau en Asie du Sud : confrontation ou coopération ?*, Paris, L'Harmattan, 2009, 271 p.

les classes sociales. Les paysans se plaignent régulièrement de vols d'eau et de terres par les riches exploitants agricoles (ou anciens militaires) sur les terrains desquels transitent les canaux d'irrigation collectifs. Ces derniers se voient également reprocher comme dernièrement en 2010 d'utiliser à leur seul profit les canaux et réservoirs en période d'inondation, au détriment des terres des plus pauvres qui sont submergées. De manière analogue, l'égalité de la distribution et l'accès à l'eau en zone urbaine est fréquemment remise en cause entre les quartiers pauvres et favorisés.

Le Pakistan exploite la quasi-totalité du débit de l'Indus, et a développé pour cela le plus vaste réseau d'irrigation continu (interconnecté) au monde. Seuls 15 % de la production agricole dépend directement des précipitations¹³⁷. Les prélèvements pour l'irrigation proviennent aux deux-tiers des eaux de surfaces, et pour le tiers restant d'aquifères. Mais le défi agricole découle de l'accroissement démographique, le pays étant passé de 34 millions d'habitants en 1951 à plus de 172 millions aujourd'hui.

Un accord de répartition interne au Pakistan adopté en 1991 (*Apportionment of the water of the Indus River system between the provinces*) attribue des quotas à chacune des Provinces (37 % pour le Sind et pour le Pendjab, 14 % pour la province Frontière du Nord-Ouest et 12 % pour le Baloutchistan)¹³⁸. Mais il ne préserve pas de fortes tensions, notamment dans le Sind. De violentes émeutes contre le manque d'eau ont ainsi éclaté en 2001 à Karachi. Les agriculteurs du Sind manifestent également régulièrement contre les usages domestiques et agricoles dans le Pendjab (14 personnes ont été tuées en juin 2006 dans la région de Karrum¹³⁹). La perspective de nouvelles infrastructures de stockage dans le Pendjab (nécessaire pour le respect de l'Accord de 1991) est également crisogène. 20 000 personnes de l'ethnie pashtoune ont par exemple manifesté à Jahangira en décembre 2005 dans la province "Frontière du Nord-Ouest" (devenue Khyber-Pakhtunkhwa) en opposition à la construction du barrage de Kalabagh en Amont de l'Indus. Ainsi la construction de nouveaux barrages, qui ne peut se faire en amont, est freinée notamment par le Sind, qui craint que ces infrastructures ne viennent renforcer l'hégémonie du Pendjab.

Le Pakistan souffre d'une production très insuffisante d'électricité. 5 000 à 7 000 MW¹⁴⁰ feraient ainsi défaut sur une capacité installée de l'ordre de 20 000 MW. Le mix énergétique fait apparaître une forte dépendance aux hydrocarbures (65 %) malgré un important potentiel hydroélectrique (près de 60 000 MW sur des sites déjà identifiés)¹⁴¹. La capacité actuelle hydroélectrique (moins de 7 000 MW) devrait être augmentée de 25 000 MW (!) à l'horizon 2020. Au début des années 1990, le gouvernement de Benazir Bhutto avait privilégié les producteurs indépendants d'énergie et les hydrocarbures plutôt que l'hydroélectricité. Ce choix à court terme avait surtout favorisé la

¹³⁷ Pakistan Water and Power Development Authority (WAPDA), *Hydro Potential in Pakistan*, Novembre 2011, 76 p. – <http://www.wapda.gov.pk/pdf/BroHydpwrPotialApril2011.pdf>

¹³⁸ L'*Indus River System Authority* (IRSA), créée en 1992, est chargée de mettre en œuvre l'accord de 1991, de régler les litiges éventuels, d'examiner les conséquences pour les provinces des nouveaux projets d'infrastructure et de coordonner les activités de la *Water And Power Development Authority* (WAPDA).

¹³⁹ PNUD, *Human Development Report 2006. Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis*, New York, 2006, 422 p.

¹⁴⁰ Chiffres AFD et direction du Trésor, *La crise électrique (au Pakistan) : un défi majeur pour le gouvernement*, décembre 2010, 4 p. – <http://www.tresor.economie.gouv.fr/File/321670>

¹⁴¹ Pakistan Water and Power Development Authority (WAPDA), *Hydro Potential in Pakistan*, Novembre 2011, 76 p. – <http://www.wapda.gov.pk/pdf/BroHydpwrPotialApril2011.pdf>

corruption¹⁴² (notamment pendant les phases d'achat de combustibles tout au long de la vie d'une centrale, ce que ne permet pas le secteur hydraulique !), et le Pakistan va subir dix années supplémentaires de pénuries d'électricité. Ce retard infrastructurel vient également du fait que la petite hydraulique (centrales au fil de l'eau ou au réservoir assurant une production au mieux de quelques jours) a été délaissée au profit des gros projets. Mais la réalisation de grands barrages est alors devenue le nouveau cadre aux tensions interprovinciales, butant sur l'indemnisation des provinces où a lieu la construction, sur le versement de redevances et le partage de l'eau.

Contrairement à la plupart des configurations amont-aval où s'opposent des usages de l'eau énergétique pendant l'hiver en amont et agricoles pendant l'été en aval, les pics de consommation électrique ont lieu pendant l'été au Pakistan (climatisation). Cela limite les conflits pour l'eau entre les usages énergétiques et agricoles, qui sont surtout vifs sur cette question entre l'Inde et le Pakistan.

Au final le Pakistan n'a véritablement résolu « *aucun des problèmes majeurs auxquels il se trouve confronté : le contrôle des inondations, la production hydroélectrique, le développement de l'irrigation et la lutte contre la pollution* »¹⁴³.

Le pouvoir au Pakistan est centralisé, et on ne retrouve pas la même volonté qu'en Inde de composer avec les gouvernements provinciaux. Une Commission nationale permanente de l'eau a été instituée en avril 2011, directement présidée par le Premier ministre, pour réguler les usages de l'eau et contrôler les capacités de stockage, et combler les carences de l'*Indus River System Authority* (IRSA).

Face à ces nombreuses contraintes et problèmes internes, et compte tenu de la faible capacité de réforme et d'action des décideurs politiques en matière d'eau, la tentation est grande de faire des États riverains d'amont, l'Inde et l'Afghanistan essentiellement, la source principale des pénuries actuelles au Pakistan.

2.4 – Arabie Saoudite

Les ressources renouvelables en eau de surface de l'Arabie Saoudite s'élèvent à 2,2 km³ par an, et celles souterraines renouvelables à 2,4 km³ par an, dont 2,2 sont communes avec celles de surface. Du coup, les ressources renouvelables totales ont un volume de 2,4 km³ par an (Aquastat Survey 2008, donnée 2006). Or les prélèvements atteignaient, en 2006, 23,7 km³. Cette différence avec les ressources renouvelables s'explique par le recours massif à de l'eau non conventionnelle, qu'il s'agisse de l'exploitation d'eau fossile, du recours au dessalement ou à la réutilisation.

Les réserves totales en eau souterraine de l'Arabie Saoudite sont estimées entre 500 km³ (Aquastat Survey, 2009) et 2 185 km³¹⁴⁴. La FAO (Aquastat) évalue à 340 km³ l'eau extractible des différents aquifères à un coût économique acceptable.

¹⁴² Série d'entretiens menés au Pakistan au 4^{ème} trimestre 2011.

¹⁴³ LAMBALLE Alain, in LAMBALLE Alain, TAITHE Alexandre, *Eau et architecture de sécurité en Asie du Sud*, Paris, 2011, 136 p., étude réalisée pour la Délégation aux affaires stratégiques (ministère de la Défense).

¹⁴⁴ ABDERRAHMAN Walid A., « Saudi Arabia aquifers », in FOSTER Stephen, LOUCKS Daniel P., *Non-Renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*, Unesco, IHP-IV, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p.

Entre 1975 et 2000, 380 km³ d'eau souterraine auraient ainsi été prélevés de manière analogue à de l'exploitation minière, ce qui fait du royaume wahhabite le plus grand préleveur d'eau fossile au monde.

L'épuisement des nappes fossiles saoudiennes (partie la plus facilement exploitable), pourrait être arrivé à un stade critique. Cela a conduit les autorités d'Arabie Saoudite à privilégier pour l'eau urbaine l'exploitation de ressources alternatives comme l'eau dessalée, dont la part est devenue en 2010 majoritaire dans l'alimentation en eau des principales villes du Royaume¹⁴⁵. L'eau fossile représentait encore 66 % des prélèvements saoudiens¹⁴⁶ globaux en 2000. Cette eau précieuse devrait être préservée à tout prix dans l'intérêt stratégique du royaume d'Arabie. En 2008, la production d'eau dessalée se situait à hauteur de 2,6 km³ pour la seule Arabie Saoudite (premier producteur mondial).

L'épuisement du SAMPA, s'il se confirmait dans les 25 prochaines années, pourrait conduire, avant cette issue, à des tensions régionales et locales. Au regard des contestations internes (et dans le monde arabe) du régime wahhabite, les tensions liées à la refonte, voire à la disparition, du secteur agricole viendraient s'ajouter aux pressions sociales et politiques actuelles.

Pour la gestion des eaux urbaines, Riyad reconnaît depuis plusieurs années l'importance des partenariats stratégiques entre les grandes villes du royaume saoudien et des opérateurs efficaces en termes de *water loss management*. Les arrivées de Veolia Environnement à Riyad, de Suez Environnement à Djeddah, et de la Saur à La Mecque, sont illustratives de la volonté royale de mettre fin au cycle désastreux des pertes en eau dans les réseaux urbains.

Le BRGM est chargé d'une mission d'évaluation de toutes les nappes dans le nord-ouest de l'Arabie Saoudite.

2.5 – La Jordanie

La Jordanie est située dans une zone semi-aride. 6 % seulement de sa superficie reçoit des précipitations supérieures à 300 mm/an ; quantité estimée comme un minimum pour faire pousser du blé. Les rares eaux disponibles du royaume de Jordanie proviennent pour près de la moitié d'eaux de surface et pour le reste de réserves souterraines. Le Ministère de l'eau jordanien estime que les ressources souterraines disponibles sont de 400 millions de m³ par an, et que les eaux de surfaces n'excèdent pas 530 millions de m³. La FAO (Aquastat Survey 2008) évalue les ressources souterraines renouvelables à 450 millions de m³ par an, mais dont 253 sont communes avec les eaux de surface. Une moyenne des ressources renouvelables internes limitent ces dernières à 485 millions de m³ par an.

Parmi les douze bassins aquifères jordaniens, deux sont considérés comme non renouvelables et se situent dans le sud du pays (Disi et Jafer ou El Jafr). La *Water Authority*

¹⁴⁵ En 2008, toutes les projections s'accordaient en effet à montrer que l'eau dessalée représentera 55 % de l'eau produite à usage domestique et urbain à horizon 2010, si les programmes de construction d'usines sont respectés.

¹⁴⁶ ABDERRAHMAN Walid A., « Saudi Arabia aquifers », in FOSTER Stephen, LOUCKS Daniel P., *Non-Renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*, Unesco, IHP-IV, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p.

of Jordan évalue l'exploitation de ces nappes fossiles à 125 millions de m³ par an pendant cinquante ans pour Disi, et à 18 millions de m³ par an sur cinquante ans pour Jafer.

Problème majeur, la demande de la population jordanienne croît à un rythme rapide. Terre traditionnelle d'accueil – avec les arrivées massives de réfugiés, majoritairement palestiniens, à la suite du premier conflit israélo-arabe en 1949, après la guerre des Six jours en 1967 et suite à la guerre du Golfe en 1991 – la Jordanie continue aujourd'hui à assumer ce rôle, avec l'entrée, depuis 2003, de populations ayant fui la guerre civile irakienne. De ce fait, la population jordanienne a maintenant dépassé le stade des 6 millions de personnes contre 4,1 millions au recensement de 1994, et croît annuellement de 2,4 %¹⁴⁷.

L'évolution des déficits en eau peut se résumer par le tableau suivant :

Tableau n° 8 – ÉVOLUTION DU DÉFICIT EN EAU EN JORDANIE

| MILLIONS DE M ³ | 2007 | 2010 | 2020 | 2030 |
|---|-----------|---------------|---------------|---------------|
| Demande en eau (dont agriculture et industrie) | 950 (640) | 1 560 (1 150) | 1 680 (1 100) | 1 780 (1 040) |
| Offre en eau (dont réutilisation) | 940 (90) | 1 025 (120) | 1 072 (190) | 1 138 (237) |
| Deficit | -10 | - 535 | - 608 | - 642 |

Pour répondre à ses besoins grandissants en eau, le royaume de Jordanie n'a eu de cesse de lancer de grands projets permettant d'accroître ses ressources. Parmi ces projets de ressources alternatives, citons l'exemple de Wadi Maïn qui était sans aucun doute prémonitoire du grand projet de canal entre Disi et Amman.

Les eaux de surface transfrontalières font l'objet d'une concurrence accrue avec Israël et la Syrie, qu'il s'agisse principalement du Yarmouk ou du Jourdain. Le Traité de Paix du 26 octobre 1994 entre Israël et la Jordanie prévoit une répartition des eaux du Yarmouk et du Jourdain. Israël pourra prélever 12 millions de m³ du Yarmouk l'été, et 13 l'hiver ; la Jordanie bénéficie du solde du cours du Yarmouk, à la condition de permettre à Israël un prélèvement supplémentaire de 20 millions de m³ en hiver. Les eaux du Jourdain seront partagées à égalité l'été, et Israël s'engage à fournir 20 millions de m³ en échange de ceux du Yarmouk concédés par la Jordanie en hiver. La Jordanie pourra utiliser 20 millions de m³ provenant des crues ou inondations. Mais les deux parties pourront pomper de l'eau en vue de la stocker. 50 millions de m³ supplémentaires devront être trouvés par une action conjointe en faveur de la Jordanie. Hormis pendant la sécheresse de 1999, l'accord, globalement favorable à la Jordanie, connaît une application satisfaisante. En revanche, aucune des infrastructures communes projetées n'a encore vu le jour. Un large projet visant à relier la mer Rouge à la mer Morte a été mis en phase d'étude par la Banque mondiale (10 millions de dollars). Ce canal de 180 km permettrait, grâce au dénivelé négatif de la mer Morte, de produire de l'hydroélectricité et de l'eau dessalée. Ce projet bénéficierait à la Jordanie et à Israël, même si c'est au mieux un sentiment d'ignorance qui prévaut entre ces deux riverains.

¹⁴⁷ CIA World Fact Book, Jordan, estimations de juillet 2007.

Figure n° 18 – LES AQUIFÈRES SOUTERRAINS EN JORDANIE
 (SOURCE : US GEOLOGICAL SURVEY)

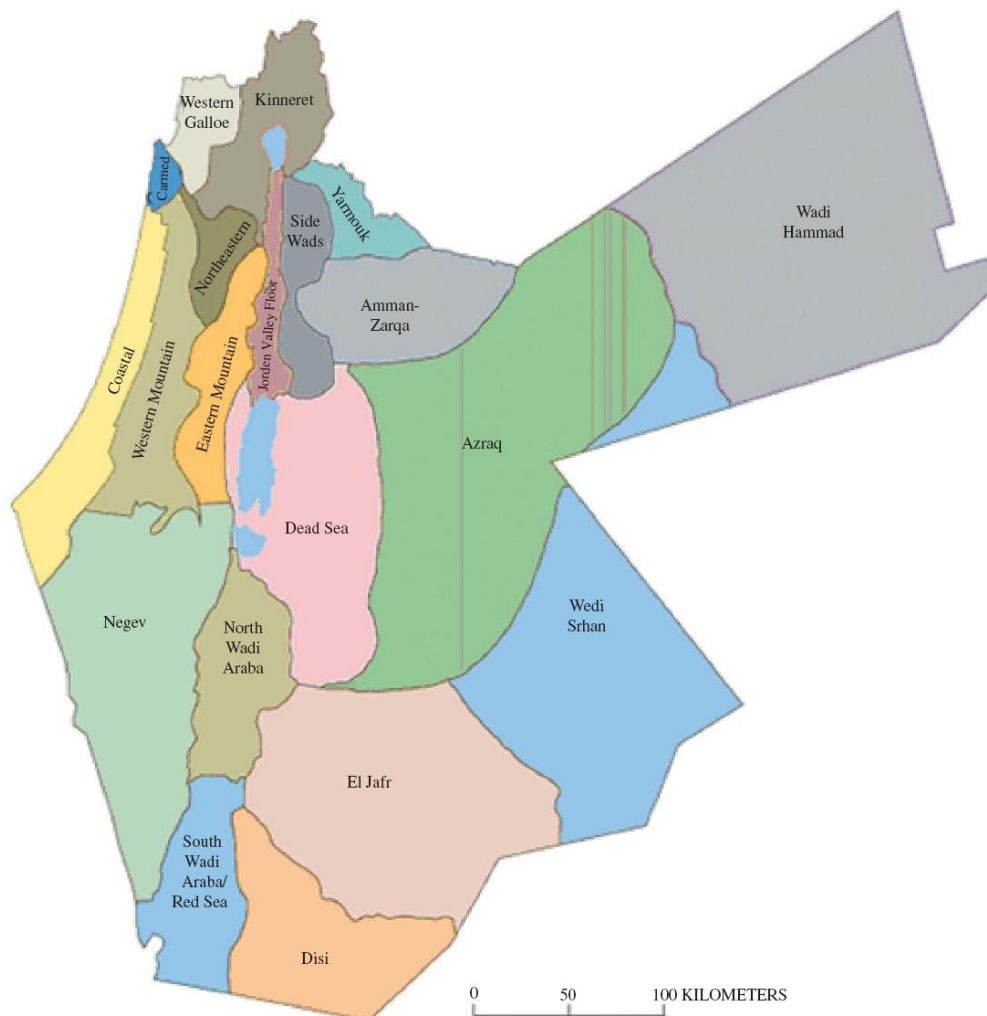


Figure 2. The underground aquifers in Jordan.
 Source: US Geological Survey (n.d.).

La concurrence avec la Syrie pour le Yarmouk pourrait également s'exacerber. La Syrie est en effet tentée d'accroître ses prélèvements sur ce court affluent du Jourdain. L'existence d'infrastructures hydrauliques, comme le barrage de Maqarin sur la partie commune du Yarmouk entre la Jordanie et la Syrie, est tolérée par Israël. Le projet Al-Wihdeh (l'Union) est relancé depuis 1999 après que la Syrie a proposé une aide de 8 millions de litres à la Jordanie, en grande difficulté hydrique pendant les sécheresses de 1999. Le projet commun, qui avait suscité l'opposition d'Israël en 1987 et le retrait de la Banque mondiale, porte sur 225 millions de m³ et devrait être financé par des partenaires arabes. Mais le seuil d'acceptation par Israël de ces prélèvements sur le Yarmouk (ou le Baniyas en Syrie) est inconnu. Sans doute, les prélèvements jordaniens ne devront pas dépasser ceux prévus par l'accord de 1994. Ce nouveau barrage, achevé en 2007, semble davantage profiter à la Syrie, au regard de plusieurs protestations

jordanienne contre des prélèvements agricoles syriens¹⁴⁸. Un mécanisme de concertation existe cependant pour le partage des débits par saison (le dernier comité s'est réuni à Damas fin septembre 2010). Il découle d'un accord entre les deux pays datant de 1987 qui avait initié le barrage d'Al Wihdeh. De futurs prélèvements par Damas pour irriguer le sud de son territoire sont probables, autant pour les raisons communes aux autres zones potentiellement conflictuelles (pression démographique, hausse de la consommation avec le niveau de vie, baisse qualitative de l'eau compensée par une augmentation quantitative...) que pour soulager la pression turque croissante sur l'Euphrate.

2.6 – Israël et les territoires palestiniens

Le bassin du Jourdain sert généralement à illustrer le lien entre conflits et ressources en eau. Dans cette optique, Israël mènerait alors une hydropolitique visant à conquérir, conserver et gérer les ressources en eau du bassin du Jourdain. La guerre de 1967, avec l'occupation de la Cisjordanie et de Gaza (et de leurs ressources souterraines), l'occupation du Golan puis du sud Liban en 1982 (qui assurait une maîtrise totale des sources du Jourdain jusqu'au lac de Tibériade), et l'implantation continue de colons dans des zones hydrologiques stratégiques, sembleraient effectivement confirmer la corrélation entre le facteur eau et les politiques d'expansion et d'occupation israéliennes. Jusqu'en mai 2000, 67 % de l'eau prélevée par Israël provenaient de l'extérieur de ses frontières de 1948. Cependant, l'abandon du sud Liban¹⁴⁹, la signature de traités bilatéraux entre Israël, la Jordanie et l'Autorité palestinienne, et ce malgré une position hégémonique d'Israël dans tous les domaines dans la région, confortent l'idée que l'eau n'est pas un point bloquant à la réalisation de la paix dans le bassin du Jourdain. Mais le véritable château d'eau de la région est souterrain.

Tableau n° 9 – RESSOURCES EN EAU ET PRÉLÈVEMENTS EN ISRAËL, SYRIE, AU LIBAN ET DANS LES TERRITOIRES PALESTINIENS¹⁵⁰

| En milliards de m ³ (km ³) | Ressource renouvelable totale | Ressource renouvelable de surface exogène | Ressource renouvelable souterraine exogène | Ressource renouvelable interne | Ressource interne de surface | Ressource interne souterraine | Prélèvements | Part de l'agriculture dans les prélèvements |
|---|-------------------------------|---|--|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------|---|
| Israël | 1,78 | 0,305 | 0,725 | 0,75 | 0,25 | 0,5 | 1,954 | 58 % |
| Liban | 4,8 | | | 4,5 | | | 1,31 | 60 % |
| Syrie | 16,797 | | | 7,132 | | | 16,69 | 87 % |
| Cisjordanie | 0,766 | | | 0,766 | 0,072 | 0,694 | 157 | 57 % |
| Gaza | 0,071 | 0,015 | 0,01 | 0,046 | négligeable | 0,046 | 133 | 63 % |

¹⁴⁸ Voir par exemple plusieurs articles du *Jordan Times*, dont celui-ci datant du 9 avril 2009 : <http://www.jordantimes.com/?news=15627&searchFor=Yarmouk>

¹⁴⁹ Le retrait des colons israéliens de la bande de Gaza n'affecte pas les ressources en eau d'Israël, tant les nappes souterraines sous le territoire palestinien souffrent d'infiltrations d'eau de mer.

¹⁵⁰ Sources : FAO, *Aquastat Survey 2008, 2009* (base de données disponible en ligne) – <http://www.fao.org/nr/water/aquastat>

Les ressources souterraines en eau renouvelable s'avèrent en effet plus primordiales pour Israël que les eaux du Jourdain. Sur les 1,78 km³ par an de ressources renouvelables totales dont disposent l'État hébreu, 1,25 km³ proviennent de flux souterrains, internes ou exogènes. Mais près de 58 % de ces ressources renouvelables ont pour origine soit la Cisjordanie, le Liban, ou la Syrie.

Les volumes prélevés témoignent d'une profonde asymétrie de consommation : Israël utiliserait 1,75 milliard de m³ par an, en incluant les nappes de Cisjordanie, pour une population de 7.7 millions d'habitants¹⁵¹ en 2012. La Jordanie prélève 1 milliard de m³ par an pour 6,5 millions d'habitants. Les 4,3 millions de Palestiniens utilisent 350 millions de m³.

La Bande de Gaza souffre particulièrement de la pénurie, avec une ressource moyenne de 41 m³/an/habitant. Face à un service de l'eau insatisfaisant (qualité de l'eau fournie, intermittence du service), beaucoup de Gazaouis forent eux-mêmes des puits. Outre le fait que les volumes ainsi prélevés échappent aux autorités palestiniennes, la contamination de ces sources d'eau avec les eaux usées est fréquente, comme en atteste la présence de coliformes dans l'eau distribuée à Gaza¹⁵² ou dans les réservoirs de toit. Les fuites du réseau (40 %) favorisent cette contamination croisée avec les eaux transportées par des égouts mal entretenus, voire détruits. Au final, les taux de nitrates et de chlorure sont jusqu'à sept fois supérieurs aux normes fixées par l'Organisation mondiale de la Santé.

La proportion de cultures irriguées en Cisjordanie est passée de 26 % à 4 % entre 1967 et 1992¹⁵³ (bien que certaines installations palestiniennes aient bénéficié des hautes technologies d'irrigation mises en œuvre par Israël). La diminution de l'agriculture irriguée palestinienne est surtout la conséquence des restrictions à la construction de puits palestiniens, placée sous contrôle militaire. Jacques Sironneau¹⁵⁴ rapporte l'existence de deux ordonnances militaires de 1967 qui imposent une autorisation préalable des autorités militaires pour le forage de nouveaux puits palestiniens. 34 autorisations auraient été accordées depuis, jusqu'à Oslo I en 1993. Ces ordonnances limitent les heures d'arrosage pour les Palestiniens, exproprient les installations palestiniennes « abandonnées » pendant le conflit, et réglementent l'usage des infrastructures existantes.

Israël craindrait surtout les rejets polluants, agricoles et domestiques palestiniens, qui rendraient impropre durablement l'eau des aquifères en Cisjordanie, dont l'apport est essentiel à l'État hébreu. Le contrôle de la pollution de l'Aquifère de la Montagne et de l'aquifère côtier par l'Autorité palestinienne pourrait être le préalable à tout nouveau partage. Palestiniens et Israéliens sont à la recherche de solutions techniques qui n'aggraveront pas la situation.

Mais cela suppose que l'Autorité palestinienne ait une réelle capacité de contrôle des usages et demandes. Or, près de 70 % de l'eau utilisée par les Palestiniens en Cisjordanie serait directement gérée par des syndicats agricoles ou des communautés villageoises.

¹⁵¹ United Nations, *State of the World Population 2012*, 2012 – <http://www.unfpa.org/public/home/publications/pid/12511>

¹⁵² BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, 2011, *op. cit.*

¹⁵³ HATZFELD Jean, « Le Proche-Orient face au Jourdain », *Problèmes Politiques et Sociaux*, 4 septembre 1992, n°686, pp. 56-59.

¹⁵⁴ SIRONNEAU Jacques, *L'eau. Nouvel enjeu stratégique mondial*, *op. cit.*

Sans centralisation minimum, l'Autorité palestinienne pourra difficilement garantir le respect d'objectifs quantitatifs et qualitatifs.

Mis à part les dispositions d'Oslo II relatives à l'Aquifère de la Montagne, il n'existe pas de traité international entre tous les pays ou autorités appartenant au bassin du Jourdain. De plus, de réelles inégalités de consommation et de répartition des eaux divisent les parties prenantes et génèrent des tensions entre usagers. Mais plusieurs traités ou accords bilatéraux, entre Israël et la Jordanie (1994), entre la Jordanie et la Syrie (1987), entre Israël et l'Autorité palestinienne (1995), indiquent que la question de l'eau ne paralyse pas le processus de paix. Les protagonistes acceptent ainsi l'idée d'un partage de l'eau, bien que ses modalités ne soient pas définitives. Pour porter cette ébauche de volonté politique, des solutions techniques existent. Pour se rendre moins dépendant des volumes d'eau disponibles, Israël a notamment entrepris la conversion de son économie : la redistribution progressive de l'eau agricole dans d'autres secteurs d'activité s'avère infiniment moins difficile que pour d'autres pays, tels l'Égypte. La réutilisation de l'eau (jusqu'à deux fois) et le dessalement de l'eau de mer compensent également le déficit quantitatif en eau. Israël entre ainsi dans une logique de substitution de la ressource. La production annuelle d'eau dessalée, avoisinant 400 millions de m³ en 2007, devrait être multipliée d'un facteur 3 à 4 en 2020. 800 millions de m³ d'eau désalinisée pourraient être produits avec la Jordanie et l'Autorité palestinienne dans le cadre du canal des deux mers. Une étude de faisabilité de deux ans, d'un montant de 15 millions de dollars, a en effet été initiée fin 2006 pour préserver la mer Morte de la disparition en 2050, et conjointement produire de l'électricité et de l'eau dessalée. Un canal, long de 180 km, empruntant le territoire jordanien, pourrait relier la mer Rouge à la mer Morte. Le projet témoigne cependant d'une vision uniquement technique de la gestion de l'eau, centrée sur la gestion de l'offre, et est vivement critiqué (aspects environnementaux dans les deux mers notamment). La Jordanie s'illustre également par le captage des eaux de pluie, et par la modernité des techniques d'irrigation mises en œuvre. La Syrie, qui a besoin d'une partie des eaux du Yarmouk, pourrait être contrainte à négocier des aménagements hydrauliques avec Israël, ce qui serait une première étape vers une normalisation des relations entre ces deux États.

2.7 – Égypte

État dominant du bassin hydrographique du Nil depuis des millénaires, l'Égypte voit son hégémonie régionale fragilisée par plusieurs développements récents, au risque de favoriser un nationalisme hydrique qui aurait des répercussions sur les eaux souterraines partagées avec la Libye, le Soudan et le Tchad (NSAS). Des tensions sur les eaux superficielles pourraient en effet aviver l'intérêt de l'Égypte pour les ressources alternatives, parmi lesquelles les aquifères partagés.

Tout d'abord, plusieurs États d'amont du Nil Blanc et du Nil bleu (l'Éthiopie, le Rwanda, l'Ouganda ; la Tanzanie et le Kenya dans les jours qui ont suivi) se sont entendus le 14 mai 2010 à Entebbe pour un nouveau partage de l'eau qui ne reprend pas les termes de l'accord égypto-soudanais de 1959 (cf. *infra*). Cette association des riverains de l'amont marque une rupture politique avec l'approche égyptienne depuis des décennies, fondée sur le *statu quo*.

Ensuite, des nouveaux financeurs (dont la Chine et des groupes chinois) investissent de manière croissante dans des infrastructures hydrauliques et d'interconnexions électriques en Éthiopie, au Soudan (à venir très probablement au Sud-Soudan), et dans

l'Afrique des Grands Lacs¹⁵⁵. L'Éthiopie pourrait devenir dans les prochaines années le premier pays africain producteur d'hydroélectricité. Or, le financement était le point bloquant pour Addis-Abeba. L'Égypte s'opposait auparavant à toute forme de financements internationaux de barrage en amont, qui exigent en effet l'unanimité des États riverains pour leur versement. Même si l'usage énergétique d'un cours d'eau n'est pas « consommant » en volume, les calendriers d'usages agricoles de la ressource et des lâchers d'eau à des fins hydroélectriques sont rarement compatibles. Grâce à l'émission de bons du trésor à destination principalement de sa diaspora, l'Éthiopie a lancé la première phase de la construction sur le Nil bleu du Barrage de la Renaissance (ou du Millénaire), d'un réservoir de 63 km³ et d'une puissance installée à terme proche des 6 000 MW.

De même, bien que le Soudan soit plutôt perçu comme un allié sur la stricte question de l'eau (malgré la tentative d'assassinat du président Moubarak à Addis-Abeba en 1995), Khartoum va être amené à augmenter ses prélèvements (au regard de la faible proportion de sa surface agricole utile mise en irrigation). De fait, le soutien du Soudan à l'Égypte pour la gestion du Nil semble devenir de plus en plus rhétorique. Karthoum et le Sud-Soudan ont en effet tenté de consolider leurs relations avec Addis-Abeba à mesure que la partition du Soudan se rapprochait. Dès lors, il n'est pas exclu que les relations avec l'Égypte se tendent davantage, et que l'enjeu des eaux souterraines du NSAS soit mêlé à celui des eaux de surface du Nil.

Au regard de l'expansion continue des aires de culture en Égypte, de l'état de l'opinion publique égyptienne hostile à tout développement en amont qui aurait un impact sur les ressources disponibles pour Le Caire, de très fortes tensions politiques dans les prochaines années apparaissent inévitables. Le nouveau contexte politique en Égypte après le « printemps arabe » de 2011 accentue les incertitudes diplomatiques. Quelles relations l'Égypte entretiendra-t-elle avec ses riverains dans les prochaines années ? Les hypothèses conflictuelles demeurent peu probables (surtout avec le Soudan). Plutôt qu'une guerre ouverte aux bénéfices plus qu'incertains pour l'Égypte, le *statu quo* que recherche cette dernière pourrait être assuré par la seule destruction des futures infrastructures éthiopiennes, avant qu'elles ne soient achevées (compte tenu de la dangerosité d'un bassin de rétention plein). La présence chinoise, aussi bien en amont qu'en aval du Nil, pourrait être un facteur de modération des crises futures. Quoiqu'il en soit, un nouvel équilibre entre les pays du bassin du Nil se dessine, dans lequel l'Éthiopie pourrait bien davantage tirer partie de sa position de riverain d'amont.

Un élargissement des tensions à Israël est enfin possible, car Le Caire voit la main des États-Unis et d'Israël, en plus de la Chine, dans la multiplication des projets de développements agricoles et hydroélectriques en Éthiopie et en Ouganda. La faible partie du NSAS se situant dans le sud-ouest israélien ne paraît en revanche pas susceptible d'être intégrée aux tensions, l'État hébreu n'utilisant pas pour l'instant ces ressources fossiles.

Côté Israélien, c'est la perspective d'un prolongement du canal al-Salam, du Sinaï jusqu'à son territoire (avec une éventuelle connexion au National Career dans le Néguev) et celui de Gaza qui motiverait l'intérêt de Jérusalem pour le Nil¹⁵⁶. La

¹⁵⁵ TAITHE Alexandre, « Grands projets hydrauliques et interconnexions des réseaux électriques dans l'Afrique des Grands Lacs : entre inadaptation et démesure », coll. Notes de la FRS / Observatoire des Grands Lacs en Afrique, n°6/2012, 19 p. - http://www.frstrategie.org/barreCompetences/environnement/doc/ogl_06.pdf

¹⁵⁶ SALAUN Tangi, « L'Égypte et Israël mènent la bataille du Nil », *Le Figaro*, 28 juin 2010.

déviations par un canal d'environ 1 km³ du fleuve vers Israël via le Sinaï avait déjà été évoquée entre 1974 et l'assassinat¹⁵⁷ de Sadate en 1982.

Le 3 juin 2013, une réunion télévisée, organisée par le Président Morsi avec les représentants de la plupart des partis politiques égyptiens, avait pour but d'examiner les options égyptiennes face au lancement du chantier par l'Éthiopie du barrage de la Renaissance. Quelles qu'en soient les causes¹⁵⁸, les débats ont été retransmis en direct sur une chaîne égyptienne (Channel 1), et ont illustré à l'extrême¹⁵⁹ le rapport passionnel qui lie les Égyptiens au Nil. Outre un ton belliqueux et méprisant à l'égard des pays du Haut-Nil, la volonté de protéger « chaque goutte du Nil » utilisée par l'Égypte, comme le dit le Président Morsi, semble inaltérable.

Il est vrai que la situation hydrique interne apparaît inextricable, et pèse sur la position de l'Égypte avec ses voisins d'amont. Des capacités insuffisantes de gouvernance, avant même la révolution arabe, conjuguées à des contraintes internes fortes (accroissement démographique notamment), expliquent ce changement d'échelle des tensions, du national au régional¹⁶⁰.

Car quels que soient les indicateurs utilisés, l'Égypte est au seuil de son potentiel hydraulique. Elle prélève 118 % de ses ressources renouvelables¹⁶¹ (68,3 km³ sur une ressource¹⁶² renouvelable totale de 57,3 km³), grâce à la réutilisation, au dessalement, ou à l'exploitation de ressources non renouvelables. 97 % des ressources en eau de l'Égypte proviennent du Nil, et sont dites exogènes, facteur de dépendance à l'égard de pays d'amont.

La rationalité de la politique égyptienne de l'eau est centrée sur l'efficacité, à défaut de pouvoir diminuer la demande. Cela constitue un facteur aggravant : l'Égypte, à l'opposé d'une politique de développement durable de ses ressources, conduit plusieurs projets d'irrigation à l'ouest du Nil et dans le Sinaï, pour augmenter de 20 % sa production

¹⁵⁷ ZARLEY Kermit, *Extending Egypt's Al Salam Canal to the Palestinian State*, 24 janvier 2005, 9 p. – <http://www.kermizarley.com/pdf/alsalamcanal.pdf>

¹⁵⁸ Plusieurs hypothèses sont possibles. Outre l'erreur due à l'amateurisme des équipes de Morsi (version soutenue par l'opposition égyptienne), Le Président Morsi aurait pu rendre publique cette réunion soit pour discréditer ses opposants (lui-même ne parle qu'en termes généraux, et une fois que la nouvelle de la transmission de la réunion en direct a circulé auprès des autres intervenants, soit pour envoyer un message clair à l'Éthiopie sur l'intransigeance de l'Égypte sur ses quotas d'eau du Nil. Vidéo disponible sur : <http://thelede.blogs.nytimes.com/2013/06/06/with-cameras-rolling-egyptian-politicians-threaten-ethiopia-over-dam/>

¹⁵⁹ Saad Katatni, leader du parti islamiste FJP (*Freedom and Justice Party*), explique ainsi que toutes les options sont ouvertes contre l'Éthiopie. Le chef du parti salafiste Al-Nour, Younes Makhion, outre le fait de voir la main d'Israël et des États-Unis derrière le Barrage du Millénaire, suggère de faire pression sur le gouvernement d'Addis Abeba en instrumentalisant les minorités ethniques en Éthiopie, par le soutien au Front de Libération Oromo (OLF) ou au Front national de Libération de l'Ogaden. À défaut, les services secrets égyptiens pourraient détruire toute infrastructure qui menacerait la sécurité hydrique de l'Égypte. Le Docteur Hassan Al-Shafi'i, de l'Université d'Al Azhar, explique que l'eau du Nil sera déviée à partir du barrage vers Israël au moyen de pipelines d'eau passant sous la mer Rouge. Outre la formation d'un axe avec l'Érythrée, le Sud-Soudan et Djibouti pour peser sur les autorités éthiopiennes, prônée par le chef du parti libéral Reform Development Party, Mohamed Anwar Esmat Al-Sadat, Ayman Nour, chef du Ghad El-Thawra Party (proche des Frères musulmans), suggère de faire croire par de fausses informations (achat d'avions ravitailleurs...) à une préparation d'attaque du barrage par l'armée égyptienne...

¹⁶⁰ TAITHE Alexandre, « Restaurer la dimension politique de la gestion de l'eau », *Géoéconomie*, n°60, hiver 2011-2012, pp. 61-67.

¹⁶¹ Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *Water, a shared responsibility. The United Nations World Water Development Report 2*, Paris, UNESCO Publishing, 2006, 584 p.

¹⁶² FAO, *Aquastat Survey 2008*, 2009, op. cit.

alimentaire. L'eau nécessaire à la réalisation de ces projets proviendrait de l'amélioration des techniques d'irrigation dans la vallée du Nil (goutte à goutte par exemple), mais aucune réforme de ces techniques n'a pour l'instant été entreprise. Car le barrage d'Assouan est déjà au maximum des volumes qu'il peut garantir sur une année (autour de 60 km³ par an). Les solutions pour augmenter le débit du Nil en Égypte passeraient donc par les pays d'amont.

De vastes projets de valorisation du désert occidental de l'Égypte à partir d'eau souterraine pourraient voir le jour à courte échéance. Plusieurs puits expérimentaux, puisant dans l'aquifère des grès de Nubie, ont été mis en service en 2011. Une vingtaine de points d'accès, dont la découverte a été annoncée¹⁶³ par une équipe en octobre 2011, pourrait permettre de « réhabiliter » jusqu'à 15 000 km² de désert.

Ces projets d'extension des usages de l'eau s'inscrivent pourtant dans un contexte de pénurie relative croissant des eaux du seul fleuve égyptien. En effet, le volume du Nil en Égypte ne peut que diminuer. Tout d'abord, le Nil provient essentiellement de l'Éthiopie. Ce pays contribue en effet à plus de 85 % au débit du Nil après Khartoum. Le Nil bleu, qui provient du Lac Tana en Éthiopie, est la composante majeure du cours du Nil avec 52,5 milliards de m³ par an (59 % du cours du Nil). Il est rejoint par le Nil blanc (22,5 milliards de m³ par an, soit 14 % du cours du Nil) à Khartoum au Soudan. Deux autres affluents proviennent d'Éthiopie : le Sobat (14 % du cours du Nil) rejoint le Nil Blanc à Malakal, et l'Atbara (13 %) se jette dans le Nil après Khartoum. En période de crues, les sources éthiopiennes constituent 95 % du Nil. L'augmentation de la Surface Agricole Utile (SAU) irriguée en Éthiopie et au Soudan sera donc un élément déterminant de leurs prélèvements en eau. Actuellement, moins de 10 % de la SAU (112 millions d'hectares) éthiopienne est cultivée, et moins de 3 % l'est par irrigation. Si l'Éthiopie ne peut construire de barrage à cause du blocage de ses financements internationaux par l'Égypte¹⁶⁴, elle développe des projets d'adduction et de stockage d'eau potable et d'eau d'irrigation. Le Soudan connaît une situation agricole assez similaire : 16 % de sa SAU (105 millions d'hectares) est cultivée, et environ 12 % l'est par irrigation. La pression démographique poussera inévitablement ces deux États à augmenter leur production alimentaire, et donc leur consommation d'eau (domestique, agricole) au détriment des usages actuels de l'Égypte. A titre de comparaison, 99,94 % des terres cultivées en Égypte sont irriguées¹⁶⁵.

Le fait que les ressources égyptiennes ne peuvent que diminuer, en plus de l'inéluctable augmentation des prélèvements en aval, vient également de l'incapacité technique égyptienne à les augmenter et du refus politique des solutions alternatives. Le barrage d'Assouan fonctionne au maximum de ses capacités hydroélectriques et de stockage. Le barrage garantit 55,5 milliards de m³ à l'Égypte, tout volume supplémentaire dépendrait d'un projet en dehors des frontières égyptiennes. Or, le Haut-Barrage se situant à l'extrême sud du territoire égyptien, l'Égypte ne peut construire aucun autre barrage sur son territoire pour augmenter le volume annuel disponible. Des ressources complémentaires sont possibles : le canal de Jonglei permettrait de collecter une dizaine de mil-

¹⁶³ LASHEEN Nehal, « Un oasis souterrain pourrait stimuler le développement de l'Égypte », *SciDev.net*, 10 novembre 2011 – <http://m.scidev.net/fr/agriculture-and-environment/desert-science/news/un-oasis-souterrain-pourrait-stimuler-le-d-veloppement-de-l-egypte.html>

¹⁶⁴ La Banque mondiale exige en effet le consensus pour financer des infrastructures dans des bassins hydrographiques internationaux.

¹⁶⁵ FAO, FAO Statistical Year Book 2005-2006, Rome, 2006, 342 p.

liards de m³ dans les marais du Sud où se perd une partie des eaux du Nil blanc. Le lac Nasser, situé en plein désert de Nubie, provoque la perte par évaporation de 10 milliards de m³ par an, soit 15 à 18 % du cours total du Nil. L'alternative éthiopienne, qui consisterait en une série de petits barrages et lacs de retenue pour obtenir la même capacité que le barrage d'Assouan, ne causerait que 3 % de pertes grâce à la plus grande fraîcheur des hauts plateaux éthiopiens. Le Soudan développe également son potentiel hydroélectrique en construisant des lacs-réservoirs, comme l'illustre le barrage de Meroe, inauguré en 2009 et d'une puissance d'1,25 GW (à titre de comparaison, la puissance du barrage d'Assouan en Égypte est de 2,1 GW). Mais les barrages soudanais devraient connaître une importante évaporation, à l'image de ce qui est déjà constaté sur le lac Nasser.

A la fois focalisée sur la recherche du statu quo, et minée par des capacités de gouvernance de la ressource toujours plus faibles, l'Égypte risque de subir, plus qu'à s'y résoudre, le nouveau partage de l'eau dans le bassin du Nil. Les difficultés économiques et sociales, ainsi que la crise politique ne vont-elles pas nourrir un patriotisme hydrique, comme un dernier fil d'unité nationale ? Confrontés à une eau de surface plus rare (changement climatique) ou plus demandée (accroissement démographique, demande par habitant en augmentation, les pays du système aquifère des Grès de Nubie pourraient très probablement augmenter leurs prélèvements en eaux souterraines. Bien qu'il s'agisse d'une exploitation minière (eau non renouvelable), les réserves colossales du NSAS préserveront des concurrences quantitatives pour l'eau et donc de fortes tensions pour les aquifères partagés. En revanche, la coopération entre les quatre États du NSAS risque d'être entravée dans sa dimension politique, au regard des difficultés à venir dans le bassin du Nil.

2.8 – La République du Soudan et la République du Soudan du Sud

Le Soudan dispose de ressources renouvelables en eau de 149 km³ par an, dont 77 % proviennent de l'extérieur de ses frontières. Elles sont constituées très majoritairement d'eau de surface, puisque les ressources souterraines renouvelables s'élèvent à 7 km³ par an, (dont les deux-tiers sont communs avec les eaux de surface). Comme cela a été vu au cours de l'étude du NSAS, le Soudan bénéficierait de gigantesques ressources souterraines non renouvelables, d'un volume oscillant entre 15 300 km³ et 16 000 km³ (respectivement Margat 2008 et Aquastat Survey 2008). Mais le volume réellement exploitable serait de 2 610 km³.

Les prélèvements d'eau s'élevaient à 37,314 km³ en 2000 (Aquastat Survey 2008, 2009), essentiellement (96,7 %) à destination d'usages agricoles.

Au-delà des sécheresses récurrentes (ce qui n'empêche pas également des inondations ponctuelles de survenir) et de problèmes fréquents de concurrence entre usagers agricoles, les principales tensions internes au Soudan pourraient venir de la vaste campagne de construction de barrages. Une vingtaine de ces infrastructures sont, en effet, soit en construction (4), soit planifiées¹⁶⁶. A l'image du barrage de Méroé qui a causé le déplacement de 50 000 à 60 000 personnes, ces barrages vont être à l'origine de mouvements de population internes. De plus, il n'est pas certain que ce type d'infrastructure soit de nature à pacifier les rapports entre le Nord et le Sud-Soudan. La guerre civile

¹⁶⁶ PNUE, *Sudan. Post-Conflict environmental assessment*, 2007, 358 p. – http://postconflict.unep.ch/publications/UNEP_Sudan.pdf

entre autres eut comme facteur déclencheur le percement du canal de Jonglei, qui devait drainer une partie des marais du Sud pour soutenir le cours du Nil.

Le barrage de Méroé, inauguré début mars 2009, permet de doubler la production électrique du pays. Il est le fruit d'une coopération entre autres avec l'Égypte et le Koweït. Le Soudan a pour l'instant renoncé à ses revendications contre le Traité du Nil de 1959 qui bénéficie à l'Égypte. Sans doute que le statu quo avantage légèrement Khartoum comparé à ce que pourraient être les termes d'un nouvel accord impliquant tous les États riverains. Mais le vrai perdant serait l'Égypte. Du coup, le soutien du Soudan à son voisin d'aval ne paraît pas indéfectible. Car le développement du Soudan interférera forcément avec les usages égyptiens du Nil. D'autant que Le Caire voit dans la partition du Sud-Soudan (le référendum d'autodétermination a eu lieu en 2011) les conséquences d'interventions des États-Unis et d'Israël¹⁶⁷...

Un contentieux potentiel sur les eaux de surface pourrait alors s'étendre aux eaux souterraines. Le Soudan extrait¹⁶⁸ ainsi entre 0,41 km³ et 0,833 km³ d'eau du système aquifère des grès de Nubie, ce qui pourrait être analogue aux prélèvements égyptiens.

Mais les désordres intérieurs au Soudan (relations avec le Sud-Soudan, Darfour) inclinent davantage vers un report de la construction des autres grands barrages en projet. Un changement de positionnement des deux Soudan sur la question de la répartition du Nil (vont-ils se rapprocher des pays de l'amont, signataires de l'Accord d'Entebbe en 2010, ou rester fidèles à une ligne plutôt favorable à l'Égypte ?) pourrait marquer définitivement la fin du *statu quo*, et ouvrir une ère de nouvelles tensions, mais aussi de coopération régionale plus équilibrée en faveur de l'amont.

2.9 – La Libye

La Libye reçoit très peu de précipitations (entre 10 et 500 mm par an pour une moyenne de 26 mm/an !), et moins de 7 % de son territoire atteint 100 mm de pluie par an. Ses ressources renouvelables (pas de dépendance à des ressources exogènes) sont estimées à 0,6 km³ par an (Aquastat, mai 2006), dont uniquement 0,1 km³ de flux réguliers de surface. Cela illustre l'importance des ressources souterraines renouvelables (0,5 km³) pour la Libye, mais également l'insuffisance globale de l'eau disponible.

Pour combler cet écart entre ressource disponible, demandes, et projet de développement, l'exploitation des eaux fossiles s'est imposée. Selon les sources, entre 3,2 km³ (Margat 2008, donnée 2000) et 3,7 km³ (Aquastat, mai 2006) sont extraits chaque année d'aquifères à eau non renouvelable. Les eaux souterraines non renouvelables représentent donc au moins 85 % des prélèvements totaux (4,27 km³ d'eau de surface ou souterraine, renouvelable ou non). Les incertitudes quant à l'étendue des réserves en eau souterraine de la Libye sont très élevées. L'étude la plus récente¹⁶⁹ (2012), qui est aussi la plus optimiste, estime entre 64 600 km³ et 234 000 km³ les stocks d'eau souterraine dans le pays, avec une plus forte probabilité pour un volume de 100 000 km³ !

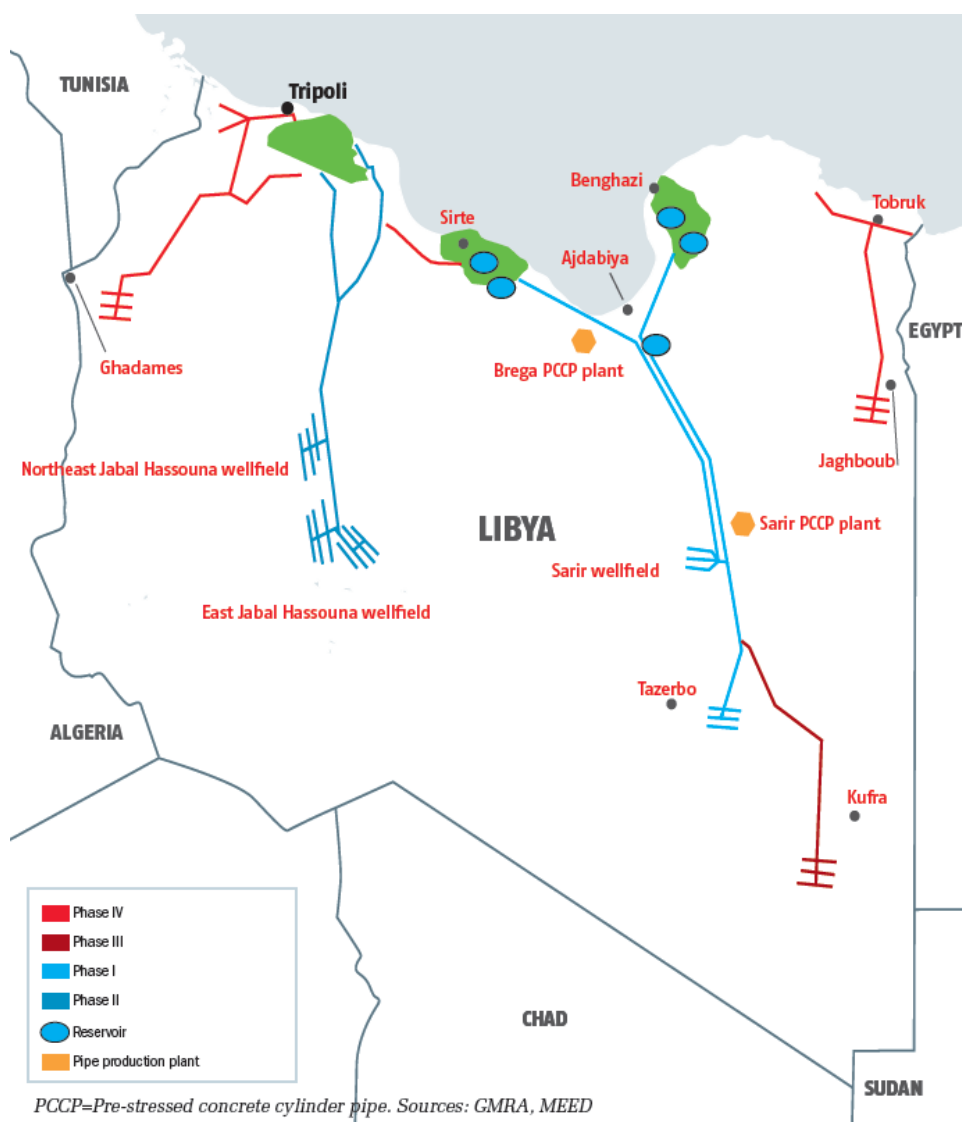
¹⁶⁷ SALAUN Tangi, « L'Égypte et Israël mènent la bataille du Nil », *Le Figaro*, 28 juin 2010.

¹⁶⁸ Sources : respectivement Margat 2008 et BAKHBAKHI Mohamed, « Nubian Sandstone Aquifer System », in FOSTER Stephen, Loucks Daniel P. (dir.) *Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*, Paris, IHP-VI, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p.

¹⁶⁹ MACDONALD Alan (coll.), « Quantitative maps of groundwater resources in Africa », *Environmental Research Letters*, 19 avril 2012, volume 7, n°024009, 7 p.

C'est dans ce contexte de rareté de l'eau renouvelable et d'une profusion d'eau fossile que le grand projet de rivière artificielle (*Great Man-Made River Project – GMRP*) a été lancé par le Président libyen en 1984. Il consiste à alimenter la côte libyenne à partir de trois grands systèmes aquifères à eau non renouvelable : le système aquifère du Sahara septentrional, le système aquifère de Murzuk et le système aquifère des grès nubiens. Le projet comporte cinq phases, dont les deux premières, les plus importantes, ont été achevées (en bleu clair et bleu foncé sur la carte suivante, soit respectivement Sarir – Sirte / Benghazi – Tazerbo, et Hasouna – Jeffara). 6,5 millions de m³ par jour (soit 2,37 km³ par an) devraient ainsi alimenter les demandes du littoral, que ce soit pour l'eau potable ou les usages agricoles. Pour l'instant (2007 et 2010), une capacité d'exploitation de 4,6 millions de m³ semble installée. Les volumes effectivement puisés et transférés vers le nord de la Libye au travers de 4 000 km de canalisation (de 4 m de diamètre !) ne sont pas connus.

**Figure n° 19 – LE PROJET DE GRANDE RIVIÈRE ARTIFICIELLE LIBYEN
(*GREAT MAN-MAN-MADE RIVER PROJECT – GMRP*)¹⁷⁰**



¹⁷⁰ MEED Insight, *The Libyan Projects Market 2012*, 2011, 112 p. – www.meedinsight.com. Pour une autre carte du projet, voir http://www.gmmra.org/en/index.php?option=com_content&view=article&id=90&Itemid=80

Les chiffres fournis aux entreprises privées, dans le cadre d'une réponse à des appels d'offres pour l'exploitation des réseaux d'eau potable à Tripoli et Benghazi, sont nettement inférieurs à la capacité théorique installée. La *Great Man-Made River Authority* (GMRA) garantit à l'exploitant, en bout de réseau de la grande rivière artificielle, 0,45 million de m³ par jour à Tripoli, et 0,3 million de m³ par jour à Benghazi. Ces deux agglomérations représentant un tiers de la population libyenne, la capacité théorique installée semble alors bien éloignée.

La grande rivière artificielle est entièrement subventionnée, ce qui permet de vendre l'eau à l'exploitant à un prix sans concurrence : 0,05 euro par m³. Et environ 20 % des m³ sont effectivement facturés aux consommateurs domestiques.

L'essentiel des prélèvements actuels sert à l'alimentation en eau potable, l'eau fossile du GMRP représentant au moins 30 % des apports pour les usages urbains (Aquastat Survey 2005). La grande rivière artificielle devrait être achevée autour de 2025, et son coût oscillerait entre 20 et 30 milliards de dollars.

La dépendance de la Libye à l'eau fossile convoyée par la grande rivière artificielle va donc s'accroître, ce qui soulève deux problèmes importants.

Le premier est la qualité de l'eau délivrée. Car l'eau stockée dans les réservoirs n'est pas traitée. Or plusieurs jours peuvent s'écouler entre l'extraction dans les aquifères fossiles du nord et la distribution dans les villes du littoral libyen. Un traitement au chlore (non systématique) est certes prévu à la sortie des principaux réservoirs, mais il ne corrigera pas des excès en sels minéraux.

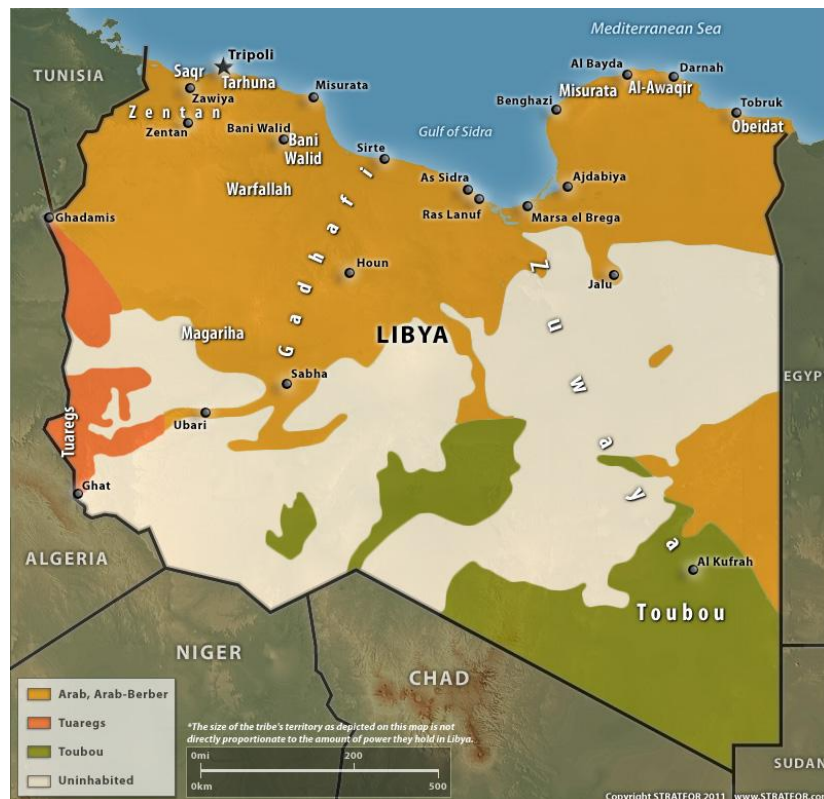
Le deuxième est la vulnérabilité d'un tel système. En théorie, cinq grands réservoirs, d'une capacité de stockage totale de 55 millions de m³ devraient être construits. Mais pour l'instant, seul un réservoir de 200 000 m³ existe par exemple à proximité de Tripoli, ce qui représente moins d'une demi-journée de réserve. Or des ruptures de réseaux ont déjà eu lieu. La réparation (remplacement de l'un des cylindres de 7,5 m de long et de 4 m de diamètre) pourrait prendre entre 10 et 20 jours (localisation de la fuite, identification de la solution, creusement, vidange des canalisations – jusqu'à plusieurs jours –, acheminement de la grue de levage spéciale, remplacement, remise en eau – idem...). Même si tous les réservoirs sont construits, leur capacité ne permettra sans doute pas d'assurer ne serait-ce que la consommation des deux grandes villes libyennes pendant la durée de la réparation. Et cette capacité peut être réduite si une rupture se produit en aval d'un grand réservoir (deux ont une capacité supérieure à 15 millions de m³). Tripoli est particulièrement exposée à ces coupures, car aucun grand réservoir (capacité supérieure à 1 million de m³) n'est planifié sur le tronçon Hasouna/Jeffara – Tripoli. Lorsque que les deux premiers tronçons seront reliés (3^{ème} phase du GMRP), le réseau de Tripoli bénéficiera des grands réservoirs situés au sud de Sirte.

Le contexte politique depuis la chute du régime du Colonel Kadhafi accentue les risques relatifs à l'exploitation de la grande rivière artificielle. En effet, le principal tronçon (Sarir – Sirte / Benghazi – Tazerbo, en bleu foncé sur la carte précédente) pourrait marquer la frontière entre les régions de la Tripolitaine et de la Cyrénaïque, que ce soit dans le cadre d'une future fédération libyenne ou dans celui de nouveaux États indépendants. A cela s'ajoutent les revendications d'une plus grande autonomie des minorités Touareg et Toubou au sud de la Libye. Ainsi, la grande rivière artificielle pourrait subir les effets d'une double opposition interne, entre ouest et est de la Libye (le long des

canaux est), et entre nord et sud du territoire (où se situent les points de prélèvement au sud approvisionnant Sirte et Benghazi).

Outre des dégradations ou destructions volontaires de canalisations ou de forages, le système pourrait être massivement pollué par des hydrocarbures. Le canal ouest de la grande rivière artificielle est en effet longé par des oléoducs et gazoducs, dont la proximité rend plausible l'hypothèse d'une pollution malveillante des canalisations d'eau par du pétrole. Le nettoyage de dizaine de kilomètres de canalisations « fermées » pourrait rendre le système d'approvisionnement en eau des grandes villes côtières de la Libye in-opérationnel pendant plusieurs semaines.

Figure n° 20 – LIBYE : TRIBUS ET GROUPES ETHNIQUES¹⁷¹



Une solution pour ces deux enjeux serait la construction de plusieurs centrales de dessalement sur le littoral, qui ne fourniraient en temps normal qu'un appoint. En revanche, elles deviendraient indispensables en cas de rupture d'approvisionnement par le GMRP. Elles pourraient également purifier l'eau provenant de la grande rivière artificielle avant sa distribution pour usage domestique, ce qui devrait pouvoir se faire à un coût réduit au regard de la qualité initiale de l'eau. Plusieurs unités de dessalement sont en construction ou planifiées (livraison entre 2013 et 2020) pour une capacité de production d'un peu plus de 2 millions de m³ par jour, à laquelle s'ajoutent les 0,6 million de m³ de capacité installée¹⁷².

¹⁷¹ Stratfor 2011 – <http://www.stratfor.com/>

¹⁷² Global Water Intelligence, Global Market 2014. Meeting the world's water and wastewater needs until 2018. Volume 2 Europe and Africa, Global Water Intelligence publication, 2013, 1030 p.

2.10 – Le Mali

Les fleuves Sénégal et Niger et leurs affluents apportent l'essentiel (environ 50 km³)¹⁷³ de la ressource en eau du Mali. Ce volume varie¹⁷⁴ entre 30 km³ (en année sèche) et 70 km³. Ce pays enclavé a 47 % de son territoire sur le bassin du fleuve Niger, et 11 % sur le bassin versant du fleuve Sénégal. 41 % du territoire sont situés sur le bassin intérieur du désert du Sahara.

L'ensemble des ressources en eaux souterraines (stock) du Mali était estimé¹⁷⁵ en 2004 à 2 700 km³, mais les ressources en eau souterraine renouvelable sont bien inférieures, avec un volume annuel d'environ 66 km³ pour les estimations les plus optimistes (20 km³ par an pour Aquastat Survey 2005, 2006).

Seul ensemble d'aquifères que le Mali partage avec ses voisins, le Système aquifère du Sahara d'Iullemeden (SAI) couvre une superficie de 525 000 km² (Atlas ISARM / UNESCO, 2009¹⁷⁶), dont 31 000 km² sur son territoire, 434 000 km² au Niger et 60 000 km² au Nigeria (et des surfaces plus négligeables en Algérie et au Bénin). Au Mali, il recouvre la partie la plus orientale du territoire, (débutant d'Ansogo sur le fleuve Niger, et passant à une centaine de kilomètres à l'Est de Kidal, et se poursuivant ensuite vers le Niger). Cette zone a un climat saharien et reçoit moins de 200 mm d'eau de pluie par an, voire moins de 100 mm dans sa partie nord.

Pour le Mali, le stock exploitable du SAI est estimé à 100 km³, et à respectivement 250 à 550 km³ pour le Niger et le Nigeria. Le nombre de points¹⁷⁷ de captage est passé de quelques centaines durant la décennie 1940, à près de 17 200 en 2007, dont 16 170 au Niger, 740 au Mali et 300 au Nigeria. On observe que la grande majorité des forages se situe sur l'aquifère du Continental Terminal, moins profond (noté CT sur la carte du SAI). Mais les forages peuvent tout de même atteindre 300 mètres sur cet aquifère (10 m au minimum), et 1 000 mètres pour le Continental Intercalaire (noté CI).

Les prélèvements sur les ressources en eau de ce système, d'environ 30 millions de m³ en 1970, s'élevaient entre 180 et 200 millions de m³ en 2004 (OSS, 2008). Le flux de recharge du SAI a été estimé à 150 millions de m³ par an. Or les prélèvements ont dépassé ce seuil en 1995, et ce système aquifère est considéré en surexploitation depuis cette date.

Cet aquifère est la principale source d'approvisionnement en eau des habitants de la région. Or, l'accroissement démographique pèse sur les prélèvements. La population dépendant de l'aquifère est passée de 6 millions d'habitants en 1979 à 15 millions en 2000, et atteindra probablement le double en 2025.

¹⁷³ FAO, Aquastat, monographie Mali, 2005 et FAO, *Irrigation in the Middle East region in figures*, Aquastat Survey, FAO Water Report, 2009.

¹⁷⁴ ALHOUSSEINI Malick, « État de la connaissance des eaux souterraines au Mali », in ISARM-AFRICA, *Managing shared Aquifer resources in Africa*, Paris, Unesco, IHP-VI, Series on Groundwater, n°8, 2004, 228 p.

¹⁷⁵ ALHOUSSEINI Malick, 2004, op. cit. Le chiffre paraît étonnement important. Faut-il le diviser par trois à l'image de l'écart entre la source malienne et la FAO concernant les flux de renouvellement souterrains ?

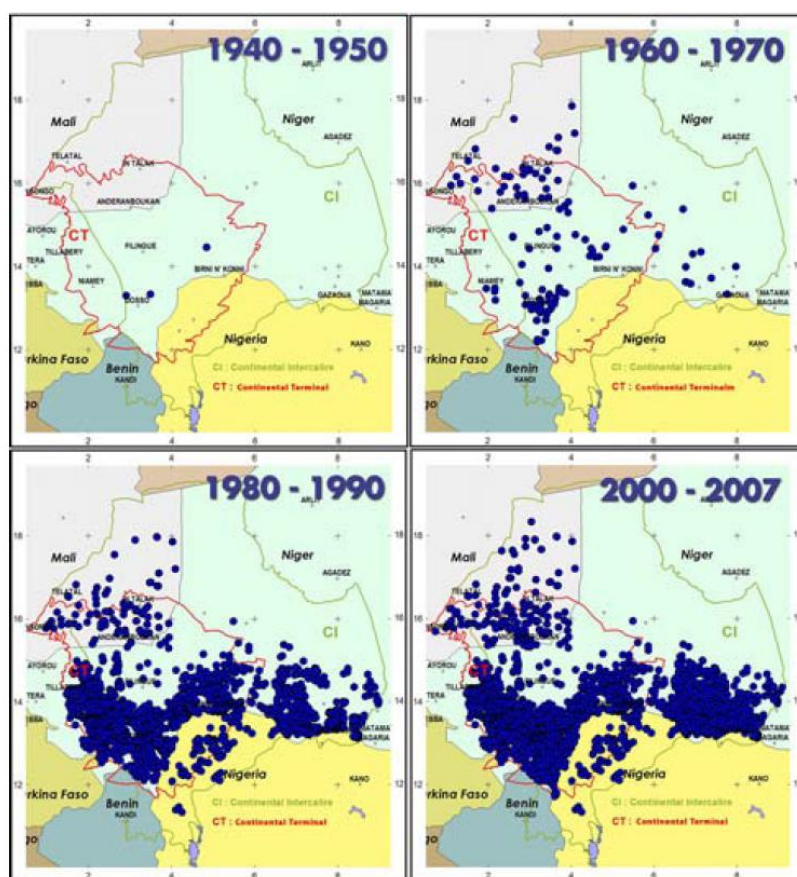
¹⁷⁶ PURI Shaminder, AURELI Alice, *Atlas of transboundary aquifers, ISARM Programme*, UNESCO-IHP, 2009, 326 p.

¹⁷⁷ Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), *Système aquifère d'Iullemeden. Gestion concertée des ressources en eau partagées d'un aquifère transfrontalier sahélien*, Tunis, collection synthèse, n°2, 2008, 38 p. Disponible à l'adresse : http://www.oss-online.org/pdf/synth-sai_Fr.pdf

La qualité de l'eau varie de l'excellent au non-utilisable pour l'eau de boisson ou même l'agriculture. Au Niger, l'eau souterraine dans plusieurs secteurs a de forte teneur en fluor, Na (sodium) ou Cl (Chlore) (cas de fluorose osseuse à Tibiri). De fortes températures, toujours au Niger, empêchent également l'usage direct pour l'agriculture.

A de nombreux forages, les eaux du SAI présentent de fortes teneurs en nitrites, nitrates ou ammoniacale, au-delà des normes de l'OMS. Le Mali y voit un signe précurseur d'un risque d'une pollution plus massive, mais également plus durable au regard de leur faible renouvellement, du SAI. Parmi les pays partageant ce système aquifère, le Mali est celui qui axe le plus ses demandes sur la gestion conjointe et la bonne connaissance de ces nappes souterraines. C'est aussi le pays qui en est le moins dépendant pour l'instant. La pollution d'une ressource qu'il sera sans doute amené à exploiter plus intensivement est donc logiquement sa première préoccupation.

Figure n° 21 – LIMITE DES DEUX PRINCIPAUX AQUIFÈRES DU SAI ET RÉPARTITION DES POINTS D'EAU DANS LE SAI PAR DÉCENNIE (OSS, 2008)¹⁷⁸



Source : OSS, oct. 2007

¹⁷⁸ Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), *Système aquifère d'ullemeden. Gestion concertée des ressources en eau partagées d'un aquifère transfrontalier sahélien*, Tunis, collection synthèse, n°2, 2008, 38 p. Disponible à l'adresse : http://www.oss-online.org/pdf/synth-sai_Fr.pdf

Une coopération technique a été initiée en janvier 2004, avec le lancement du projet « Gestion des risques hydrogéologiques dans le système aquifère d'Iullemeden ». Cette initiative est supportée par le Fonds pour l'Environnement Mondial, l'Unesco, la FAO, l'Agence internationale pour l'énergie atomique, et l'Agence spatiale européenne.

Trois risques prioritaires ont été identifiés¹⁷⁹ dans le SAI après application d'un outil du Fond pour l'Environnement Mondial (FEM), l'Analyse diagnostique transfrontalière :

- ⇒ La diminution de la ressource en eau résulte de la conjonction de l'augmentation des prélèvements et de la réduction de la recharge des aquifères, ce dernier phénomène étant la conséquence de la réduction de la pluviosité.
- ⇒ La dégradation de la qualité de l'eau découle de rejets d'eaux usées sans traitement ou insuffisamment traités. Des prélèvements excessifs d'eau souterraine fortement minéralisée (fluorures), et leur rejet après usage, peuvent également conduire à la dégradation en qualité de l'eau de surface ou d'autres aquifères.
- ⇒ Les impacts du changement ou de la variabilité climatique ont la particularité de pouvoir être à la fois la cause ou la conséquence de tensions liées à l'eau.

Une ébauche de mécanisme de concertation a été adoptée par les trois pays du SAI, en octobre 2006, à la FAO. La structure de ce mécanisme se compose d'un comité de pilotage tripartite (politique), d'un comité scientifique/technique, et d'un secrétaire, jouant le rôle de « facilitateur ».

Si ce mécanisme de concertation était transitoire, il a été renforcé par la Déclaration de Bamako en juin 2009, qui vise à rendre permanent cet instrument de coopération et de concertation, sur le modèle de qui a été entrepris pour le système aquifère du Sahara Septentrional. Dans cette optique, plusieurs axes de travail de l'actuel mécanisme de concertation vont dans ce sens. Les trois pays développent une base de connaissances commune (procédures, méthodologies, suivi...) et cherchent à déterminer les risques spécifiques à cette aire géographique liés à l'eau souterraine. De plus, ce travail s'accompagne d'une identification des zones vulnérables. A l'horizon des deux prochaines décennies, ces instruments devraient permettre d'absorber les tensions interétatiques naissantes par un règlement des litiges via le mécanisme de concertation. En revanche et toujours dans ce laps de temps, les tensions internes relatives aux eaux souterraines (pollution, quantité, conflits d'usage...) de chaque pays devraient s'accroître.

2.11 – La Mauritanie

L'essentiel des ressources en eau de la Mauritanie sont exogènes (96,5 %, Aquastat Survey 2005) et proviennent du fleuve Sénégal et de ses affluents. Ainsi, sur un total de ressources renouvelables de 11,4 milliards de m³, seuls 0,4 milliard de m³ sont endogènes. Les flux souterrains, principalement du sud-ouest au sud-est du pays, ne s'élèvent qu'à 0,3 milliard de km³.

Les prélèvements mauritaniens représentent moins de 15 % (1,698 milliard de m³, Aquastat Survey 2005) de la ressource renouvelable totale. L'agriculture est la première source de prélèvement (88 %). Il n'y a pas de prélèvements significatifs d'eau non renouvelable en Mauritanie.

¹⁷⁹ OSS, 2008, op. cit.

Hormis les tensions interétatiques évoquées en première partie, les principales tensions (internes et avec le Sénégal) proviennent de l'extension des surfaces irriguées sur la rive mauritanienne du fleuve Sénégal (environ la moitié des 250 000 hectares de périmètre irrigué en Mauritanie). Elles ont pour toile de fond une concurrence entre les usagers éleveurs nomades et les usagers agriculteurs sédentaires, qui se double d'un contentieux communautaire entre les Noirs-africains et les Maures.

La frontière politique ne reflète pas les usages traditionnels (franchissement du fleuve par les différents usagers de part et d'autre), tout comme la frontière « culturelle » entre Arabo-berbères et Noirs-africains n'est pas le fleuve Sénégal. La frontière politique donne cette illusion, ce qui est générateur de conflits. Par exemple, les fermiers sénégalais expulsés de la rive droite du fleuve Sénégal étaient intégrés au territoire mauritanien bien avant la formation et l'indépendance de la Mauritanie en 1960. Les droits sur les terres riveraines du fleuve étaient aussi à l'origine du conflit de 1989. L'aménagement de secteurs irrigables a conféré à certaines parties des rives du fleuve une valeur nouvelle. Le déplacement des populations négro-africaines a permis à la Mauritanie de promouvoir après 1989 une politique de nationalisation des terres ainsi libérées. Elle procède depuis à une privatisation de la terre, en attribuant des « actes de concessions définitifs », à condition que ces terres soient exploitées par leur titulaire direct. Au Sénégal, une nationalisation des terres a également eu lieu, mais les droits sur la terre ont été cédés aux communautés rurales. La spoliation par la Mauritanie des terres cultivées par des Noirs-africains, et leur cession à des éleveurs et cultivateurs Maures, si elles se confirmaient, pourraient être la prochaine source de tensions entre le Sénégal et la Mauritanie.

2.12 – Le Sénégal

Les ressources renouvelables totales en eau du Sénégal sont estimées à 38,8 milliards de m³ par an. Les ressources souterraines du Sénégal seraient très abondantes. Mais les données provenant de la FAO (Aquastat) mettent en avant le stock théorique, et non le stock exploitable. Les stocks théoriques seraient ainsi de 50-70 milliards de m³ dans le système aquifère du Continental Terminal, de 40 milliards de m³ pour le système intermédiaire¹⁸⁰ (formations essentiellement calcaires de l'éocène et du paléocène), et de 300 à 400 milliards de m³ pour le système aquifère du Maastrichtien. Au regard des flux souterrains de renouvellement (de l'ordre de 3,5 milliards de m³ par an), ces aquifères s'avèrent exposés à la surexploitation.

Moins de 6 % des ressources renouvelables totales sont effectivement prélevés. L'agriculture est la source principale des prélèvements (93 % des 2,221 x milliards de m³ prélevés par an, Aquastat Survey 2005).

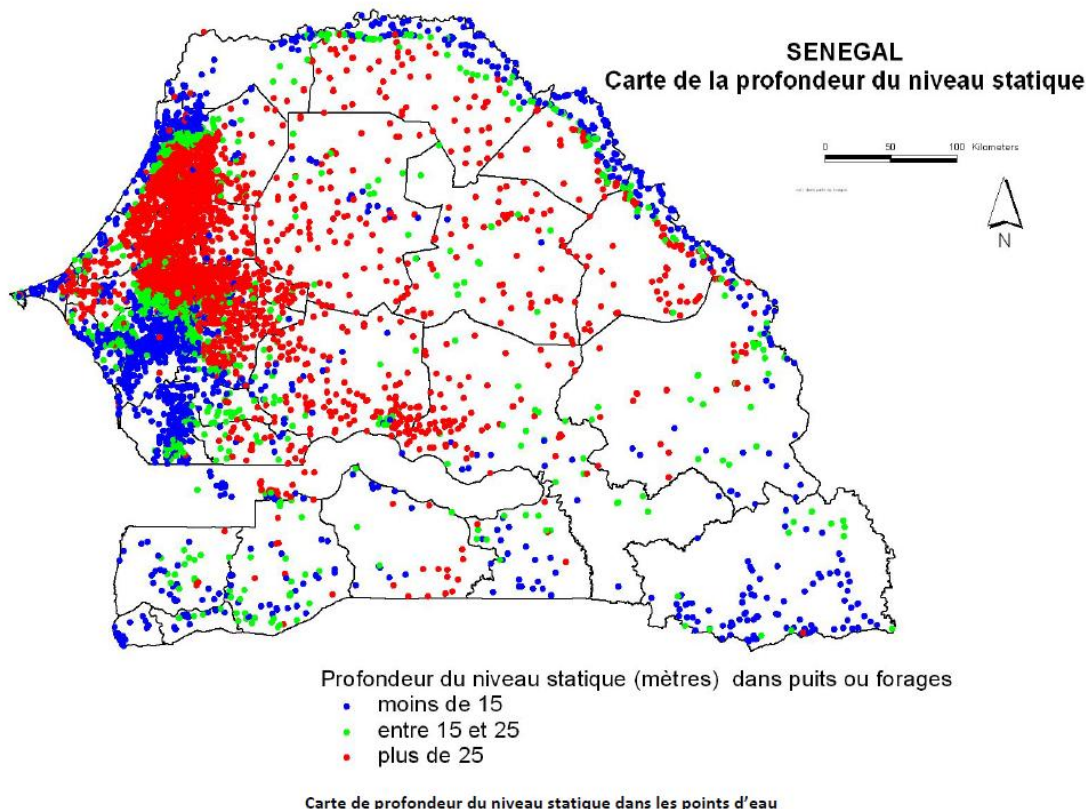
Les techniques de prélèvement de l'eau souterraine peuvent être divisées en plusieurs grands systèmes. Tout d'abord les forages (et forages/puits, puits modernes motorisés) ayant des débits élevés (10 à 100 m³/h) et capables de faire face aux besoins de gros villages. 3 000 ouvrages de ce type existent. En plus des forages et puits équipés d'éoliennes (technologie en perte de vitesse¹⁸¹). La force humaine est toujours employée

¹⁸⁰ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux, août 2011, 148 p.

¹⁸¹ La variété des marques, l'usure de pièces, l'irrégularité des vents ont contribué à l'abandon par les usagers des forages équipés d'éoliennes.

pour faire fonctionner des pompes (850 environ), et permet des débits de prélèvement le plus souvent inférieurs à 5 m³ par jour. Les puits traditionnels (manuels, généralement sans revêtement) sont de loin les plus répandus (sans doute près de 40 000) et permettent de puiser entre 2 et 3 m³ par jour. Des puits modernisés (environ 700 avec une sécurisation de la zone de prélèvement, une potence à poulie, un abreuvoir éloigné du puits mais intégré dans le projet...) permettent d'atteindre jusqu'à 10 m³ par jour d'une eau de qualité.

Figure n° 22 – CARTE DE LA PROFONDEUR DU NIVEAU STATIQUE DANS LES PUIITS ET FORAGES AU SÉNÉGAL¹⁸²



Dans la branche du sud-ouest du territoire sénégalais, la réputation d'irréductibilité des Casamançais est sans doute à l'origine du développement de l'irrigation sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Les autorités sénégalaises ont ainsi préféré développer les infrastructures dans le bassin du fleuve que dans une région bien moins acquise au pouvoir central, la Casamance¹⁸³. Des anciennes rizières sont abandonnées, et les nouvelles terres sur la rive gauche du fleuve ne donnent qu'un riz de qualité inférieure à celui produit en Casamance. La radicalisation des séparatistes de cette région a également été exacerbée par les transferts de population frappée par la sécheresse au Nord. Le pouvoir central a favorisé ces déplacements, ce qui a permis de rendre minoritaire les Casamançais dans les villes.

¹⁸² République du Sénégal, *Étude de faisabilité des forages manuels. Identification des zones potentiellement favorables*, 2010, 45 p. – [http://www.unicef.org/wash/files/SENEGAL_Rapport_forages_manuels_\(FINAL\).pdf](http://www.unicef.org/wash/files/SENEGAL_Rapport_forages_manuels_(FINAL).pdf)

¹⁸³ Voir par exemple le chapitre sur le Sénégal de l'ouvrage suivant : DESCROIX Luc, LASSERRE Frédéric, *L'eau dans tous ses (États : Chine, Australie, Sénégal, États-Unis, Moyen-Orient...)*, Paris, L'Harmattan, coll. Ressources renouvelables, 2004, 350 p.

3 – Caractérisation des tensions et coopérations potentielles relatives aux aquifères transfrontaliers

L'absence de concertation, de coordination entre les États d'un système aquifère exacerbe les conséquences d'une mauvaise gestion des eaux souterraines. Les prélèvements et les pollutions se cumulent, et les impacts se retrouvent de part et d'autre des frontières. La distinction entre des aquifères à eau renouvelable et non renouvelable s'avère fondamentale et structurante pour caractériser les enjeux spécifiques aux eaux souterraines (3.1).

Pour autant, l'examen du lien entre conflictualité et ressource en eau appelle à la prudence (3.2) L'existence de tensions, inévitables au regard de la pression croissante sur les ressources souterraines, ne signifie pas qu'elles soient irrésolubles ou qu'elles doivent dégénérer. Des coopérations fonctionnelles ou naissantes témoignent au contraire du potentiel de coopération interétatique relatif aux aquifères transfrontaliers (3.3).

3.1 – Identification des facteurs de crise

3.1.1 – Facteurs de tensions : éléments de synthèse

A.– Facteurs quantitatifs et qualitatifs

La pression croissante sur les eaux souterraines résulte de la conjonction de l'augmentation de la demande en eau (prélèvements croissants dans les aquifères) et d'une diminution de la ressource disponible (en quantité et en qualité).

➔ Des prélèvements croissants malgré une disponibilité compromise

▪ Augmentation des prélèvements et concurrence accrue sur les eaux de surface

Si ce lien n'est pas strictement mécanique, le fort accroissement démographique dans les plupart des pays étudiés (par exemple la population pakistanaise est passée de 34 millions à plus de 170 millions d'habitants entre 1951 et 2010) agit sur la hausse de la demande en eau. La pression sur la ressource a généralement d'abord concerné les eaux de surface lorsqu'elles étaient disponibles. Au regard de la concurrence accrue sur ces dernières, les prélèvements d'eaux souterraines ont commencé à être significatifs à partir du milieu des années 1960 (Libye, Algérie, Arabie Saoudite, Israël, Inde, Pakistan, Bangladesh...).

Assurer une croissance de la production alimentaire au moins aussi importante que celle de la démographie était l'objectif de la révolution verte, qui s'est déroulée à partir de 1950. Une irrigation plus massive, corrélée à l'accroissement des surfaces irriguées, a principalement conduit à un doublement des prélèvements en eau pour l'agriculture entre 1950 et 1995 (de 1 100 km³ par an à 2 500)¹⁸⁴. Ces hauts niveaux de prélèvement en eau provoquent la surexploitation des eaux de surface et des eaux souterraines.

¹⁸⁴ COSGROVE William J., RIJSBERMAN Frank R. (pour le Conseil Mondial de l'Eau), *World Water Vision. Making Water Everybody's Business*, Londres, Earthscan, 2000, p. xxii.

▪ Le changement climatique a des impacts multiples sur la recharge des aquifères¹⁸⁵

La principale conséquence du changement climatique sur les aquifères découle de la modification du régime des précipitations, source essentielle de leur recharge. Même en Asie du Sud, l'origine des flux de recharge est très majoritairement liée à la pluviosité. La fonte des neiges et glaciers apporte un complément plus ou moins important selon les bassins. A titre d'exemple, cette dernière contribue ainsi à la moitié du débit du fleuve Indus, mais seulement à 10 % du débit de l'ensemble Gange – Brahmapoutre – Meghna. Les caractéristiques climatiques vont être exacerbées, accentuant le nombre de jours sans pluie (ou l'écart entre deux jours de pluie) dans les zones arides ou en saison sèche, ce qui augmente le risque de sécheresse. Les zones humides et de mousson recevront davantage de précipitations, mais de manière plus concentrée, augmentant le risque d'inondation. La recharge des aquifères diminuera dans les deux cas. La baisse des ressources renouvelables en zone aride et semi-aride influera directement sur le flux de recharge des nappes. Et le cycle de recharge, généralement lent par les infiltrations à partir de la surface, ne bénéficiera pas d'inondations plus fréquentes. Des pluies plus concentrées favorisent le ruissellement (peu utile à la recharge), et l'érosion, phénomène qui, en altérant les sols, restreint au final l'eau stockée dans ces derniers.

➔ **Une eau de qualité plus rare : des impacts sur la santé humaine, les sols et l'environnement naturel**

Les facteurs qui contribuent à faire diminuer la quantité d'eau (soit présente dans les nappes, soit de recharge) ont également un impact qualitatif. Une ressource moindre conduit à une plus forte concentration des pollutions, et à une capacité de résilience naturelle des aquifères diminuée. Or les eaux souterraines contiennent des pollutions variées. Certaines sont d'origine naturelle et dépassent très largement les seuils de toxicité pour l'homme, à l'image de l'arsenic ou du manganèse au Bangladesh. De l'eau souterraine excessivement radioactive pour l'homme se trouve également dans des aquifères saoudiens et jordaniens.

Mais la principale source de pollution est l'homme. Outre les rejets agricoles (nitrates, pesticides) qui sont les plus importants en volume, l'absence de traitement des eaux usées constitue une source majeure de contamination bactériologique des nappes, situation qui devient une préoccupation de santé publique dans les territoires palestiniens et en Asie du Sud. A cela s'ajoute potentiellement plusieurs milliers de polluants industriels, dont les métaux lourds que l'on retrouve notamment en Inde.

La salinisation des aquifères (littoral méditerranéen, Sénégal, zones côtières en Asie du Sud) découle en premier lieu de la surexploitation des eaux souterraines. L'eau de mer vient alors naturellement s'infiltrer pour combler le déficit de niveau. Mais des prélèvements excessifs peuvent également provoquer des remontées d'eau saline à partir d'aquifères plus profonds (exemple de l'Aquifère de la Montagne, partagé entre Israël et l'Autorité palestinienne). Enfin, de mauvaises pratiques d'irrigation (irrigation excessive créant une croûte de sel sur les sols, drainage mal conduit...) contribuent à la salinisation des eaux souterraines. L'usage d'eau souterraine saumâtre pour l'agriculture fait perdre en productivité (y compris pour l'élevage), et peut à terme stériliser les sols.

¹⁸⁵ IPCC, « *Climate change and water* », Technical paper n°IV, 2008, disponible sur le site internet du GIEC : www.ipcc.ch

Une fois dégradé, un aquifère peut mettre des milliers d'années à retrouver une qualité compatible avec les usages humains. La solution serait de laisser « reposer¹⁸⁶ » les aquifères, les protéger de pollutions et de prélèvements le temps que le flux de recharge régénère le stock d'eau d'un aquifère, comme le recommande le PNUE pour l'aquifère côtier de Gaza. Solution malheureusement théorique tant l'eau souterraine y est essentielle pour les usages domestiques et agricoles.

B.- Facteurs scientifiques, institutionnels et politiques

➔ Connaissance insuffisante des caractéristiques des systèmes aquifères transfrontaliers

Il ressort des études de bassins aquifères partagés que **les incertitudes dominent**. Hormis de rares exceptions à l'image du système aquifère du Sahara Septentrional, d'une part l'évaluation des eaux souterraines est partielle, et d'autre part il n'y a pas de vision transfrontalière des aquifères.

Partielles, les informations disponibles ne permettent pas de connaître précisément l'emplacement des couches aquifères, leur surface, leur profondeur, leurs connexions entre elles et avec les eaux de surface, leur recharge exacte, les points de prélèvements, ou encore les volumes prélevés. Il suffit qu'un seul pays d'un aquifère partagé n'ait pas pu ou voulu faire des mesures pour que cela empêche toute tentative de gestion aussi bien nationale qu'interétatique (exemple de la Mauritanie, moins avancée sur ce point que le Sénégal, à la fois pour les eaux de surface et souterraines, mais c'est aussi le cas d'autres bassins aquifères : SAPG, SAPI, SAMP/DAISI). Comment dans ces conditions pouvoir élaborer une stratégie d'exploitation pérenne d'un système aquifère transfrontalier ?

Le contrôle des usages d'une nappe (multiplication de forages agricoles ou domestiques) et des pollutions (un aquifère peut avoir une superficie supérieure au million de km²) s'avère particulièrement difficile pour les pouvoirs publics. Mesurer les niveaux de prélèvement et la qualité des eaux souterraines, devient un enjeu tout aussi important que la connaissance de l'hydrogéologie des aquifères.

La principale conséquence d'une information imparfaite est l'inaction. Des mesures de préservation peuvent pourtant être prises avant même ou concomitamment au développement de la connaissance. L'inaction résulte également d'une stratégie d'attente par un État de l'aquifère, par crainte qu'une négociation soit défavorable à ses intérêts. C'est par exemple le cas du Bangladesh et du Pakistan, qui ont peur d'être dans une position d'asymétrie d'information avec l'Inde dans leurs bassins aquifères respectifs en cas de négociation régionale sur ce thème.

➔ Échelles de gestion et cadres de la gouvernance des aquifères

Hormis les bassins aquifères où la coopération est déjà fonctionnelle ou initiée, **la dimension transfrontalière est au mieux minorée**. En Asie du Sud, dans le golfe Persique, dans une moindre mesure dans le bassin sénégal-mauritanien, l'eau souterraine est perçue comme un enjeu national alors même que l'exploitation de ces aquifères de part et d'autre des frontières génère déjà des effets transfrontaliers (niveau

¹⁸⁶ PNUE, *Environmental Assessment of the Gaza Strip, following the escalation of hostilities in December 2008 – January 2009*, PNUE / UNEP, 2009, 99 p. – http://www.unep.org/PDF/dmb/UNEP_Gaza_EA.pdf

des nappes, pollutions...). Cette vision ralentie l'émergence d'un intérêt commun à gérer collectivement un aquifère transfrontalier.

La construction de cet intérêt commun est elle-même entravée par des cadres de gestion et perceptions de la ressource souterraine différents d'un pays à l'autre. Le droit, les coutumes et pratiques peuvent ainsi varier, rendant difficiles l'uniformisation minimale que nécessite la mise en place d'un organisme de bassin aquifère. De plus les institutions en charge de la gestion de l'eau peuvent différer d'un pays à l'autre. L'eau de surface et également les ressources souterraines relèvent généralement soit d'administrations ayant en charge l'énergie (Arabie Saoudite, Israël ou encore le Pakistan), soit d'autorités responsables de l'irrigation ou de l'eau potable (Bangladesh). Si quelques pays, à l'instar de l'Inde, dispose d'un Ministère de l'eau, les arbitrages, rarement au bénéfice de la pérennité des écosystèmes et aquifères, reflètent la domination de l'un de ces deux pôles.

Une gestion décentralisée des aquifères compliquera également la mise en place d'institutions communes. Outre le fait qu'un État central ne disposera pas forcément, comme dans le cas de l'Inde ou de l'Autorité palestinienne en Cisjordanie, des leviers pour contrôler les prélèvements et rejets polluants, des autorités provinciales ou d'un État fédéral peuvent bloquer un accord multilatéral (cas du Bengale Occidental à l'encontre du Traité de la Tista, négocié par l'Inde et le Bangladesh).

L'absence de vision d'ensemble des eaux souterraines et de leviers d'action à l'échelle interne limitera de fait l'ambition de toute initiative de coopération régionale (Inde, Bangladesh, Cisjordanie).

➔ **Politiques publiques et eau souterraine**

La dégradation quantitative et qualitative des aquifères peut résulter ou être aggravée par des choix ou options privilégiés par les décideurs politiques.

▪ Gérer exclusivement l'offre en eau au détriment d'actions sur la demande

L'écueil pour un État ou un dirigeant politique consiste à privilégier à l'extrême la gestion de l'offre, en cherchant à sécuriser quantitativement ses usages actuels ou à augmenter la ressource mobilisable (eau souterraine renouvelable ou fossile, recours massif au dessalement, recharge artificielle – cf. 1.2.4, transferts massifs interbassins dans le Sud méditerranéen, en Israël, en Arabie Saoudite, au Pakistan et en Inde). Cela fait dépendre les sociétés humaines de toujours plus d'eau, sans que cela ne soit accompagné de réflexions sur les demandes, usages et arbitrages actuels. Des lectures trop mécaniques des crises de l'eau, excessivement centrées sur des ratios entre disponibilité de la ressource et population, conduisent naturellement à des solutions quantitatives, basées sur l'offre.

Sans gestion de la demande, le recours aux eaux souterraines augmente la vulnérabilité des États aux pénuries d'eau. Au regard des incertitudes soulignées précédemment, l'augmentation des prélèvements d'eau souterraine renouvelable ou fossile devient un facteur supplémentaire de vulnérabilité. En particulier, le recours à l'eau fossile donne l'illusion d'une disponibilité en eau plus abondante qu'elle ne l'est en réalité (les ressources renouvelables). Cela amplifie les dépendances à des quantités d'eau toujours croissantes, dans un contexte de raréfaction régionale de la ressource (désertification naturelle, changements climatiques). Qu'advient-il par exemple de

l'agriculture saoudienne ou jordanienne dans les 20 ou 30 prochaines années ? Quel sera l'impact sur la stabilité de ces pays ?

▪ Électricité et eau souterraine

Au regard du coût énergétique du pompage dans les aquifères, toute politique de subvention de l'énergie a un impact sur les niveaux de prélèvement. Le subventionnement (voire la gratuité) fausse le prix de l'irrigation et conduit à des pratiques non durables (exemple de l'Inde, de l'Arabie Saoudite). L'équilibre entre les objectifs sociaux de ces politiques publiques (aides aux zones rurales, à la petite irrigation, à la sécurité alimentaire...) et la dégradation de l'état des eaux souterraines reste à trouver. La coupure d'électricité géante (670 millions de personnes affectées) qui s'est produite en Inde le 31 juillet 2012 illustre le poids de l'irrigation à partir d'eau souterraine dans la facture énergétique indienne, et incite à explorer d'autres formes de soutien à la petite agriculture.

L'électrification progressive des campagnes (Népal) peut également avoir un effet pervers, en offrant le moyen de pomper, et donc d'augmenter la pression sur les eaux souterraines. Dans le même registre, des écarts de tarification entre l'eau de surface et l'eau souterraine influenceront sur les usages de ces ressources.

3.1.2 – Particularités des tensions relatives aux aquifères à eau non renouvelable

L'exploitation d'eau fossile est par définition une surexploitation des aquifères, qui conduit dans un délai plus ou moins long (dépendant du stock d'eau contenu) à leur épuisement. Ces pratiques non durables, portées généralement par une conception de la sécurité hydrique fondée sur la gestion de l'offre, le recours à des infrastructures massives et à la technologie, ne peuvent être évaluées en dehors de leur contexte hydrologique et climatique.

➔ **Une spécificité du développement en lieu aride et/ou désertique ?**

Les États qui exploitent aujourd'hui des aquifères fossiles ne disposent que de très faibles ressources en eau renouvelable, que ce soit dans l'absolu (certains pays ne bénéficient de ressources renouvelables qui ne s'expriment qu'en centaines de millions de m³ par an), ou relativement à leur population. Dans ce contexte, l'eau n'est pas tant un frein au développement (économique, social) qu'un instrument de sa réalisation. Le maintien d'une bande de verdure sur le littoral nord-africain est par exemple perçu comme une priorité pour tous les pays de la rive sud de la Méditerranée. L'eau devient alors le principal moyen de lutter contre l'extension vers le nord de la désertification du territoire de ces États. Au regard de l'accroissement considérable de la demande dans ces pays (démographie, immigration dans le Golfe, augmentation du niveau de vie, développement agricole et plus largement rural), toute source d'eau, renouvelable ou non, devient essentielle.

➔ **Éthique de l'eau et politique de gestion des aquifères à eau non renouvelable**

Une évaluation des grands projets de mobilisation de l'eau fossile dans les pays étudiés ne peut être portée sans avoir à l'esprit les considérations du précédent point. Des politiques de l'eau excessivement centrées sur la gestion de l'offre (augmenter l'offre en eau) suscitent généralement la méfiance des spécialistes de ce domaine. De même, l'eau des nappes fossiles apparaît généralement d'autant plus précieuse qu'elle n'est pas

renouvelable. Dès lors, son usage ne devrait être qu'exceptionnel, et ne devrait pas permettre l'extension des surfaces irriguées. Mais le contexte de pénurie (et de rareté) en eau dans les États des aquifères décrits en première partie fait évoluer cette perception idéale d'une politique de l'eau. Si le recours à de l'eau non renouvelable reste à bannir comme support d'une agriculture d'exportation (comme le faisait encore l'Arabie Saoudite à la fin des années 1990), celui-ci trouve des justifications dans la prévention de la désertification, même pour des usages agricoles. Mais l'eau fossile ne doit pas servir à soutenir une explosion de la demande, sans politique de gestion spécifique de cette dernière (par opposition ou en complément de la gestion de l'offre).

➔ **Acception de l'épuisement des aquifères à eau non renouvelable**

Les États qui exploitent le plus massivement les ressources fossiles, à l'image de l'Arabie Saoudite, de la Libye, ou de la Jordanie, semblent résignés à la disparition de ces nappes. La vision de l'eau fossile comme un stock minier s'impose alors, et conduit à une course à l'extraction jusqu'à la disparition des aquifères captifs. Elle conforte la « tragédie des Communs » (prés communaux) décrite par Garret Hardin¹⁸⁷, qui montre que la rationalité économique d'acteurs bénéficiant d'un bien collectif a pour conséquence la disparition de ce dernier.

➔ **De fortes vulnérabilités des réseaux d'eau potable pour ceux dépendant d'aquifères à eau non renouvelable**

Le recours à des solutions infrastructurelles lourdes pour alimenter les grandes villes libyennes, jordaniennes ou saoudiennes ne garantit pas un approvisionnement stable et durable. Le projet Disi-Amman se fonde sur un transfert de 100 millions de m³ par an pendant cinquante ans. Or, au regard des réserves exploitables (6,25 km³) et les usages actuels, une durée d'exploitation de trente ans (voire inférieure) paraît plus plausible. De même, l'eau fossile est la deuxième source d'alimentation des villes saoudiennes après le dessalement. Quelles seront les solutions de remplacement pour le royaume wahhabite si les aquifères non renouvelables sont taris dans 20 ou 25 ans ? Les coupures d'eau qui pourraient affecter les villes du littoral libyen seront de nature différente : ponctuelle et non durable. Un problème technique sur la grande rivière artificielle pourrait mener à des ruptures d'approvisionnement d'au moins une semaine. Cela conduit ces États à favoriser une sécurité hydrique, par analogie à la sécurité énergétique, par un bouquet de différentes sources d'approvisionnement, dont le dessalement, la réutilisation des eaux usées et, récemment, la recharge artificielle d'aquifères, sont la pierre angulaire.

¹⁸⁷ HARDIN Garret, « The tragedy of the commons », *Science*, n°162, 1968, pp. 1243-1248. Voir également les ouvrages du PNUD sur les biens publics mondiaux : KAUL Inge, GRUNBERG Isabelle, STERN Marc A., (dir), *Global public goods. International cooperation in the 21st Century*, New York, Oxford, Oxford University Press, 1999, 549 p. et KAUL Inge, CONCEICAO Pedro, LE GOULVEN Katell, MENDOZA Ronald U., (dir.), *Providing global public goods. Managing globalization*, New York, Oxford, Oxford University Press, 2003, 646 p.

Pour une critique du concept, voir : CONSTANTIN François (dir.), *Les biens publics mondiaux : un mythe légitimateur pour l'action collective ?*, Paris, L'harmattan, coll. Logiques politiques, 2002, 385 p.

3.1.3 – Des tensions à la crise : éléments catalyseurs

Les facteurs de tensions identifiés précédemment ne conduisent pas nécessairement à une crise, interne ou interétatique. L'ensemble des pays du monde connaît à des degrés divers des problèmes liés à l'eau, y compris les mieux dotés comme le Canada (niveau des Grands Lacs) ou même le Brésil (épisodes de sécheresse dans le bassin de l'Amazone, fleuve représentant pourtant 17 % du débit annuel de tous les cours d'eau du monde !). Mais des mécanismes d'arbitrage plus ou moins formalisés et institutionnalisés contribuent à la régulation de ces difficultés. Cette sous-partie présente des éléments qui aggravent la présence des facteurs de tensions, et qui peuvent accélérer le basculement vers des crises¹⁸⁸.

➔ L'existence d'un différend relatif aux eaux de surface

L'existence d'un contentieux entre États pour le partage des eaux de surface apparaît clairement comme un obstacle à l'initiation d'une coopération relative à des eaux souterraines partagées. En effet, même dans les cas où les aquifères transfrontaliers ne sont pas encore perçus comme un enjeu interétatique, d'éventuelles revendications relatives aux eaux souterraines peuvent être associées à des contentieux plus sérieux relatifs aux eaux de surface. Cela ressort de l'étude des bassins aquifères sud-asiatiques, du Système aquifère des Grès de Nubie, et dans une moindre mesure du Système aquifère sénégal-mauritanien. Le durcissement possible des relations d'États riverains d'un fleuve aura très probablement des conséquences sur leurs positions de négociation en matière d'eau souterraine. Et cela se présume également dans le cas de l'Égypte, du Soudan, de la Libye et du Tchad, où il n'y a pas de lien hydrologique entre le bassin du Nil et le système aquifère des Grès de Nubie.

Notons également que l'élaboration des deux instruments de coopération les plus aboutis entre pays en développement en matière d'eau souterraine (SASS et Système aquifère du Guarani cf. 3.3) n'a pas été bridée par des rivalités concernant les eaux de surface entre les parties prenantes.

➔ Un lien politique entre les eaux de surface et souterraines

A l'inverse, certains États souhaitent à tout prix distinguer politiquement les eaux de surface et souterraines même lorsque celles-ci appartiennent au même ensemble hydrologique, comme cela se constate en Asie du Sud. Dans leurs bassins respectifs, le Pakistan et le Bangladesh craignent que la reconnaissance d'un tel lien contribue à politiser à l'excès la question des aquifères partagés, ce qui n'est pour l'instant pas le cas du fait des incertitudes scientifiques. Le Pakistan et le Bangladesh appréhendent que l'Inde intègre à terme les flux souterrains dans le calcul des quotas d'allocation des eaux de surface de l'Indus pour le Pakistan, et de l'un des 54 cours d'eau transfrontaliers avec le Bangladesh. Cela conduirait à la diminution des volumes d'eau de surface dont ces deux États d'aval jouissent pour l'instant.

¹⁸⁸ Par crise entre États dans le domaine de la gestion de l'eau, l'échelle BAR (Basin at Risk) développée par Aaron Wolf (Université de l'Oregon) sert de définition graduelle : Expression verbale du désaccord, Menace verbale, Action diplomatique hostile, Action hostile politico-militaire, Petites actions militaires, Actes de guerre, Déclaration formelle de guerre. WOLF Aaron T., « Shared Waters: conflict and cooperation », *Annual Review of Environment and Resources*, n° 32, 2007, pp. 3.1-3.29.

De manière plus courante, l'expression « tension interétatique » recoupe les événements non coopératifs déclaratoires, informels ou formels, y compris par des canaux diplomatiques.

➔ **Des capacités d'action réduites**

Les deux premières parties de l'étude illustrent la complexité croissante de l'enjeu de la gestion de la ressource, interrogeant dès lors sur la capacité à agir pour réformer, améliorer et rendre durable les usages de l'eau. L'accroissement démographique, l'intrication des enjeux énergétiques, agricoles et hydriques, le poids et la fonction sociale du secteur agricole, ou encore des blocages de nature politique constituent autant de contraintes qui réduisent la marge d'action d'un décideur politique.

Repenser la répartition de l'eau exige au préalable de répondre à des questions politiquement et socialement sensibles, car sources de conflits : quelles catégories d'usagers bénéficieront de l'eau ? Dans quel ordre de priorité ? Et au sein de chaque catégorie, qui exactement ? Sur quels fondements définir ces priorités d'accès ? Réformer durablement le secteur de l'eau risque de remettre à plat les usages de la ressource, ce qui compromettrait des situations de rente, des pactes inter-communautaires ou sociaux anciens, garants pour un État (central, provincial) d'une stabilité politique et sociale au moins relative.

➔ **La prévalence de tensions internes et le risque d'un changement d'échelle, de l'interne au régional**

En complément du précédent élément catalyseur de crise, les tensions potentielles sont en premier lieu internes (Égypte, Jordanie, Pakistan, Inde...). L'insuffisance des capacités de gouvernance locales et nationales des ressources en eau (de surface et souterraines) incite à un changement d'échelle des tensions, du local et de l'interne vers le régional.

➔ **L'agriculture et sa dimension sociale au cœur des tensions internes**

Du fait de sa dimension sociale, toute altération du secteur agricole peut conduire à des instabilités sociales et politiques internes. L'Égypte et l'Arabie Saoudite ont une agriculture particulièrement vulnérable, que ce soit respectivement à cause de l'augmentation probable des prélèvements des pays d'amont du bassin du Nil, ou de l'horizon limité de l'exploitation d'eau fossile. La capacité politique d'un État à réformer son secteur agricole est déjà restreinte (partout dans le monde). Elle se resserre encore quand la culture de stupéfiants est la principale source de revenus du secteur primaire (40 % de l'eau souterraine prélevée au Yémen sert à la culture du qat).

➔ **Absence d'institutions de concertation et de dialogue dédiées aux eaux souterraines partagées**

Hormis le Mécanisme de Concertation Permanent du Système aquifère du Sahara Septentrional, il n'y a pas de plate-forme, provisoire ou permanente, dédiée à la gestion d'un aquifère transfrontalier. Certaines sont en gestation (Système aquifère des Grès de Nubie, Système aquifère de l'Iullemeden – Cf. 2.10).

A l'inverse de ces catalyseurs de tension, deux contre-exemples peuvent être soulignés. Ils apparaissent comme des facteurs de crise (cf. 3.1.1), mais peuvent paradoxalement contribuer à lisser les tensions.

Tout d'abord, le manque d'information claire et partagée limite pour l'instant les tensions interétatiques à des déclarations plus ou moins formalisées. Le volume des

prélèvements opérés par chaque pays riverain est mal connu, tout comme le stock d'eau réellement exploitable. Face à de telles incertitudes, un pays peut alors difficilement stigmatiser, au point de générer une crise, un État riverain pour des pompages excessifs ou des pollutions graves. Ensuite, les pays du golfe Persique, et tout particulièrement la Jordanie et l'Arabie Saoudite pour l'aquifère fossile de Disi, se livrent à une véritable course à l'extraction. Ayant implicitement pris acte de l'insuffisance de leur coopération, les deux riverains alimentent aujourd'hui un cercle pervers qui conduira à l'épuisement de l'aquifère de Disi dans les prochaines décennies : ce qu'un pays ne prélèvera pas lui-même sera pris par l'autre, alors autant exploiter le plus possible cette ressource finie pour son propre intérêt. Paradoxalement, cette approche permettra probablement de limiter les risques de tension grave entre les deux pays, car ces derniers se sont résignés à la disparition de l'aquifère de Disi.

3.2 – **Ressources, Environnement et Conflictualité**

3.2.1 – Les ressources : quelle importance dans la conflictualité contemporaine ?

Contrairement à ce que l'on croit souvent, les enjeux économiques sont rarement centraux dans les guerres contemporaines. Ils ne peuvent servir d'explication principale aux conflits actuels au Moyen-Orient et dans le Caucase, par exemple, où les enjeux pétroliers ou gaziers sont souvent présents, mais jamais déterminants.

Il y a de moins en moins de guerres de conquête. Entre 1648 et 1945, près de la moitié des conflits avaient pour enjeu la conquête d'un territoire. Depuis 1989, cette proportion est tombée à 30 %.¹⁸⁹ Du fait de la mondialisation économique, il est devenu « plus facile d'acheter que de voler ». La plupart des ressources naturelles sont aujourd'hui des biens fongibles : elles font l'objet d'un marché mondial dans lequel une source peut se substituer à une autre, contrairement à ce qui était le cas jusqu'à la fin de la Seconde guerre mondiale.

Quoi que l'on puisse penser de l'intervention américaine en Irak en 2003, celle-ci ne relevait nullement d'une « guerre pour le pétrole ». L'invasion de l'Irak n'avait aucune rationalité économique. Avant 2003, les États-Unis pouvaient librement acheter, sur le marché international, du pétrole produit par Bagdad. S'il s'était agi pour les firmes pétrolières américaines d'investir dans la production locale d'hydrocarbures, la levée des sanctions aurait été un moyen infiniment moins coûteux que l'emploi de la force. Et ces firmes n'ont d'ailleurs obtenu qu'une part relativement modeste des contrats d'exploitation proposés par l'Irak depuis la chute de Saddam Hussein.

L'enjeu économique avait été plus important lors de la guerre de 1991 (pourtant légitimée, elle, par une résolution explicite du Conseil de sécurité de l'ONU). Du côté irakien, l'invasion du Koweït était une forme de « hold-up » par un pays affaibli par les conséquences de sa guerre contre l'Irak. Du côté américain, l'enjeu économique avait été ouvertement affirmé par l'administration américaine.¹⁹⁰ À l'époque, Washington

¹⁸⁹ Kalevi J. Holsti, *Peace and War : Armed Conflicts and International Order 1648-1989*, Cambridge University Press Cambridge, 1991 ; Stockholm International Peace Research Institute, SIPRI Yearbook 2010.

¹⁹⁰ Comme le disait le secrétaire d'État James Baker, « *Le Golfe est une artère vitale pour les économies du monde industrialisé et nous ne pouvons pas permettre à un dictateur comme celui-ci de la contrôler. (...) En un mot, il s'agit d'emplois [américains]* ». Cité in Thomas L. Friedman, « *Mideast Tensions: US Jobs at Stake in Gulf*, Says Baker », *The New York Times*, 14 novembre 1990.

craignait en effet que l'Irak s'en prenne à l'Arabie saoudite après avoir annexé le Koweït – ce qui aurait alors permis à Saddam Hussein de contrôler l'essentiel du pétrole moyen-oriental, et ainsi d'exercer un degré de contrôle sur la production et les prix qui n'aurait plus permis au marché de fonctionner dans des conditions économiquement et politiquement satisfaisantes. Mais les questions de principe – le caractère inacceptable de l'annexion d'un État membre des Nations Unies – étaient au moins aussi importantes. La constitution de la plus large coalition de l'après-guerre pour évincer l'Irak du Koweït a montré la force de ce principe et confirmé l'existence d'une prohibition de principe contre les grandes annexions territoriales (des questions telles que le Sahara Occidental ou le Golan n'ayant pas la même importance). Quant aux tensions actuelles entre le Soudan et le Sud-Soudan, elles relèvent davantage du règlement d'une sécession bâclée que d'un conflit interétatique pour la ressource pétrolière.

En ce qui concerne l'Afghanistan, en l'absence de tout gisement d'hydrocarbures dans ce pays, certains ont cru bon de voir dans le projet – jamais concrétisé – de pipeline nord-sud, qui avait été proposé par le Turkménistan et l'Afghanistan en 1995, une justification masquée de l'intervention conduite par les États-Unis dans le pays en octobre 2001. Outre l'irrationalité économique d'une telle justification, on peut rappeler que la compagnie américaine UNOCAL n'avait eu aucun problème à entamer des discussions avec le régime des Talibans, et faisait même partie du consortium ayant remporté le marché en 1998... avant de se retirer du projet un an plus tard.

Certes, il est difficile de comprendre les opérations russes en Tchétchénie (1994, 2000) ou en Géorgie (2008) si l'on omet totalement de prendre en compte ce qu'il est convenu d'appeler la « géopolitique des oléoducs » : le Caucase est l'une des principales voies de transit du pétrole et du gaz entre l'Asie centrale et l'Europe. Mais il serait erroné et réducteur d'y voir la motivation centrale de Moscou : les facteurs d'ordre politique et symbolique y étaient tout aussi importants.

On fait grand cas des besoins immenses de la Chine, qui la pousseraient à s'intéresser de plus en plus aux gisements du Moyen-Orient, et ainsi à s'opposer, inéluctablement, aux intérêts américains. Pourtant, l'analyse de la stratégie des firmes pétrolières chinoises, par exemple, montre que celles-ci se comportent en acteurs du marché international beaucoup plus qu'en fournisseurs nationaux. (90 % du pétrole qu'elles produisent hors du territoire national va sur le marché.¹⁹¹) Au contraire, il est possible de dire que Pékin et Washington ont, de plus en plus, un intérêt stratégique commun : celui de la stabilité des marchés et de la libre circulation des approvisionnements. Ce n'est que dans le cas où l'acquisition ou la protection d'une ressource se double d'un enjeu politique et se prête au face-à-face entre forces militaires qu'il pourrait y avoir un lien direct entre ressources et conflits. À titre d'exemple, on citera le contentieux sino-japonais sur les îles Senkaku/Diaoyu, où se mêlent enjeux énergétiques (exploitation de nouvelles ressources gazières) et symboliques (délimitation des espaces maritimes des deux pays, établissement d'un rapport de forces). On peut en dire autant de la mer de Chine du sud.

Le contrôle des ressources est en revanche une donnée centrale des conflits intra-étatiques (guerres civiles), notamment en Afrique et en Asie, où elles sont un enjeu mais aussi un moyen de financement, surtout depuis la fin de la Guerre froide avec le

¹⁹¹ David G. Victor, « What Resource Wars? », *The National Interest*, novembre-décembre 2007.

tarissement du soutien financier des grandes puissances.¹⁹² C'est le cas notamment des hydrocarbures (pétrole : Nigéria, Angola), des minéraux (diamants : Sierra Leone, Libéria, Angola), et des minerais (colombite-tantalite et cassitérite : Congo), mais aussi, parfois, des ressources agricoles (café en Afrique, bois précieux en Asie).¹⁹³ Dans de tels cas, ce n'est donc nullement le manque de ressources, mais bien au contraire leur abondance locale, qui est un facteur belligène. D'après certaines études, le risque serait particulièrement élevé dans les pays où l'exportation de ressources naturelles représente au moins le tiers du PNB.¹⁹⁴

Concluons avec l'exemple du Rwanda, parfois décrit comme exemplaire de futurs conflits « malthusiens ». La thèse n'est pas totalement à rejeter. Certes, il n'y avait en 1994 au moment du génocide aucune famine dans le pays (bien au contraire). Toutefois, avec la plus forte densité de population d'Afrique, il existait de vraies tensions sur la gestion des terres arables. Mais attention aux raccourcis hasardeux. D'abord, le manque de terres arables, de manière général, n'est guère un élément prédictif de conflictualité.¹⁹⁵ Ensuite, concernant le Rwanda, le manque de terres arables ne semble avoir joué un rôle que de manière très localisée, permettant d'expliquer l'intensité de la violence dans certaines zones.¹⁹⁶ Enfin, notons que le massacre des Tutsis n'eut rien d'une révolte des pauvres : les grands propriétaires hutus furent au nombre des principaux génocidaires.

3.2.2 – Des guerres pour l'eau ?

Quid des « guerres pour l'eau » ? Celles-ci sont annoncées depuis la fin des années 1980, et le thème a gagné en popularité à partir de la fin de la Guerre froide.¹⁹⁷ À en croire de nombreux observateurs, elles seront exemplaires des conflits du nouveau siècle. D'ailleurs « *les lignes de bataille des futures guerres de l'eau [seraient] déjà tracées* ». ¹⁹⁸ Il est vrai que la carte du stress hydrique à l'horizon 2025-2030 recouvre en grande partie celle des zones de crise géopolitique (péninsule arabe, Asie centrale notamment).

Mais l'histoire doit dans ce domaine inciter à la prudence. La question de l'eau est indubitablement une dimension importante de nombreuses crises régionales, notamment au Moyen-Orient. Elle est l'objet de contentieux anciens entre la Turquie et la Syrie, entre l'Égypte et le Soudan, ou plus récents entre l'Éthiopie et ses voisins. La valeur de lieux stratégiques tels que le Golan et le Cachemire n'est pas pour rien dans les contentieux qui opposent depuis soixante ans la Syrie et Israël, l'Inde et le Pakistan. Et

¹⁹² La vente de ressources naturelles aurait été la source principale de financement d'une vingtaine de conflits au cours des années 1990 (Philippe Le Billon, *Fuelling war: Natural resources and armed conflict*, Routledge, Abingdon, 2005).

¹⁹³ En 2008, environ un tiers des guerres civiles avaient lieu dans des pays producteurs de pétrole (Michael L. Ross, « Blood Barrels », *Foreign Affairs*, mai-juin 2008).

¹⁹⁴ Paul Collier, Anke Hoeffler, « Greed and Grievance in Civil War », *Oxford Economic Papers*, n° 56, 2004.

¹⁹⁵ Dans une situation de forte densité démographique, il existe, sur la période 1990-2000, une corrélation relativement faible (1,5) entre manque de terres arables et risque de conflit interne (Richard P. Cincotta et al., *The Security Demographic. Population and Civil Conflict after the Cold War*, Population Action International, 2003).

¹⁹⁶ Marijke Verpoorten, « Leave None to Claim the Land: A Malthusian Catastrophe in Rwanda? », Institute of Development Policy and Management, juillet 2011.

¹⁹⁷ Joyce R. Starr, « Water Wars », *Foreign Policy*, printemps 1991.

¹⁹⁸ Colin Mason, *A Short History of the Future*, Londres, Earthscan, 2006, p. 62.

le partage de l'accès à l'eau est parfois la cause d'affrontements intercommunautaires ou locaux, en Afrique ou en Asie. Mais les spécialistes de l'université de l'Oregon, qui entretiennent la base de données la plus complète sur le sujet, notent qu'en quatre mille cinq cents ans – période au demeurant suffisamment longue pour avoir vu de nombreux changements climatiques – il n'y a jamais eu aucune guerre pour l'eau, c'est-à-dire de conflit dans lequel le contrôle de l'eau était l'enjeu central.¹⁹⁹ La dernière « guerre pour l'eau » opposa deux cités sumériennes à propos des eaux du Tigre et de l'Euphrate, au milieu du troisième millénaire avant notre ère.

Il y a de bonnes raisons à cela. Le pays situé en aval d'un cours d'eau qui prendrait l'initiative d'un conflit s'exposerait à des représailles, et devrait donc s'assurer le contrôle complet et permanent de la ressource, objectif pour le moins ambitieux. Et à l'époque moderne, une « guerre pour l'eau » serait beaucoup plus coûteuse que, par exemple, la construction d'usines de dessalement pour les pays disposant d'un accès à la mer (ce qui est le cas de nombreux États en situation de fort stress hydrique) ou que la mise à niveau des techniques d'irrigation sur un territoire.

Il n'est pas surprenant, dès lors, que les problèmes d'accès à l'eau aient toujours généré bien davantage de coopération que de violence entre les acteurs concernés. Depuis l'Antiquité, des milliers d'accords et de traités ont en effet été conclus pour le partage et la bonne utilisation des eaux. La coopération entre adversaires se poursuit même souvent en temps de guerre, comme on l'a vu par exemple au XX^e siècle au Moyen-Orient, en Asie du sud et en Asie du sud-est.

3.2.3 – Réchauffement planétaire et conflictualité

Devant l'ampleur des préoccupations liées au réchauffement de la planète, la perspective de « guerres climatiques » est reprise sur des supports variés. Un consultant spécialisé estime qu'une augmentation de 5° C de la température planétaire moyenne provoquerait « un bain de sang ».²⁰⁰ Et l'économiste Nicholas Stern – l'auteur du « rapport Stern » – évoque un risque de « guerre mondiale » si une telle augmentation de la température se produisait.²⁰¹

Plusieurs éléments amènent à davantage de prudence. Depuis les débuts de la civilisation, les périodes chaudes ont été moins belligènes que les périodes froides, car, toutes choses égales par ailleurs, les climats froids génèrent davantage de famines que les climats chauds.²⁰² Des corrélations assez précises entre périodes conflictuelles et périodes froides ont été établies par les historiens.²⁰³ Elles sont particulièrement marquées en Asie et en Europe, et semblent l'être également en Afrique.²⁰⁴ Ajoutons que ces

¹⁹⁹ Jerome Delli Priscoli, Aaron T. Wolf, *Managing and Transforming Water Conflicts*, Cambridge University Press, New York, 2009.

²⁰⁰ Jean-Marc Jancovici cité in Antoine Robitaille, « Les changements climatiques : vers la guerre ? », *Le Devoir*, 19 novembre 2009.

²⁰¹ Cité in Charles J. Hanley, « Lord Nicholas Stern Paints Dire Climate Change Scenario: Mass Migrations, Extended World War », *The Huffington Post*, 21 février 2009.

²⁰² Richard S. J. Tol, Sebastian Wagner, « Climate change and violent conflict in Europe over the last millennium », *Climatic Change*, vol. 99, n° 1-2, 2010.

²⁰³ David D. Zhang et al., « Global climate change, war, and population decline in recent human history », *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 104, n° 49, 2007.

²⁰⁴ David D. Zhang et al., « Climatic change, wars and dynastic cycles in China over the last millennium », *Climatic Change*, vol. 76, n° 3-4, 2006 ; Tol & Wagner, art. cit. ; Zhibin Zhang et al., « Periodic climate cooling

corrélations sont en diminution depuis les débuts de la Révolution industrielle, effet naturel de la modernisation des sociétés, qui les rend moins dépendantes de l'agriculture locale.²⁰⁵ Le changement climatique actuel se caractérise par la soudaineté du phénomène. Si la Terre a déjà connu des niveaux de température supérieurs dans le passé, les phases de réchauffement se sont étalées sur des dizaines de milliers d'années. Or l'augmentation probable de 2 à 5°C est en train de se réaliser en 150 ans, entre 1850 et 2100... Ce laps de temps ne permettra pas – ou imparfaitement – l'adaptation de nombreuses espèces végétales et animales, menaçant potentiellement les écosystèmes dont dépendent les usages humains. Dès lors, la rupture climatique, caractérisée par la brutalité du réchauffement actuel, invite à minorer la transposition d'expériences passées dans des exercices de prospective.

S'il existait un lien mécanique entre guerre et réchauffement, le nombre de conflits devrait être en augmentation ; or il est au contraire en nette diminution. La guerre interétatique classique est aujourd'hui devenue exceptionnelle, et le nombre de guerres civiles a diminué de moitié depuis 1990. Ceci confirme d'ailleurs que dans l'immense majorité des cas, les causes principales des conflits contemporains sont avant tout d'ordre sociétal et non naturel.²⁰⁶ Les conflits naissent avant tout des choix et des erreurs des hommes, non du manque de ressources ou du changement climatique.

Il n'est pas sérieux d'imaginer que la Russie et l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) pourraient se faire la guerre pour le contrôle des routes circumpolaires – Passage du Nord-Ouest et Route maritime du Nord, de plus en plus souvent libres de glaces – ou celui des ressources de l'Arctique. À échéance prévisible, les « nouveaux » passages maritimes ne seront ouverts que quelques semaines ou quelques mois par an, ce qui limite leur valeur stratégique. Quant aux ressources naturelles, elles se trouvent pour la plupart à l'intérieur des zones maritimes nationales. En outre, la Norvège et la Russie ont réglé en 2010 le contentieux qui les opposait depuis quarante ans sur la délimitation de leurs zones maritimes respectives.

Force est de constater que les prévisions les plus inquiétantes en la matière – dans des ouvrages décrivant les futures « guerres du climat » – ne sont pas le fait des spécialistes.²⁰⁷ (cf. 3.2.4).

Il est indiscutable que des changements locaux du climat peuvent avoir un impact sur l'équilibre des sociétés, et ainsi accroître, généralement de façon marginale, la propension à la violence collective dans certains pays en développement. C'est le cas par exemple pour les sécheresses, dans les sociétés fortement dépendantes de l'agriculture pluviale.²⁰⁸ Mais rien ne permet d'en tirer des conclusions déterministes. Il existe même des exemples en sens inverse. Par exemple, à la frontière du Kenya et de la Somalie, les

enhanced natural disasters and wars in China during AD 10-1900 », *Proceedings of the Royal Society – Biological Sciences*, vol. 277, n° 1701, décembre 2010 ; Halvard Buhaug, « Climate not to blame for African civil wars », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, n° 38, septembre 2010.

²⁰⁵ Tol & Wagner, art. cit.

²⁰⁶ Clionadh Raleigh, Henrik Urdal, « Climate Change, Environmental Degradation and Armed Conflict », *Political Geography*, vol. 26, n° 6, août 2007.

²⁰⁷ Gwynne Dyer, *Climate Wars*, Random House, Toronto, 2008 ; Harald Welzer, *Les Guerres du climat*, Gallimard, 2009.

²⁰⁸ Edward Miguel et al., « Economic Shocks and Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach », *Journal of Political Economy*, vol. 112, n° 4, août 2004.

conflits sont plus nombreux lorsque la ressource (pâturages) est abondante.²⁰⁹ (On se souviendra par ailleurs que l'une des plus grandes catastrophes naturelles de l'histoire moderne, le tsunami de 2004, eut pour conséquence indirecte la stabilisation du conflit sécessionniste de la province indonésienne d'Aceh.)

Les variations locales du climat sont bel et bien l'une des causes profondes du conflit du Darfour, mais non une explication essentielle ; car comment expliquer, si c'était le cas, que les violences aient commencé près de trente ans après le début de la période de sécheresse dans la région ?²¹⁰ Les conflits du Sahel dans les années 1970 montrent d'ailleurs bien que ce sont d'abord et avant tout les facteurs politiques et humains qui sont la clé lorsque l'on recherche les raisons d'un conflit. Dans la région, les deux décennies précédentes (années 1950 et 1960) avaient été particulièrement pluvieuses ; les gouvernements avaient favorisé la mise en culture des steppes, ce qui avait déplacé l'élevage vers le nord. Lorsque les pluies se firent de nouveau plus rares, les éleveurs voulurent retrouver leurs terres et se heurtèrent aux cultivateurs eux-mêmes aux prises avec la sécheresse. L'ensemble se greffait sur la rivalité traditionnelle dans cette région de l'Afrique entre nomades et sédentaires ; mais celle-ci fut entretenue voire encouragée par les responsables locaux ou nationaux. Et au nord du Mali, la rébellion touareg n'aurait sans doute pas eu lieu sans la radicalisation des jeunes Maliens qui avaient émigré en Algérie et en Libye du fait de la sécheresse.²¹¹

3.2.4 – Faudra-t-il reconsidérer le thème des « guerres pour l'eau » ?

On a vu plus haut que la notion de « guerre pour l'eau » devait être appréhendée avec prudence. Il n'y pas lieu de penser que le réchauffement climatique changera radicalement cette perspective. Accentuant la saisonnalité des régimes de précipitations et les caractéristiques climatiques actuelles (les climats humides devraient recevoir plus de précipitations²¹², les climats arides et semi-arides deviennent plus secs), le changement climatique soulignera les carences de gouvernance de la ressource, d'adaptation à la ressource disponible. Selon les études les plus récentes, les évolutions climatiques ne seraient d'ailleurs responsables que d'une faible part des pénuries d'eau : l'augmentation de la population en est de loin la cause principale.²¹³

Les experts les plus pointus des liens entre conflits et environnement se montrent, eux, beaucoup plus mesurés. L'analyse très complète développée par le Conseil consultatif allemand pour le changement planétaire en 2007 note qu'il n'existe à ce jour « aucune preuve de ce que les problèmes environnementaux sont une cause directe de guerre », exprimant là une position très largement répandue chez les bons connaisseurs du sujet.²¹⁴ D'autres auteurs sont encore plus catégoriques : « Le concept de conflit

²⁰⁹ « Climate wars », *The Economist*, 8 juillet 2010.

²¹⁰ Dans les 3 000 dernières années, le Sahel en a connu de bien pires. La cause principale en serait le phénomène d'oscillation atlantique multi-décennale (Timothy M. Shanahan et al., « Atlantic Forcing of Persistent Drought in Western Sahara », *Science*, vol. 324, 17 avril 2009).

²¹¹ Tor A. Benjaminsen, « Does Supply-Induced Scarcity Drive Violent Conflict in the African Sahel? The Case of the Tuareg Rebellion in Northern Mali », *Journal of Peace Research*, vol. 45, n° 6, novembre 2008.

²¹² Nigel W. Arnell et al., « Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios », *Global Environmental Change*, vol. 14, n° 1, 2004.

²¹³ Matti Kummu et al., « Is physical water scarcity a new phenomenon? Global assessment of water shortage over the last two millennia », *Environment Research Letters*, vol. 5, n° 3, juillet-septembre 2010.

²¹⁴ German Advisory Council on Climate Change, *Climate Change as a Security Risk*, 2007, p. 169.

environnemental est (...) fondamentalement erroné.²¹⁵ ». Deux spécialistes précisent encore, « *les chaînes de causalité qui vont du changement climatique à ces conséquences sociétales telles que la guerre sont longues et empreintes d'incertitudes* » au point qu'il est légitime pour eux de se demander « *s'il est véritablement fécond sur le plan conceptuel de parler de liens entre conflits et changements climatiques* ». ²¹⁶

3.2.5 – La question des migrations induites par le changement climatique

Certains augures estimaient au milieu des années 1990 que les « réfugiés climatiques » étaient déjà 25 millions à l'époque, et que leur nombre doublerait quinze ans plus tard, pour atteindre peut-être 200 millions en 2050. Cette projection dernière a été reprise depuis lors par de très nombreuses études alarmistes.²¹⁷ L'ONG Christian Aid prévoit, elle, pas moins d'un milliard de réfugiés climatiques à cet horizon.²¹⁸ Cela pourrait-il avoir des conséquences sur la conflictualité ?

Sur la longue durée, les changements environnementaux peuvent bien entendu générer des déplacements de population. Ceux-ci n'étant au demeurant pas l'apanage des pays en développement : le Dust Bowl, une série de tempêtes de poussières qui affecta pendant une décennie les grandes plaines d'Amérique du nord, provoqua la migration vers l'Ouest de deux à trois millions de personnes. Mais ces déplacements sont progressifs (il s'agit là de migrants plutôt que de réfugiés), très dépendants des opportunités économiques qui se présentent ailleurs, et généralement de faible ampleur géographique.²¹⁹ Du reste, ils ne sont même pas forcément d'origine climatique : la désertification et l'appauvrissement des sols sont souvent dus à la surexploitation du milieu naturel. Le même raisonnement vaut pour les populations qui pourraient être affectées par la montée du niveau de la mer. La progressivité du phénomène permettra probablement comme cela a été le cas dans le passé l'adaptation des populations habitant les littoraux. En revanche, la hausse du niveau de la mer va élargir dans les terres les zones de vulnérabilité aux événements météorologiques extrêmes (tempêtes).

« Le changement climatique en soi est rarement à l'origine des migrations ». ²²⁰ Les grands flux de populations liés au changement de l'environnement ou du climat, qu'ils soient rapides à la suite d'une catastrophe (« réfugiés »), ou lents du fait des modifications des conditions locales (« migrants ») resteront exceptionnels.²²¹ Surtout, s'ils

²¹⁵ Tobias Hagmann, « Confronting the Concept of Environmentally-Induced Conflict », *Peace, Conflict and Development*, n° 6, janvier 2005.

²¹⁶ Ragnhild Nordås, Nils Petter Gleditsch, *Climate Conflict: Common Sense or Nonsense?*, Human Security and Climate Change Workshop, Oslo, 21-23 juin 2005, p. 24.

²¹⁷ Norman Myers, « Environmental refugees in a globally warmed world », *Bioscience*, vol. 43, n° 11, 1993 ; *Ibid.*, « Environmental Refugees », *Population and Environment*, vol. 19, n° 2, 1997.

²¹⁸ Christian Aid, *Human Tide: The Real Migration Crisis*, 2007.

²¹⁹ Cecilia Tacoli, *Not only climate change: mobility, vulnerability and socio-economic transformations in environmentally fragile areas in Bolivia, Senegal and Tanzania*, International Institute for Environment and Development, février 2011.

²²⁰ Elisabeth Mese-Hausken, « Migration Caused by Climate Change: How Vulnerable Are People In Dryland Areas? A Case Study in Northern Ethiopia », *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 5, n° 4, 2000.

²²¹ Clionadh Raleigh et al., *Assessing the Impact of Climate Change on Migration and Conflict*, The Social Development Department, World Bank, non daté.

peuvent bien entendu affecter les équilibres culturels, sociaux et politiques, ils ne sont que très rarement la cause de conflits violents.²²²

3.3 – *Initier la coopération pour la gestion des aquifères partagés (instruments et thèmes de coopération)*

3.3.1 – Vers un droit international de l'eau douce

L'effectivité encore restreinte du droit international de l'eau ne doit pas faire croire à son inutilité. Par de longues tractations, les conventions internationales reflètent un consensus relatif, à un moment donné, autour d'un corpus de règles. Au fil des conventions internationales, des protocoles additionnels, les principes se précisent et gagnent en effectivité, réduisant la part de subjectivité dans les cas concrets de partage de la ressource.

Les Conventions internationales ont pour but de rendre possible par la définition de cadres généraux de négociation la coopération entre États d'un même bassin hydrographique, et de prévenir les risques de conflits. Elles servent ainsi de base à la conclusion de nouveaux traités de coopération interétatiques ou au règlement de différends relatifs à l'interprétation de traités déjà existants. Ainsi, bien qu'elle ne soit pas en vigueur, la Convention des Nations unies sur le droit relatif à l'utilisation des cours d'eau à des fins autres que la navigation inspire de ses principes la jurisprudence de la Cour Internationale de Justice²²³. Les accords régionaux s'harmonisent progressivement avec la Convention, telle la charte de l'eau adoptée en 2002 par l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) dans une autre aire géographique.

Actuellement, 286 traités bi ou multilatéraux sont en vigueur. Et près de 200 ont été conclus au cours des cinquante dernières années. La réalisation d'instruments institutionnels et les mises en pratique nécessaires à la coopération s'accroissent depuis 1990, avec la signature en 1992 de la Convention d'Helsinki sur la protection et l'utilisation des cours d'eau et des lacs internationaux, la Convention sur la coopération pour la protection et l'utilisation viable du Danube (1994), l'accord pour la mise en valeur du fleuve Mékong (1995), le protocole sur les réseaux hydrographiques de la Communauté pour le Développement de l'Afrique Australe (SADC, en 1995), le Traité du Gange (1996), le Traité de la Mahakali (1996) ou encore l'adoption de la Convention des Nations unies sur le droit relatif à l'utilisation des cours d'eau à des fins autres que la navigation (1997). Principale limite, les traités actuellement en vigueur ne concernent qu'une soixantaine des 276 bassins hydrographiques internationaux.

A.– *La Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eaux à des fins autres que la navigation*

Dans sa résolution 2669 (XXV) du 8 décembre 1970, l'Assemblée générale des Nations Unies demandait à la Commission du Droit international de proposer une codification du droit relatif à l'utilisation des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation. Après vingt-sept années de travaux et de négociations organisées par la Commission du Droit International (CDI), l'Assemblée Générale adoptait par 104 voix

²²² Raleigh et al., op. cit.

²²³ Arrêt rendu le 25 septembre 1997 par la Cour Internationale de Justice concernant le différend entre la Slovaquie et la Hongrie.

contre 3 (Chine, Turquie, Burundi) et 27 abstentions la Convention par sa résolution 51/229 du 21 mai 1997²²⁴. Nous ne développerons que les articles les plus fondamentaux ou controversés parmi les trente-sept divisés en sept parties que compte la Convention.

L'article 2 de la Convention définit un cours d'eau international par un « *système d'eaux de surface et d'eaux souterraines constituant, du fait de leurs relations physiques, un ensemble unitaire et aboutissant normalement à un point d'arrivée commun* ». Cette mise au point rappelle aux États que l'interaction entre les eaux souterraines (qui contiennent souvent la plus grande partie de l'eau du bassin) et les eaux de surface doit être prise en compte, notamment en cas de pollution. Cette prise en considération des eaux souterraines n'allait pas de soi, puisque le Pakistan et le Rwanda en ont fait un motif d'abstention dans le vote de la Convention. Les articles 3 et 4 traitent du rapport entre la Convention et les traités à venir ou déjà existants. La Convention, qui n'est qu'un accord-cadre, « *ne modifie en rien [...] les accords en vigueur* » (art.3.1).

Dans la troisième partie, intitulée « Principes Généraux », l'article 5 fixe définitivement dans le droit international le principe de l'utilisation et de la participation équitable et raisonnable par les États d'un cours d'eau international. Les usages humains équitables et raisonnables sont permis s'ils sont « *compatibles avec les exigences d'une protection adéquate du cours d'eau* » (art. 5.1). La prise en compte des dimensions environnementales est rappelée dans l'article 5.2 : les États ont le « *droit d'utiliser le cours d'eau et le devoir de coopérer à sa protection et à sa mise en valeur* ». Pour qu'un État puisse déterminer si son usage d'un cours d'eau international est équitable et raisonnable, la Convention énonce une obligation générale à coopérer, éventuellement dans le cadre de « *commissions mixtes* » (art. 8), et à échanger régulièrement des données et des informations (art. 9). Mais les facteurs à prendre en considération sont décrits dans l'article 6 de la Convention : on trouve ainsi les facteurs physiques (géographiques, hydrographiques, climatiques...), économiques et sociaux, les utilisations actuelles et potentielles, la protection du cours d'eau, ou l'existence d'une solution alternative.

La troisième partie de la Convention (« Mesures Projetées ») confirme l'obligation pour un État de notifier aux autres États du cours d'eau les changements qu'il compte entreprendre sur son territoire et qui sont susceptibles d'avoir un effet néfaste sur les autres États (art. 12). L'État concerné dispose de six mois pour répondre à la notification (délai prolongeable 6 mois supplémentaires), évaluer les risques pour son territoire, et communiquer ses conclusions (art. 13). La notification peut avoir un effet suspensif sur la mise en œuvre du projet, objet de la notification sur demande de l'État potentiellement menacé (art. 14).

²²⁴ Le texte de la Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eaux à des fins autres que la navigation est placé en annexe de la résolution 51/229.

Tableau n° 10 – ÉTAT DES SIGNATURES ET DES RATIFICATIONS DE LA CONVENTION DES NATIONS-UNIES DE 1997 SUR LE DROIT RELATIF AUX UTILISATIONS DES COURS D'EAUX À DES FINS AUTRES QUE LA NAVIGATION²²⁵

| Participant | Signature | Ratification, Acceptation(A), Adhésion(a), Approbation(AA) |
|---|--------------|--|
| Afrique du Sud | 13 août 1997 | 26 oct 1998 |
| Allemagne | 13 août 1998 | 15 janv 2007 |
| Bénin | | 5 juillet 2012 a |
| Burkina Faso | | 22 mars 2011 a |
| Côte d'Ivoire | 25 sept 1998 | |
| Danemark | | 30 avril 2012 a |
| Espagne | | 24 sept 2009 a |
| Finlande | 31 oct 1997 | 23 janv 1998 A |
| France | | 24 févr 2011 a |
| Grèce | | 2 déc 2010 a |
| Guinée-Bissau | | 19 mai 2010 a |
| Hongrie | 20 juil 1999 | 26 janv 2000 AA |
| Iraq | | 9 juil 2001 a |
| Italie | | 30 nov 2012 |
| Jamahiriya arabe libyenne | | 14 juin 2005 a |
| Jordanie | 17 avr 1998 | 22 juin 1999 |
| Liban | | 25 mai 1999 a |
| Luxembourg | 14 oct 1997 | 8 juin 2012 |
| Maroc | | 13 avr 2011 a |
| Namibie | 19 mai 2000 | 29 août 2001 |
| Nigéria | | 27 sept 2010 |
| Norvège | 30 sept 1998 | 30 sept 1998 |
| Ouzbékistan | | 4 sept 2007 a |
| Paraguay | 25 août 1998 | |
| Pays-Bas | 9 mars 2000 | 9 janv 2001 A |
| Portugal | 11 nov 1997 | 22 juin 2005 |
| Qatar | | 28 févr 2002 a |
| République arabe syrienne | 11 août 1997 | 2 avr 1998 |
| Suède | | 15 juin 2000 a |
| Tchad | | 26 sept 2012 a |
| Tunisie | 19 mai 2000 | 22 avr 2009 |
| Venezuela (République bolivarienne du) | 22 sept 1997 | |
| Yémen | 17 mai 2000 | |

²²⁵ Au 15 janvier 2013 :
http://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-12&chapter=27&lang=fr

L'article 33 crée une procédure obligatoire de règlement des différends, indispensable pour trancher les perceptions différentes d'une utilisation équitable et raisonnable, tant les critères de l'article 6 peuvent être entendus subjectivement. La procédure ne comprend d'obligatoire qu'une « enquête impartiale » si les négociations n'ont pas abouti six mois après leur début. Les États parties au différend peuvent également avoir recours à une tierce partie ou à des procédures d'arbitrage, ou soumettre leur différend à la Cour Internationale de Justice (art. 13.2).

Malgré des réserves d'interprétation²²⁶, cette Convention reconnaît la supériorité essentielle du principe d'un partage équitable et raisonnable (art. 7.1) sur l'obligation de ne pas causer de dommages (art. 5). Favoriser l'obligation de ne pas causer de dommages conduit à un *statu quo* avantageant les premiers usagers d'un bassin transfrontalier (et généralement les États d'aval, telle l'Égypte). L'affirmation du principe d'un partage équitable et raisonnable permet au contraire la coexistence des usages antérieurs avec la satisfaction de nouveaux besoins.

Trente-cinq ratifications sont nécessaires à l'entrée en vigueur de la Convention de 1997. En janvier 2013, vingt-neuf pays l'ont ratifiée, et quatre autres en sont signataires en attente de ratification (cf. tableau n°10). Si l'entrée en vigueur de la Convention a fait l'objet de plusieurs campagnes d'ONG ces dernières années (Greencross International, France-Tibet...), son impact sera au final celui que les États riverains d'un bassin international voudront bien lui donner...

Car il s'agit tout d'abord d'une Convention-Cadre, qui ne se substituera pas automatiquement aux accords existants. Les États qui le souhaitent, pourront mettre à niveau des Traités de gestion d'eau transfrontalière.

Ensuite, la Convention ne s'appliquera au mieux qu'aux États qui l'auront ratifiée, ce qui limite singulièrement sa portée. Comme l'illustre le tableau ci-dessus, aucun pays d'Asie, hormis l'Ouzbékistan, n'est signataire de la Convention ou ne l'a ratifiée.

L'Inde et le Pakistan se sont abstenus, le Bangladesh et le Népal ont voté pour. Par son vote contre la Convention de 1997, la Chine manifeste une politique de souveraineté sur ses ressources, de libre arbitre quant à ses engagements avec ses riverains. L'Inde, par sa position de pays aval et pays amont, s'est trouvée dans une situation délicate dont elle s'est sortie en s'abstenant. On pourrait penser que le vote positif népalais traduit un souhait d'aller plus en avant dans la coopération ; en fait, le Népal a décidé de ne pas ratifier la convention, affirmant ainsi sa détermination à l'égard de l'Inde. Plusieurs interlocuteurs au Népal nous ont rapporté que le vote favorable du Népal à l'adoption de la Convention de 1997 était une erreur de manipulation du délégué népalais ! Le Bhoutan n'a pas participé au vote.

Bien que la convention de 1997 ne soit pas encore appliquée, faute d'un nombre suffisant de ratifications, elle n'en est pas moins devenue un document de référence, sur le plan international d'abord, ce pour quoi elle a été adoptée mais aussi sur le plan national pour régler les différends entre provinces. C'est un document d'une grande importance auquel les pays d'Asie du Sud comme tous les autres pays, même s'ils ne l'ont pas signée, même s'ils ne l'ont pas ratifiée, ne pourront totalement se soustraire.

²²⁶ Boisson de Chazournes Laurence, Salman Salman M.A., *Cours d'eau internationaux. Renforcer la coopération et gérer les différends*, Washington, Acte du séminaire de la Banque mondiale, Rapport technique n° 414, 223 p.

B.– La Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux

La Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux a été signée par la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) le 17 mars 1992 et est entrée en vigueur dans les pays membres (sous réserve de ratification) le 6 octobre 1996. Pourtant à vocation régionale, la Convention énonce des principes généraux et originaux, qui dépassent le cadre classique des conventions et traités organisant la gestion des bassins transfrontaliers. Le principe pollueur-payeur (art. 2, 5b) ainsi que le principe de précaution (art. 2, 5a), y sont par exemple énoncés. La large place laissée à la protection de l'environnement, conjointement à une conception patrimoniale de la ressource en eau (les usagers actuels ne doivent pas compromettre la ressource et ses utilisations futures, art. 2, 5c), préfigure les évolutions probables du droit international de l'eau.

C.– Le droit des aquifères transfrontières : vers une Convention des Nations-Unies ?

La multiplication des traités de coopération et la formalisation des principes de gestion de la ressource constituent autant de repères pour une répartition équitable de l'eau. Des décisions unilatérales ou irrationnelles se mesurent alors à l'aune de cas analogues déjà tranchés et à des principes généraux fixés par le droit international. Par la coopération, le droit n'offre cependant qu'une alternative générale à des logiques d'affrontement. Simple cadre de gestion, il n'a pas prétention à se substituer aux orientations et arbitrages de la sphère politique. De plus, **le droit international de l'eau accompagne un vaste mouvement de désappropriation de l'eau. Les États doivent se contraindre à ne plus exercer qu'une souveraineté limitée²²⁷ sur les ressources en eau d'un bassin international.**

Or le récent projet de Convention sur « le droit des aquifères transfrontières » proposé par la Commission du Droit International, repris dans une résolution du 11 décembre 2008 par l'Assemblée générale des Nations-Unies²²⁸, va à rebours de cette évolution. L'article 3 de ce projet affirme en effet le principe de la souveraineté des États sur les aquifères partagés : « *Chacun des États de l'aquifère exerce sa souveraineté sur la portion d'aquifère ou de système aquifère transfrontière située sur son territoire* ». Cela entre en contradiction avec l'évolution du droit international de l'eau douce auparavant. Jochen Sohnle²²⁹ montre notamment un double mouvement d'internationalisation de l'objet (le bassin hydrographique) et de partage de compétences renforcées pour sa gestion. Ce mouvement s'accompagne d'une « réduction corrélative de la souveraineté étatique » sur les ressources en eau.

²²⁷ Sohnle Jochen, *Le droit international des ressources en eau douce : solidarité contre souveraineté*, Paris, La Documentation française/CERIC, coll. Monde Européen et International, 2002, 608 p.

²²⁸ Résolution n°A/RES/63/124, qui invite les États-membres à examiner les projets d'articles sur le droit des aquifères transfrontières, et à leur donner éventuellement une suite en 2011. Le projet de Convention présenté par la CDI est annexé à la résolution.

²²⁹ Sohnle Jochen, 2002, op. cit.

Le document proposé par la CDI sera très probablement amendé sur ce point, le plus critiqué par les juristes internationaux spécialisés dans l'eau douce²³⁰, pour être compatible avec la Convention des Nations-Unies de 1997. Mais la question de la souveraineté sur les aquifères risque de ralentir considérablement l'adoption d'une Convention sur les eaux souterraines partagées.

Autre point critiquable, le projet de Convention pour les eaux souterraines ne systématise pas le recours à un tiers (arbitrage, tribunal, etc.) pour le règlement des différends. C'est pourtant un facteur de pérennisation des traités multilatéraux actuellement en vigueur pour la gestion de bassins transfrontaliers, qui figure dans la Convention des Nations-Unies de 1997.

Son apport le plus saillant réside probablement dans sa description des facteurs pertinents pour une utilisation équitable et raisonnable des aquifères transfrontaliers, principe qu'il reprend dans son article 4. Plusieurs facteurs doivent alors être pris en considération pour la mise en œuvre d'un partage équitable et raisonnable (art. 5-1) :

- a) *La population tributaire de l'aquifère ou du système aquifère dans chaque État de l'aquifère ;*
- b) *Les besoins économiques, sociaux et autres, présents et futurs, des États de l'aquifère concernés ;*
- c) *Les caractéristiques naturelles de l'aquifère ou du système aquifère ;*
- d) *La contribution à la formation et à l'alimentation de l'aquifère ou du système aquifère ;*
- e) *L'utilisation actuelle et potentielle de l'aquifère ou du système aquifère ;*
- f) *Les effets réels et potentiels de l'utilisation de l'aquifère ou du système aquifère dans un État de l'aquifère sur d'autres États de l'aquifère concernés ;*
- g) *L'existence d'autres solutions pour remplacer une utilisation particulière actuelle ou projetée de l'aquifère ou du système aquifère ;*
- h) *La mise en valeur, la protection et la conservation de l'aquifère ou du système aquifère et le coût des mesures à prendre à cet effet ;*
- i) *Le rôle de l'aquifère ou du système aquifère dans l'écosystème qui en relève.*

Comparé à la Convention des Nations-Unies de 1997²³¹, les projets d'articles sur le droit des aquifères transfrontières sont plus amitioux, malgré une rédaction en apparence

²³⁰ Par exemple à l'occasion du Colloque UNESCO/ISARM UNESCO, 2010. *Transboundary Aquifers: Challenges and New directions. ISARM2010 International Conference, 6-8 December, UNESCO, Paris. Abstracts.* UNESCO, Paris.

²³¹ Article 6 (Convention NU de 1997) FACTEURS PERTINENTS POUR UNE UTILISATION ÉQUITABLE ET RAISONNABLE :

1. L'utilisation de manière équitable et raisonnable d'un cours d'eau international au sens de l'article 5 implique la prise en considération de tous les facteurs et circonstances pertinents, notamment :
 - a) Les facteurs géographiques, hydrographiques, hydrologiques, climatiques, écologiques et autres facteurs de caractère naturel ;
 - b) Les besoins économiques et sociaux des États du cours d'eau intéressés ;
 - c) La population tributaire du cours d'eau dans chaque État du cours d'eau ;
 - d) Les effets de l'utilisation ou des utilisations du cours d'eau dans un État du cours d'eau sur d'autres États du cours d'eau ;
 - e) Les utilisations actuelles et potentielles du cours d'eau ;

proche. Le projet sur les eaux souterraines insiste par exemple davantage sur la prise en compte des besoins futurs (art. 5-1 b, e et g), et sont plus précis (part d'un État dans la recharge d'un aquifère). S'il ne fait pas la distinction entre besoin et demande explicitement, l'alinéa 5-1 g incite à une approche de gestion globale (intégrée), de management ou technique, pour modifier les usages actuels. Tous les facteurs doivent être pris en compte pour déterminer un usage équitable et raisonnable, avec une prime cependant aux « besoins humains vitaux » (art. 5-2), ce qui, là aussi, est une différence avec la Convention NU de 1997.

3.3.2 – Les Aquifères : un haut potentiel de coopération à initier

A.– Réaffirmer le caractère politique des différends transfrontaliers : des eaux de surface aux aquifères

A l'échelle des bassins internationaux de surface, la mise à l'écart de la dimension politique interpelle. L'Asie centrale en constitue l'exemple emblématique. Cette aire géographique a fait l'objet de dizaines d'initiatives internationales et nationales ayant pour objectif des coopérations sectorielles ou techniques. Ces approches, dites de basse intensité, tentent de multiplier les interactions coopératives sur des sujets réputés plus connexes ou peu stratégiques (environnement, santé...) pour dans un deuxième temps favoriser des échanges plus ambitieux et des intégrations régionales par pilier thématique. Or vingt ans après l'accession à l'indépendance des Républiques d'Asie centrale en 1991, les quotas d'allocations de l'eau définis à l'époque soviétique (et à l'origine de la disparition de la mer d'Aral) demeurent toujours la base de négociation entre les cinq États... L'ignorance réciproque entre ces pays, l'absence de perception d'un intérêt commun, et surtout une extrême centralisation du pouvoir expliquent l'échec de ces initiatives, les négociateurs de chaque pays (y compris les ministres de l'eau) ne pouvant négocier au mieux que l'acquis, c'est-à-dire les quotas d'allocation soviétiques.

Le caractère politique de la gestion de la ressource apparaît ainsi comme un horizon difficile à contourner. La dépolitisation des enjeux peut s'avérer contre-productive pour la coopération dans les secteurs liés à l'eau douce.

Affronter frontalement des enjeux bilatéraux ou régionaux peut nécessiter du temps, mais guère davantage que les stratégies privilégiant les coopérations de basse intensité. Et les deux approches peuvent être cumulées²³². Le précédent de la négociation durant les années 1950 du Traité de l'Indus (signé en 1960, cf. 2.2) témoigne en faveur des approches directes, y compris dans un contexte conflictuel comme c'est le cas entre l'Inde et le Pakistan.

Des enjeux clivants appartenant plus généralement à « la politique » (conflits d'intérêt national, de représentation et de construction des problèmes), et apparaissant comme

f) La conservation, la protection, la mise en valeur et l'économie dans l'utilisation des ressources en eau du cours d'eau ainsi que les coûts des mesures prises à cet effet ;

g) L'existence d'autres options, de valeur comparable, susceptibles de remplacer une utilisation particulière, actuelle ou envisagée.

²³² En Asie du Sud, on constate des stratégies de contournement des blocages politiques liés au bilatéralisme car ce dernier garde sur les questions de l'eau une prééminence institutionnelle, structurant les autres modes de régulation ou de rationalisation. Un triple processus de rationalisation du bilatéralisme est en cours en Asie du Sud, qu'il s'agisse d'une rationalisation par le droit, par des logiques économiques, ou par l'expertise scientifique (cf. note suivante).

insurmontables, ont conduit à délaissier « le politique » comme mode de régulation des tensions. Il est vrai que les eaux transfrontalières peuvent également constituer un enjeu contingent à des facteurs bloquant plus profonds et distincts de l'eau (bassin du Jourdain par exemple). Réinvestir la dimension politique de l'eau invite à prendre en compte ces deux aspects de la gestion de l'eau²³³.

La transposition de cette analyse aux eaux souterraines transfrontalières passe par la construction d'un intérêt commun à agir (actions coordonnées ou mieux, conjointes) à l'échelle des aquifères partagés, pour assurer la pérennité de leurs usages.

Au regard de la complexité et des interactions des enjeux liés à l'eau, et des blocages internes de gouvernance de la ressource (cf. 3.1.3), la coopération transfrontalière s'impose comme l'échelon le plus pertinent pour gérer les défis agricoles, énergétiques et hydriques²³⁴.

Tushaar Shah et Mark Giordano²³⁵ relèvent que les discussions de type « Track II », impliquant des acteurs civils et institutionnels non gouvernementaux, contribuent à explorer des solutions avant qu'elles ne soient reprises par l'échelon politique. Outre des formats plus faciles à organiser, les négociations de type « Track II » favorisent la diffusion d'idées nouvelles dans les sociétés concernées. Des tels mécanismes éviteraient que des accords négociés entre gouvernements se voient bloqués par l'opposition de provinces frontalières, à l'instar du Traité de la Tista entre l'Inde et le Bangladesh, aujourd'hui suspendu à la contestation de l'État du Bengale occidental. En Asie du Sud, toute amélioration des relations bilatérales contribuera à l'amélioration de la sécurité Eau.

B.- Améliorer la connaissance commune des aquifères transfrontaliers

Pour aboutir à une gestion partagée de ressources en eau transfrontières, il faut « passer d'une vision scientifique à une vision politique »²³⁶. Mais dans un contexte régional polarisé, la phase scientifique de l'amélioration des connaissances est elle-même politique. Des inégalités de puissances dans un bassin aquifère ou fluvial se retrouveront dans les négociations. Un État hégémonique dans son bassin partagé (l'Égypte par le passé, Israël, l'Arabie Saoudite) peut gérer la négociation interétatique, y compris la diffusion de l'information à son rythme, sur des dizaines d'années (Bassin du Nil et cf. 1.3 sur l'Aquifère de la Montagne). A l'inverse, un État en situation d'asymétrie ne préférera

²³³ Pour des exemples de solutions coopératives, voir une étude de 2011 d'Alain Lamballe et d'Alexandre Taithe (*Eau et architecture de sécurité en Asie du Sud*, Paris, 2011, Fondation pour la recherche stratégique / Futuribles, 136 p.) réalisée pour la Délégation aux affaires stratégiques / ministère de la Défense). Elle montre que les moyens de favoriser la coopération régionale en Asie du Sud passe par des axes de coopération (interconnexions énergétiques, hydroélectricité, changement climatique, prévention des inondations) et des outils de gestion (intervention d'un tiers dans les négociations ou dans le règlement des différends, engagement du secteur privé pour contourner la prévalence du bilatéralisme, le développement d'un instrument de gestion intégré des usages saisonniers de l'eau, le recours à des instruments juridiques plus uniformes, des modèles de concession hydrauliques plus acceptables...).

²³⁴ Alexandre TAITHE, *Eau, Agriculture, Énergie : une imbrication croissante. Vers une « sécurité eau » étendue*, Notes de la FRS, n°11/09, 6 octobre 2009, 8 p. – <http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/notes/2009/200911.pdf>

²³⁵ SHAH Tushaar, GIORDANO Mark, « Himalayan Water Security: A South Asian Perspective », *Asia policy*, n°16, juillet 2013, pp. 26-31.

²³⁶ BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie I – Constat préliminaire – Analyse générale, août 2011, p. 61.

pas participer à des négociations avec le sentiment d'une position d'infériorité (Bangladesh, Tchad...).

La connaissance scientifique réduit les asymétries d'information entre les États d'un aquifère partagé, et revêt déjà à ce stade une dimension politique. Mais elle permet d'amener à la table des négociations de nouveaux acteurs, les scientifiques, dont l'approche permet une première rationalisation des enjeux. Cette phase contribue à la restauration, même sectorielle et provisoire, d'une confiance mutuelle. Au final, **l'objectif consiste à faire comprendre réciproquement les besoins de l'autre partie.** Ainsi les revendications des États d'un aquifère apparaissent davantage fondées, et moins perçues comme relevant d'une posture politique.

L'amélioration des connaissances relatives à un système aquifère partagé se décompose en deux étapes :

- ⇒ L'acquisition durable des informations ;
- ⇒ Le partage des informations.

Ces phases supposent une première harmonisation des méthodes de mesures, du traitement des données pour les transformer en informations comparables. La formation d'équipes (soit transfrontalières, soit nationales) capables d'accomplir ces tâches techniques s'impose alors pour mettre en place un système d'information intégré.

La mise en commun des données permet la modélisation de la gestion des aquifères (flux de recharge / prélèvements), ou à défaut, la modélisation spécifique des zones où l'eau souterraine est déjà ou risque de devenir surexploitée. Elle doit s'appuyer sur un véritable réseau de suivi quantitatif et qualitatif (mesures ponctuelles inutiles).

La modélisation conduit également à une meilleure compréhension des canaux de diffusion des pollutions, et la délimitation des contaminations.

A ce stade, le cadre administratif doit déjà permettre le contrôle des points de prélèvements et des quantités prélevées. Les rejets (eau agricole et domestique) font généralement l'objet d'un manque de données malgré leurs conséquences sur la qualité des eaux souterraines.

C.- La nécessaire formalisation des coopérations pour la gestion des aquifères²³⁷

Plusieurs systèmes aquifères font déjà l'objet d'une coopération fonctionnelle, à l'image de l'aquifère du Guarani (Argentine, Brésil, Paraguay, Uruguay), du système aquifère du Sahara septentrional (Algérie, Libye, Tunisie) et, dans une moindre mesure, des systèmes aquifères de grès de Nubie (Égypte, Libye, Soudan, Tchad) et du Sahara d'Iullemeden (Mali, Niger, Nigéria). Une coopération centrée sur les eaux souterraines

²³⁷ Pour un aperçu méthodologique de l'amélioration des connaissances et de la mise en place d'organismes d'aquifères transfrontaliers, voir : AFD, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Guide méthodologique*, AFD, coll. A Savoir, n°03, novembre 2010, 118 p., BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie I – Constat préliminaire – Analyse générale*, août 2011, 101 p. BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux*, août 2011, 148 p., RIOB, GWP, UNECE, UNESCO, GEF, AFD, *Manuel pour la gestion intégrée dans les bassins des fleuves, des lacs et des aquifères transfrontaliers*, Paris, mars 2012, 120 p.

est donc possible et généralement considérée comme efficace pour au moins les deux premiers exemples cités.

L'avantage de ces initiatives consacrées aux aquifères est que, contrairement aux grands bassins internationaux de surface, elles ne nécessitent pas au préalable de prendre en compte un passif de revendications historiques et de droits d'usage. Même si on ne peut s'abstraire d'un contexte politique et culturel, bâtir à partir d'une page blanche facilitera autant que possible des solutions plus fonctionnelles que politiques, et ainsi leur pérennité. Par exemple, si le partage des eaux de surface suscite toujours de vives tensions entre l'Inde et le Pakistan, les eaux souterraines sont pour l'instant un non-enjeu pour les deux pays, en particulier pour l'Inde, en amont d'une partie des flux souterrains et des pollutions. Les perspectives de concertation ne sont bloquées que pour des raisons d'ordre politique et le potentiel de coopération n'est pas grevé par des conflits d'usage, ni entre Delhi et Islamabad, ni même à l'échelle interne²³⁸.

Fonder de nouvelles coopérations sur la base d'institutions existantes est cependant l'option privilégiée par les Organisations internationales et organismes de développement. Dans la logique de la gestion intégrée des ressources (cf. 1.1.2), eaux souterraines et eaux surface devraient être gérées par la même entité, bien que les limites géographiques des bassins de surface et des aquifères ne coïncident que rarement²³⁹. Bâtir sur l'existant consisterait alors à étendre le mandat d'un organisme de gestion d'un bassin hydrographique de surface déjà en place. C'est ainsi que fut initiée la gestion de l'aquifère du Guarani en Amérique du Sud : celle-ci a bénéficié dans un premier temps de la plate-forme de collaboration offerte par le Comité intergouvernemental du bassin du Rio Plata ou au sein du MERCOSUR.

Encadré n° 3 – UNE COOPÉRATION EN VOIE D'INSTITUTIONNALISATION : LE CAS DU SYSTÈME AQUIFÈRE DU GUARANI

Le Système Aquifère du Guarani (SAG, 1,2 million de km²) est partagé entre l'Argentine, le Paraguay, l'Uruguay et le Brésil. Objet de plusieurs initiatives de coopération depuis le début des années 1990, le SAG a été préservé de fortes tensions interétatiques. Le « Projet de Protection Environnementale et de Développement Durable du Système Aquifère du Guarani », mené entre 2003 et 2009, avec le soutien de l'Organisation des États Américains, de la Banque mondiale et du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), illustre une coopération technique réussie. S'appuyant sur quatre sous-projets pilotes (illustrant la variété des problèmes rencontrés dans le SAG : pollutions industrielles ponctuelles, pollutions agricoles diffuses, pollutions domestiques, surexploitation conduisant à des baisses de niveau, risques localisés d'intrusion d'eau saline...), ce programme pluriannuel a permis aux quatre États de l'aquifère de comprendre et de partager les problèmes relatifs au SAG qu'ils rencontrent respectivement. Le Projet a conduit à une formalisation de la coopération entre les quatre pays riverains de l'aquifère, par la signature de l'Accord de l'Aquifère Guarani en août 2010. L'Accord reprend les grands principes du droit international de l'eau douce (usage équitable et raisonnable, obligation de ne pas causer de dommages), tout en s'appuyant explicitement, ce qui constitue un précédent dans la gestion des eaux souterraines transfrontalières, sur la résolution de l'Assemblée générale des Nations-Unies (Résolution n°A/RES/63/124 de 2008, cf. 3.3.1) relative au projet de Convention sur le Droit des aquifères transfrontières.

²³⁸ En Inde, l'eau de surface fait en revanche souvent l'objet de marchandage entre les provinces elles-mêmes (notamment frontalières), et avec l'État central.

²³⁹ RIOB/GWP, Manuel pour la gestion intégrée dans les bassins des fleuves, des lacs et des aquifères transfrontaliers, Paris, mars 2012, 120 p.

L'entrée en vigueur de l'accord est subordonnée à la ratification par les quatre États de l'aquifère. L'Uruguay et l'Argentine ont procédé à la ratification du texte de 2010 respectivement en mai et août 2012. Mais le Brésil, représentant plus de 70 % de la surface du SAG, ne s'est pas engagé à un calendrier pour ratifier l'Accord (pour des raisons tenant tout autant à des problèmes d'harmonisations juridiques et administratives internes avec les dispositions de l'Accord, qu'à une question de souveraineté sur les ressources en eau souterraine). Et au Paraguay, la ratification semble désormais prise en otage d'un jeu politique entre partisans et opposants au Président Fernando Lugo, destitué en 2012. En rétorsion de la condamnation de cette procédure par les États riverains du Paraguay, les députés paraguayens ont en effet rejeté la ratification de l'accord en août 2012.

Malgré ces récents blocages politiques, la coopération relative au Système Aquifère du Guarani témoigne d'une approche constructive depuis plus d'une décennie de la part des quatre États de l'aquifère.

Quelle que soit l'option favorisée, le potentiel de coopération relatif aux aquifères transfrontaliers est renforcé par le caractère récent de la concurrence pour leur exploitation.

Créer une structure technique permanente, avec du personnel propre, assure la pérennité des mesures et leur standardisation. Le fait qu'elle soit permanente lui confèrera un plus grand potentiel pour élargir progressivement son mandat. La continuité de structure technique en fait une plate-forme de dialogue privilégiée en cas de tensions diplomatiques entre les États de l'aquifère. A l'inverse, la Commission du fleuve Indus n'est par exemple que saisonnière, ce qui ne lui permet pas de régler des questions urgentes.

L'idéal est la mise en place d'un organisme dédié au bassin aquifère partagé, avec un mécanisme de règlement des différends – ou de concertation dans un premier temps (cf. le mécanisme de consultation rattaché au SASS). Une phase intermédiaire consiste à confier des mandats délimités à certains des aquifères aux organismes de bassin déjà existants, à l'image du mandat d'étude de l'aquifère alluvial du bassin du Mékong, confié à la Mekong River Commission.

L'intégration progressive des compétences pour les eaux de surface et souterraines obligera à une harmonisation des échelons de régulation des ressources, avec notamment une clarification des compétences entre des ministères le plus souvent en concurrence (Agriculture, Énergie, Aménagement du territoire ou Environnement...).

Au final, l'objectif sera de tendre vers une gestion intégrée des eaux souterraines et de surface, avec une autorité de bassin unique pour les deux types de ressources.

Conclusion

Les aquifères partagés entre plusieurs États dessinent de nouvelles frontières invisibles de l'eau, dont les ressources sont tout aussi primordiales pour les usages domestiques et l'irrigation que les eaux de surface.

Initier des coopérations régionales relatives aux aquifères transfrontaliers s'impose comme un enjeu international de premier plan. Objet interétatique encore mal connu, la prise de conscience récente de leur importance croît à mesure que la concurrence et les tensions pour les eaux de surface s'intensifient.

La gestion des aquifères partagés se compare pour l'instant à un puzzle dont chaque État possède des pièces sans vision d'ensemble. Hormis quelques exceptions (Système Aquifère du Sahara Septentrional, Système Aquifère du Guarani, Système Aquifère de l'Iullemeden notamment), les incertitudes de connaissance prédominent. La caractérisation par un pays de la partie d'un aquifère sur son territoire est en effet déjà très inégale. Ces lacunes compliquent les perspectives d'une modélisation (caractéristiques, usages) des systèmes d'eaux souterraines transfrontières, première étape d'une coopération interétatique.

La dimension transfrontalière des aquifères partagés est au mieux minorée, et le plus souvent ignorée, par les États concernés. La méconnaissance des caractéristiques des aquifères transfrontaliers favorise l'inaction, et limite pour l'instant l'intensité des tensions interétatiques. Mais cette dernière pourrait s'amplifier à mesure que la dépendance aux eaux souterraines s'accroît.

Une vision stratégique des eaux souterraines se développe déjà dans le Golfe persique, à l'image des pratiques du Qatar ou des Émirats Arabes Unis. Pour renforcer leur sécurité hydrique, des aquifères sont rechargés artificiellement avec de l'eau dessalée. Découlant d'une approche excessivement focalisée sur la gestion de l'offre, ces aquifères deviennent ainsi la pierre angulaire du « stockage stratégique²⁴⁰ » de ces pays. Si la recharge artificielle est appelée à se développer, cette vision de la sécurité hydrique demeurera probablement circonscrite au Golfe persique, tant elle dépend de conditions régionales (contexte hydrologique caractérisé par l'extrême rareté des ressources renouvelables, coût financier et technologique pouvant être absorbé par le produit de la vente des hydrocarbures...).

L'étude identifie divers facteurs potentiels de crise entre États d'un même système aquifère, à partir des cas d'étude (cf. 3.1).

Il s'agit tout d'abord de facteurs quantitatifs et qualitatifs :

- ⇒ La hausse des prélèvements malgré une disponibilité compromise ;
- ⇒ Une eau de qualité plus rare, ce qui a des impacts sur la santé humaine, les sols et l'environnement naturel.

²⁴⁰ L'expression « *strategic aquifer storage* » se retrouve utilisée en ce sens.

A ces premiers éléments s'ajoutent des facteurs scientifiques, institutionnels et politiques :

- ⇒ La connaissance insuffisante des caractéristiques des systèmes aquifères transfrontaliers ;
- ⇒ Des différences entre les échelles de gestion et les cadres de la gouvernance des aquifères ;
- ⇒ L'impact de choix de politiques publiques sur les eaux souterraines (lien eau/énergie, gestion exclusivement par l'offre...).

Plusieurs facteurs enfin peuvent agir comme des catalyseurs de tension interétatique :

- ⇒ La préexistence d'un différend relatif aux eaux de surface entre États d'un système aquifère ;
- ⇒ Créer ou non un lien politique entre les eaux de surface et souterraines ;
- ⇒ Des pouvoirs publics aux capacités d'action limitées ;
- ⇒ La prévalence de tensions internes et le risque d'un changement d'échelle, de l'interne au régional ;
- ⇒ La dimension sociale de l'agriculture qui est au cœur des tensions internes ;
- ⇒ L'absence d'institutions de concertation et de dialogue dédiées aux eaux souterraines partagées.

Cette grille d'analyse des facteurs potentiels de tension ne doit pas masquer le formidable potentiel de coopération que revêtent les eaux souterraines transfrontalières.

A l'image des enseignements des politiques publiques internationales dans le secteur de l'eau douce depuis plus de quarante ans²⁴¹, il n'y a pas de modèle unique à la coopération pour la gestion des aquifères partagés. Mais l'étude (cf. 3.2 et 3.3) conforte des perspectives coopératives et non conflictuelles. Les eaux souterraines transfrontalières constituent une terre vierge pour la coopération à plusieurs égards. Tout d'abord, les aquifères partagés ne souffrent pas (ou récemment) d'un historique de revendications et de tensions comme c'est généralement le cas pour les bassins de surface. L'absence de perception de la dimension transfrontalière des aquifères évite également un regard trop stratégique sur les ressources en eau qu'ils contiennent... Terre vierge ensuite pour la formalisation de la coopération : une initiative de coopération pour des eaux souterraines aura le choix, en fonction des contextes régionaux, entre partir d'une feuille blanche en créant un organisme dédié à la gestion conjointe des aquifères, et bâtir en s'appuyant sur des institutions existantes (traitant par exemple des eaux de surface partagées). L'indispensable phase d'amélioration des connaissances favorise enfin une rationalisation scientifique des enjeux relatifs aux eaux souterraines, ce qui est rarement possible dans le domaine très polarisé du partage des eaux de surface. Établir la confiance mutuelle nécessaire à une nouvelle coopération régionale exige ainsi la compréhension mutuelle, par les États d'un système aquifère, de leurs besoins et demandes réciproques. Vision politique et vision scientifique ne peuvent alors être dissociées.



²⁴¹ Conférence des Nations Unies sur l'Environnement de Stockholm en 1972.

Bibliographie

Documents institutionnels

Banque mondiale, *World Development indicators 2009*, Washington, 2009, 434p.

Banque mondiale, « West Bank and Gaza. Assessment of restrictions on Palestinian water sector development », Report n° 47657-GZ, Sector Note, Avril 2009, 154 p.

Banque mondiale, *Obtenir le meilleur parti des ressources rares. Une meilleure gouvernance pour une meilleure gestion de l'eau au Moyen-Orient et en Afrique du Nord*, Washington, Rapport sur le développement de la région MENA, 2007, 264 p.

Economic and Social Commissions for Western Asia (UN-ESCWA), *Shared Waters – Shared Opportunities (World Water Day, March 22. Transboundary Waters in the ESCWA Region)*, 2009, 18p. <http://www.escwa.un.org/information/publications/edit/upload/sdpd-09-tm1-e.pdf>

FAO, *Irrigation in the Middle East region in figures. Aquastat Survey 2008*, FAO Water Reports, n°34, 2009, 402p.

FAO, *FAO Statistical Year Book 2005-2006*, Rome, 2006, 342 p.

Ministère de l'Eau et de l'énergie (Arabie Saoudite), *Investigations for updating the groundwater mathematical model(s) of the Saq and overlying aquifers*, Mars 2008, 128p. <http://www.scribd.com/doc/16845648/Saq-Aquifer-Saudi-Arabia-2008>

IPCC, « *Climate change and water* », Technical paper n°IV, 2008, disponible sur le site internet du GIEC : www.ipcc.ch

IPCC, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers*, Brussel, Avril 2007, disponible à l'adresse www.ipcc.ch

Pakistan Water and Power Development Authority (WAPDA), *Hydro Potential in Pakistan*, Novembre 2011, 76p., <http://www.wapda.gov.pk/pdf/BroHydpwrPotialApril2011.pdf>

Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie*, Paris, Unesco Publishing, 2003,

Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *Water, a shared responsibility. The United Nations World Water Development Report 2*, Paris, UNESCO Publishing, 2006,

Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau, *Managing Water under Uncertainty and Risk*, Paris, UNESCO Publishing, 2012, 404p.

PNUD, *Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*, New-York, 2006, 422p.

PNUE, *Environmental Assessment of the Gaza Strip, following the escalation of hostilities in December 2008 – January 2009*, PNUE / UNEP, 2009, 99p., http://www.unep.org/PDF/dmb/UNEP_Gaza_EA.pdf

PNUE, *Sudan. Post-Conflict environmental assessment*, 2007, 358 p., http://postconflict.unep.ch/publications/UNEP_Sudan.pdf

UNESCO/PHI, *Transboundary Aquifers in Asia – A preliminary inventory and assessment*, Paris, IHP VII technical Document in Hydrology, 2010, 146 p.

UNESCO, IHP, *Urban Water Conflicts. An analysis of the origins and nature of water-related unrest and conflicts in the urban context*, Paris, UNESCO/IHP, Unesco Working Series SC-2006/WS/19, 2006, 182 p.

UNESCO/FAO, *Groundwater in international law. Compilation of treaties and other legal instruments*, Rome, FAO Legislative Study, n°86, 2005, 566p.

UNESCO, *Internationally shared (transboundary) aquifer resources management. Their significance and sustainable management*, Paris Unesco, IHP-VI, Non serial documents in hydrology, 2001, 71p.

United Nations, *State of the World Population 2012*, 2012,
<http://www.unfpa.org/public/home/publications/pid/12511>

Ouvrages et monographies

Académie de l'Eau, *La Charte sociale de l'eau. Une nouvelle approche de la gestion de l'eau au XXI^{ème} siècle*, Paris, Textuel (Agences de l'eau, Académie de l'eau, World Water Vision, 2000, 287 p.

Académie de l'Eau, *La solidarité pour l'eau potable. Aspects économiques*, Paris, Académie de l'Eau, 2003, 238 p.

AFD, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Guide méthodologique*, AFD, coll. A Savoir, n°03, novembre 2010, 118p

AIEA, *Regional Shared Aquifer Diagnostic Analysis for the Nubian Sandstone Aquifer System*, 24 septembre 2010, 2nd draf report, 85p., <http://iwlearn.net/iw-projects/2020/reports/regional-shared-aquifer-diagnostic-analysis-for-the-nubian-sandstone-aquifer-system>

ALLEN John, *Disi Aquifer. Jordan and Saudi Arabia*, Université du Texas,
[http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce397/Topics/Groundwater/Groundwater_Dis\(2010\).pdf](http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce397/Topics/Groundwater/Groundwater_Dis(2010).pdf)

Arab Water Council, *Arab countries regional report*, World Water Forum V, 2009, 88p.
[http://portal.worldwaterforum5.org/wwf5/en-us/worldregions/MENA %20Arab %20region/Pages/default.aspx](http://portal.worldwaterforum5.org/wwf5/en-us/worldregions/MENA%20Arab%20region/Pages/default.aspx)

Asia Society, *Asia's next challenge: securing the region's water future*, A report by the Leadership Group on Water Security in Asia, avril 2009, 59p.

BEACH Heather L., HAMMER Jesse, HEWITT J. Joseph, KAUFMAN Edy, KURKI Anja, OPPENHEIMER Joe A., WOLF Aaron T., *Transboundary Freshwater Dispute Resolution. Theory, Practice and Annotated References*, New York, United Nations University Press, coll. Water Resources Management and policy, 2000, 324 p

BECKOUCHE Pierre, LUÇON Zoé, TAITHE Alexandre (dir.), *L'eau en Méditerranée : fonder une stratégie commune. Services de l'eau, climat, sécurité*, Paris, l'Harmattan, mars 2010, 160p.

BERTHELOT Pierre, *Le Jourdain entre guerre et paix Approches historiques, géopolitiques et juridiques*, Pessac, Presses universitaires de Bordeaux, 2013, 455p.

BOISSON de CHAZOURNES Laurence, Salman Salman M.A., *Cours d'eau internationaux. Renforcer la coopération et gérer les différends*, Washington, Acte du séminaire de la Banque mondiale, Rapport technique n° 414, 223 p.

BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie I – Constat préliminaire – Analyse générale*, août 2011, 101p

BRGM, AFD, Académie de l'eau, UNESCO/PHI, OIE, *Vers une gestion concertée des systèmes aquifères transfrontaliers. Partie II – Analyse de quelques cas à forts enjeux*, août 2011, 148p

BRISCOE John (dir.), *India's water economy: facing a turbulent future*, Oxford University Press, 2005

BRISCOE John, USMAN Qamar, *Pakistan's water economy: running dry*, The World Bank, Oxford University Press, 2005

British Geological Survey, WaterAid, *Groundwater Quality: Nepal*, 2001, 4p.
<http://www.wateraid.org/~media/Publications/groundwater-quality-information-nepal.pdf>

- BROOK David B., TROTTIER Julie, *An agreement to share water between Israelis and Palestinians : the FoEME Proposal*, EcoPeace / Friends of the Earth Middle East, mars 2012, 152 p.
[http://foeme.org/uploads/13411307571~%5E\\$%5E~Water_Agreement_FINAL.pdf](http://foeme.org/uploads/13411307571~%5E$%5E~Water_Agreement_FINAL.pdf)
- BURCHI Stefano, MECHLEM Kirstin, *Groundwater in international law Compilation of treaties and other legal instruments*, Rome, FAO Legislative Study, n°86, 2005, 564 p.
- Center for Environment and Development for the Arab Region and Europe, *Water conflicts and conflict management mechanisms in the Middle East and North Africa Region*, mars 2006, 58p.
<http://water.cedare.int/cedare.int/files15/File2862.pdf>
- Central Ground Water Board, *Ground Water Quality in Shallow Aquifers of India*, Ministry of Water Resources, Government of India, 117p.
http://www.cgwb.gov.in/documents/Waterquality/GW_Quality_in_shallow_aquifers.pdf
- CONSTANTIN François (dir.), *Les biens publics mondiaux : un mythe légitimateur pour l'action collective ?*, Paris, L'Harmattan, coll. Logiques politiques, 2002, 385 p
- COSGROVE William J., RIJSBERMAN Frank R. (pour le Conseil Mondial de l'Eau), *World Water Vision. Making Water Everybody's Business*, Londres, Earthscan, 2000, 108 p. + Cd-Rom
- CROW Ben, SINGH Nirvikat, *The management of inter-state rivers as demand grow and supplies tighten : India, China, Nepal, Pakistan, Bangladesh*, MPRA paper n°12433, mars 2008, 32p
- DAOUDY, Marwa, *Le partage des eaux entre la Syrie, l'Irak et la Turquie*, Paris, Editions du CNRS, coll. Moyen-Orient, 2005, 268 p.
- DAOUDY Marwa, « Le long chemin de Damas. La Syrie et les négociations de paix avec Israël », *Les Etudes du Ceri*, n°119, novembre 2005, 50 p.
- DESCROIX Luc, LASSERRE Frédéric, *Eaux et Territoires : tensions, coopérations et géopolitique de l'eau*, Paris, L'Harmattan, coll. Ressources renouvelables, 2005, 280 p.
- DESCROIX Luc, LASSERRE Frédéric, *L'eau dans tous ses (E)tats : Chine, Australie, Sénégal, États-Unis, Moyen-Orient...*, Paris, L'Harmattan, coll. Ressources renouvelables, 2004, 350 p.
- Economic and Social Commissions for Western Asia (UN-ESCWA), *Shared Waters – Shared Opportunities (World Water Day, March 22. Transboundary Waters in the ESCWA Region)*, 2009, 18 p. <http://www.escwa.un.org/information/publications/edit/upload/sdpd-09-tm1-e.pdf>
- FERRAGANIA Eugenia, GRECO Francesca, « The Disi project : an internal/external analysis », *Water International*, vol. 33, n°4, décembre 2008, pp.451-463
- FOSTER Stephen, Loucks Daniel P. (dir.) *Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water-policy makers*, Paris, IHP-VI, Series on groundwater n°10, 2006, 103 p.
- GALLAND Franck, *L'eau. Géopolitique, enjeux, stratégies*, Paris, CNRS Editions, 2008, 192p.
- GANOULIS Jacques, AURELI Alice, FRIED Jean (dir.), *Transboundary Water Resources Management. A Multidisciplinary Approach*, Wiley-VCH, 2011, 382p.
- Global Water Intelligence, *Global Market 2014.Meeting the world's water and wastewater needs until 2018. Volume 2 Europe and Africa*, Global Water Intelligence publication, 2013, 1030p.
- Groundwater Governance, *Groundwater Policy and Governance*, Thematic Paper, n°5, avril 2013, 51p.
http://www.groundwatergovernance.org/fileadmin/user_upload/groundwatergovernance/docs/Thematic_papers/GWG_ThematicPaper5_APr2013_web.pdf
- HARACA Geoffrey, *Utilisation des aquifères fossiles pour l'irrigation : état des lieux, perspectives, débats*, AgroParisTech, Synthèse technique, avril 2009, 17p.
- Kalevi J. Holsti, *Peace and War : Armed Conflicts and International Order 1648-1989*, Cambridge University Press Cambridge, 1991

KAUL Inge, CONCEICAO Pedro, LE GOULVEN Katell, MENDOZA Ronald U., (dir.), *Providing global public goods. Managing globalization*, New York, Oxford, Oxford University Press, 2003, 646p.

KAUL Inge, GRUNBERG Isabelle, STERN Marc A., (dir.), *Global public goods. International cooperation in the 21st Century*, New York, Oxford, Oxford University Press, 1999, 549 p.

ICIMOD, *Water Storage. A strategy for climate change adaptation in the Himalayas*, Sustainable Mountain Development n°56, Hiver 2009, 60p.

IDSA (Institute for Defence Studies and Analyses) Task Force report, *Water Security for India : the external dynamics*, New Delhi, IDSA, September 2010, 121p.

Institute for Integrated Development Studies, *Water-based integrated development of the GBM region*, Water Resources Development Series, 2000, 117p.

Institute for Integrated Development Studies, *Regional Energy Grid in the GBM region*, Water Resources Development Series, 2000, 47p.

Institute for Integrated Development Studies, *Augmenting the lean season flow of the Ganges*, Water Resources Development Series, 2000, 67p.

Institute for Integrated Development Studies, *Flood forecasting and warning and disaster management*, Water Resources Development Series, 2001, 88p.

Institute for Integrated Development Studies, *Quality of water in the GBM region*, Water Resources Development Series, 2001, 90p.

Institute for Peace and Conflict Studies, *Water issues between Nepal, India & Bangladesh*, IPCS Special Report, n°95, juillet 2010, 12p.

Institute of Regional Studies, Islamabad, *Emerging challenges to Indus waters treaty. Issues of compliance and transboundary impacts of Indian hydroprojects on the Western rivers*, Dr Shaheen Akhtar, n° 3, 2010.

Institut Méditerranéen de l'Eau, *Les aquifères fossiles au sud de la méditerranée. État synthétique des connaissances. Caractéristiques et contraintes d'exploitation*, 30 juin 2008, 29p.

ISARM & PCCP, *Transboundary aquifers. Challenges and new directions. Abstracts*, Paris, Unesco / PHI, 2011, 188p.

ISARM-Africa, *Ressources en eau et gestion des aquifères transfrontaliers de l'Afrique du Nord et du Sahel*, HI-IV, Series on groundwater, n°11, 2005, 134p.

ISARM-AFRICA, *Managing shared Aquifer resources in Africa*, Paris, Unesco, IHP-VI, Series on Groundwater, n°8, 2004, 228p.

IUCN (Pakistan), *Beyond Indus Water Treaty: Ground Water and Environmental Management – Policy Issues and Options*, 2010, 10p.

IYER Ramaswamy R. (dir.), *Water and the laws in India*, Sage publications, Delhi, 2009

JAFFRELOT Christophe (dir.), *New Delhi et le monde. Une puissance émergente entre realpolitik et soft power*, Paris, Autrement, 2008, 157p.

JAFFRELOT Christophe (dir.), *L'Inde contemporaine de 1950 à nos jours*, Paris, Fayard – CERI, 2007, 967p.

LAMBALLE Alain, Taithe Alexandre, *Eau et architecture de sécurité en Asie du Sud*, Paris, Fondation pour la recherche stratégiques – Futuribles, 2011, 136p

LAMBALLE Alain, *L'eau en Asie du Sud : confrontation ou coopération ?*, Paris, L'Harmattan, 2009, 271p.

LASSERRE Frédéric, *Transferts massifs d'eau. Outils de développement ou instruments de pouvoir ?*, Québec, Presses de l'Université du Québec, coll. Géographie contemporaine, 2005, 576 p.

- LE PRESTRE Philippe, *Ecopolitique internationale*, Montréal, Guérin Universitaire, 1997, 556 p.
- MARGAT Jean, VAN der GUN Jac, *Groundwater around the World. A Geographic Synopsis*, CRC Press / Balkema, 2013, 348p.
- MARGAT Jean, *Les eaux souterraines dans le monde*, Paris, BRGM Editions, 2008, 187p.
- MARGAT Jean, *L'eau des Méditerranéens. Situation et perspectives*, Paris, l'Harmattan, coll. Prospective, 2008, 288p.
- MARGAT Jean, TIERCELIN Jean-Robert (coordonnateurs), *L'eau en questions*, Paris, Romillat, 1998, 301 p.
- MARGAT Jean, *Les utilisations de l'eau dans le monde*, 1994, Paris, UNESCO
- DE MARSILY Ghislain, *L'eau*, Flammarion, 1995. 126 p.
- MIKAIL Barah, *L'eau, source de menaces ?*, Paris, Dalloz / Iris, coll. Enjeux stratégiques, 2008, 153p
- MUNI S. D. (dir.), *The emerging dimensions of SAARC*, New Delhi, Cambridge University Press/ Foundation Books, 2010, 322p.
- MUTIN G., RAISON J.P., *La connaissance des zones de crises potentielles liées aux ressources en eaux*, L'Observatoire Européen de Géopolitique, Note 1063/DEF/DAS/Contrats, 2000.
- N'GUYEN Tien Duc, *La guerre de l'eau aura-t-elle lieu ?*, Paris, Editions Johanet, 2004, 248p.
- NICOL Alan, *The Nile: Moving Beyond Cooperation*, PC-CP / UNESCO-IHP, PC-CP Series n°16, 2003, 33 p.
- PETIT Olivier, *De la coordination des actions individuelles aux formes de l'action collective : une exploration des modes de gouvernance des eaux souterraines*, Thèse de doctorat en Sciences Économiques, soutenue le 12 décembre 2002 à l'Université de Versailles-Saint-Quentin
- Observatoire du Sahara et du Sahel, *Outils de gestion des systèmes aquifères transfrontaliers de l'espace OSS. Approche méthodologique*, OSS, Coll. Synthèse, n°5, 2010, 45p.
- Observatoire du Sahara et du Sahel, *Système aquifère du Sahara Septentrional. Gestion concertée d'un bassin transfrontalier*, Tunis, coll. Synthèse, n°1, 2008, 49p.
http://www.oss-online.org/pdf/synth-sass_Fr.pdf
- Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), *Système aquifère d'Iullemeden. Gestion concertée des ressources en eau partagées d'un aquifère transfrontalier sahélien*, Tunis, collection synthèse, n°2, 2008, 38p. Disponible à l'adresse : http://www.oss-online.org/pdf/synth-sai_Fr.pdf
- Partenariat pour l'eau, *La gestion intégrée des ressources en eau*, Stockholm, GWP, TAC background papers n°4, 2000, 76 p.
- PRIO, *Water Scarcity in Bangladesh. Transboundary Rivers, Conflict and Cooperation*, Prio Report, n°1/2013, 136p., www.prio.org
- PURI Shaminder, AURELI Alice, *Atlas of transboundary aquifers, ISARM Programme*, UNESCO-IHP, 2009, 326p.
- RICHARD Vanessa, *La coopération sur la gestion des cours d'eau internationaux en Asie*, Paris, la Documentation française/CERIC, coll. Monde européen et international, 2005, 460 p.
- RIOB, GWP, UNECE, UNESCO, GEF, AFD, *Manuel pour la gestion intégrée dans les bassins des fleuves, des lacs et des aquifères transfrontaliers*, Paris, mars 2012, 120p.
- SHAH Tushaar, *Taming the Anarchy. Groundwater Governance in South Asia*, Washington DC, RFF Press – IWMI, 2009, 310p.
- SHAPLAND Greg *Rivers of Discord: International Water Disputes in the Middle East*, Hurst & Company, 1997, 183 p.

SIRONNEAU Jacques, *L'eau. Nouvel enjeu stratégique mondial*, Paris, Economica, coll. Poche Géopolitique, 1996, 111 p.

Société Française pour le Droit international, *L'eau en droit international*, Paris, Pedone, 405p.

SOHNLE Jochen, *Le droit international des ressources en eau douce : solidarité contre souveraineté*, Paris, La Documentation française/CERIC, coll. Monde Européen et International, 2002, 608 p.

SRESTHA Ananda P., ADHIKARI Pushpa (dir.), *Mahakali Treaty. Pros & Cons for Nepal*, Sangam Institute, 2009, 169p.

STIMSON, SDPI, *Connecting the drops. An Indus Basin Roadmap for Cross-Border Water Research, Data Sharing, and Policy Coordination*, 2013, 67p. http://www.stimson.org/images/uploads/research-pdfs/connecting_the_drops_stimson.pdf

STEPHAN Raya Marina, *Transboundary aquifers : managing a vital resource*, Paris, Unesco, 2009, 17p.

TAITHE Alexandre, *L'eau. Un droit ? un bien ?*, Préface de Michel Miraillet, Editions Unicomm/DAS, Paris, collection. Stratégies et prospectives, 2008, 214 p.

TAITHE Alexandre, *Partager l'eau. Les enjeux de demain* (Préface de Jean Jouzel), Paris, Editions Technip, 2006, 168p.

VAND der GUN Jac, *Groundwater and Global Change:Trends, Opportunities and Challenges*, World Water Assessment Program, Unesco, Side Publications Series, n°1, 2012, 38p.

VRA Jaroslav, LIPPONEN Annuka, *Groundwater resources sustainability indicators*, Paris, Unesco, Groundwater Indicators Working Group (UNESCO, IAEA, IAH), IHP-VI, Series on Groundwater, n°14, 2007, 114p.

YUNUS Muhammad , *Pour une économie plus humaine. Construire le social-business*, 2011, JC Lattès, 305p

WIJNEN Marcus, AUGÉARD Benedicte, HILLER Bradley, WARD Christopher, HUNTJENS Patrick, *Managing the invisible. Understanding and Improving Groundwater Governance*, Banque mondiale, coll. Water Papers, juin 2013 (Draft Report), 162p.

ZEKTSER Igor S., EVERETT Lorne G., *Groundwater resources of the world and their use*, Paris Unesco, IHP-VI, Series on Groundwater n°6, 2004, 346p.

Articles et chapitres d'ouvrages collectifs

ADBELRHEM Isam Mohamed, RASHID Khalim, ISMAIL Amiruddin, "Simulation of Groundwater Level at Murzuk Basin Due to Great Man-Made River Project-Libya", *European Journal of Scientific Research*, vol. 26, n°4, 2009, pp.522-531

ADELOYE Adebayo, SHAKI A., "Sustaining irrigation water abstraction at the stressed Murzuq basin aquifer system in southwest Libya through mathematical modeling and optimization", *Trends and Sustainability of Groundwater in Highly Stressed Aquifers*, IAHS Publications, n°329, 2009, pp.10-15

AMER Kamel M., AL-MURAIKHI Abdul A. Aziz, RASHID Nauman, *Management of coastal aquifers. The case of a peninsula. State of Qatar*, Actes de conference, 20th Salt water intrusion meeting, 23-27 juin, Naples (Florida), US, <http://www.falw.vu/~swim/pdf/swim20/file240-243.pdf>

BARRAQUE Bernard, « Les marchés de l'eau en Californie : modèle pour le monde, ou spécificité de l'ouest aride américain. Première partie : la crise du partage du Colorado », *Responsabilité et Environnement*, Annales des mines, octobre 2002, pp.71-82

BARRAQUE Bernard, « Les marchés de l'eau en Californie : modèle pour le monde, ou spécificité de l'ouest aride américain. Deuxième partie : marchés de l'eau ou économie de l'eau ? », *Responsabilité et Environnement*, Annales des mines, janvier 2004, pp.60-68

- BARRAQUE Bernard, « De l'appropriation à l'usage : l'eau, patrimoine commun », in CORNU Marie, FROMAGEAU Jérôme, *Genèse du droit de l'environnement. Volume II. Droits des espaces naturels et des pollutions*, Paris, L'Harmattan, Coll. Droit du patrimoine culturel et naturel, 2001, pp.213-239
- BARRAQUE Bernard, « De l'appropriation à l'usage : l'eau, patrimoine commun », *La Revue Juridique d'Auvergne*, Clermont-Ferrand, vol. 98/4, pp. 79-97
- DAOUDY, Marwa, « Eau et Pouvoir, la relation stratégique Irak/Turquie », *Géostratégiques*, n° 7, avril 2005, pp. 99-118.
- DAWOUD Mohamed A., *Strategic Water Reserve : New Approach for Old Concept in GCC Countries*, World Water Forum V, 2009, 7 p., Contribution au groupe MENA, <http://portal.worldwaterforum5.org/wwf5/en-us/worldregions/MENA%20Arab%20region/Pages/default.aspx>
- DIAGANA Bassirou, THIEYE Samba, « Gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins transfrontaliers. Bassin côtier sénégal-mauritanien », *Third International Conference on Managing Shared Aquifer Resources in Africa*, Tripoli, Libya, 25-27 mai 2008 http://www.isarm.net/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=153
- EDMUNDS Mike, « Limits to the availability of groundwater in Africa », *Environmental Research Letters*, 26 juin 2012, volume 7, n°021003, 3p
- ECKSTEIN Yoram, ECKSTEIN Gabriel E., “Transboundary Aquifers: Conceptual Models for Development of International Law”, *Ground Water*, vol. 43, n°5, Septembre – Octobre 2015, pp.679-690
- FERRAGANIA Eugenia, GRECO Francesca, « The Disi project : an internal/external analysis », *Water International*, vol. 33, n°4, décembre 2008, pp. 451-463
- FOSTER Stephen, KEMPER Karin, GARDUNO Hector, HIRATA Ricardo, NANNI Marcella, « The Guarani Aquifer Initiative for Transboundary Groundwater Management », Banque mondiale, GW-MATE, Case Profile Collection n°9, septembre 2006, 20p.
- GALLAND Franck, « Géopolitique du dessalement », *Bulletin d'Etudes de la Marine*, n°41, mars 2008, pp. 19-22
- GALLAND Franck, « L'eau, cause ou cible de conflits », *Défense nationale et sécurité collective*, n°11, 2006, pp.121-125
- GALLAND Franck, « Géopolitique de l'eau en Éthiopie », *Défense nationale et sécurité collective*, n°8/9, 2005, pp.130-136
- HARDIN Garret, “The tragedy of the commons ”, *Science*, n°162, 1968, pp. 1243-1248.
- HATZFELD Jean, « Le Proche-Orient face au Jourdain », *Problèmes Politiques et Sociaux*, 4 septembre 1992, n°686, pp. 56-59.
- KONTE Oumar, NDIAYE Mamadou, *Analyse agroclimatique de la région de Thiès*, Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal, 15p., http://www.cse.sn/seninfoclim/documents/analyse_agroclimat.pdf
- LACOSTE Yves, « Géopolitique de l'eau », *Hérodote*, 3^{ème} trimestre 2001, n°102, pp. 3-18, dans un numéro spécial d'*Hérodote*
- LAMBALLE Alain, « L'importance de l'eau dans la diplomatie indienne », *Diplomatie*, coll. Les grands dossiers, n°15, juin-juillet 2013
- LEMARCHAND Fabienne, « Les nappes fossiles du Sahara », *La recherche*, n°421, juillet 2008
- MACDONALD Alan (coll.), « Quantitative maps of groundwater resources in Africa », *Environmental Research Letters*, 19 avril 2012, volume 7, n°024009, 7p.

METAOUI Fayçal, « La rivière artificielle libyenne suscite des craintes », *Les Afriques. Le journal de la finance africaine*, 10 avril 2009

MURAD Ahmed A., Al Nuaimi Hind S., “How would the population growths affect the water resources in Dubai, United Arab Emirates?”, *Map Middle East 2005*, 2005,
[http://www.gisdevelopment.net/proceedings/mapmiddleeast/2006/natural %20resource %20managem ent/mm06nat_93.htm](http://www.gisdevelopment.net/proceedings/mapmiddleeast/2006/natural%20resource%20management/mm06nat_93.htm)

MUTIN Georges, « Le Tigre et l’Euphrate de la discorde », *Vertigo*, vol. 4, n° 3, décembre 2003,
http://www.vertigo.uqam.ca/vol4no3/art2vol4no3/georges_mutin.pdf

SALEM Omar, Philippe, “Nubian Sandstone Aquifer System”, in ISARM-AFRICA, *Managing shared Aquifer resources in Africa*, Paris, Unesco, IHP-VI, Series on Groundwater, n°8, 2004, 228p.

SHAH Tushaar, GIORDANO Mark, “Himalayan Water Security : A South Asian Perspective”, *Asia policy*, n°16, juillet 2013, pp. 26-31

SIRONNEAU Jacques, « Le droit international de l’eau existe-t-il ? Évolutions et perspectives », *Droit de l’environnement*, octobre 2003, n°112, pp. 186-190

SIRONNEAU Jacques, « Droit et gestion de l’eau. Grandes tendances mondiales et applications récentes », *Revue Juridique de l’Environnement*, Paris, CNRS, 1998-3, pp. 301-317

STEPHAN Raya, « La coopération transfrontalière sur les eaux souterraines : un processus en évolution », *Dynamiques internationales*, n°2, janvier 2010 (accessible en ligne)

TAITHE Alexandre, « Savoir pour coopérer, le défi des aquifères transfrontaliers », *Diplomatie*, coll. Les grands dossiers, n°15, juin-juillet 2013

TAITHE Alexandre, Grands projets hydrauliques et interconnexions des réseaux électriques dans l’Afrique des Grands Lacs : entre inadéquation et démesure, coll. Notes de la FRS / Observatoire des Grands Lacs en Afrique, n°6/2012, 19p.,
http://www.frstrategie.org/barreCompetences/environnement/doc/ogl_06.pdf

TAITHE Alexandre, « Restaurer la dimension politique de la gestion de l’eau », *Géoéconomie*, n°60, hiver 2011-2012, pp.61-67

TAITHE Alexandre, *Eau, Agriculture, Énergie : une imbrication croissante. Vers une « sécurité eau » étendue*, Notes de la FRS, n° 11/09, octobre 2009.

TAITHE Alexandre, « Environnement et Sécurité », *Questions Internationales*, Paris, La Documentation Française, juin 2009.

TAITHE Alexandre, « Intérêt prospectif du changement climatique pour les études stratégiques », *Les Cahiers de mars*, n° 200, juin 2009.

TAITHE Alexandre, « Eau et énergie en Méditerranée », in *L’Annuaire de la Méditerranée. La sécurité énergétique*, Casablanca, Editions du GERM (Groupement d’études et de recherches sur la Méditerranée), 2009.

TAITHE Alexandre, « L’eau, source de tensions internes en Méditerranée », in *L’eau dans la région de la Méditerranée, un enjeu stratégique*, publications du CEMI, actes de colloque, 2009

THIVET Gaëlle, « Eau/énergie, Énergie/eau et changement climatique en Méditerranée », chapitre 10, in Plan Bleu, *Changement climatique et énergie en Méditerranée*, juillet 2008, p.10-10,

THIEYE Samba, « Gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins transfrontaliers. Bassin côtier sénégal-mauritanien », *Third International Conference on Managing Shared Aquifer Resources in Africa*, Tripoli, Libya, 25-27 mai 2008
http://www.isarm.net/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=153

YUNUS Muhammad, SIBIEUDE Thierry, LESUEUR Eric, « Social Business et grands entreprises : des solutions innovantes et prometteuses pour vaincre la pauvreté ? », *FACTS Reports Field Actions Science Reports*, février 2012, pp.67-74

WADA Yoshihide, HEINRICH Lena, “Assesment of transboundary aquifers of the world – vulnerability arising from human water use”, *Environmental research Letters*, vol. 8, 2013, n°024003, 13p.

WOLF Aaron T., « Shared Waters: conflict and cooperation », *Annual Review of Environment and Resources*, n° 32, 2007, pp. 3.1-3.29

WOLF Aaron T., MEDZINI Arnon, « Towards a Middle East at peace hidden issues in arab-israeli Hydroplitics », *Water Resources Development*, june 2004, vol. 20, n°2, 193-204

WOLF Aaron T., YOFFE Shira B., GIORDANO Mark, « International waters : indentifying basins at risk », *Water Policy*, 2003, n°5, pp. 29-60

ZARLEY Kermit, *Extending Egypt's Al Salam Canal to the Palestinian State*, 24 janvier 2005, 9p., <http://www.kermitzarley.com/pdf/alsalamcanal.pdf>

ZEITOUN Mark, MESSERSCHMID Clemens, ATTILI Shaddad, “Assymetric Abstraction and Allocation: The Israeli-Palestinian Water Pumping Record”, *Ground Water*, Vol. 47, n°1, janv.- fév. 2009, pp.146-160

Sélection de sites internet :

FAO, Aquastat : <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexfra.stm>

Whymap : <http://www.whymap.org/>

IGRAC : <http://www.igrac.net/>

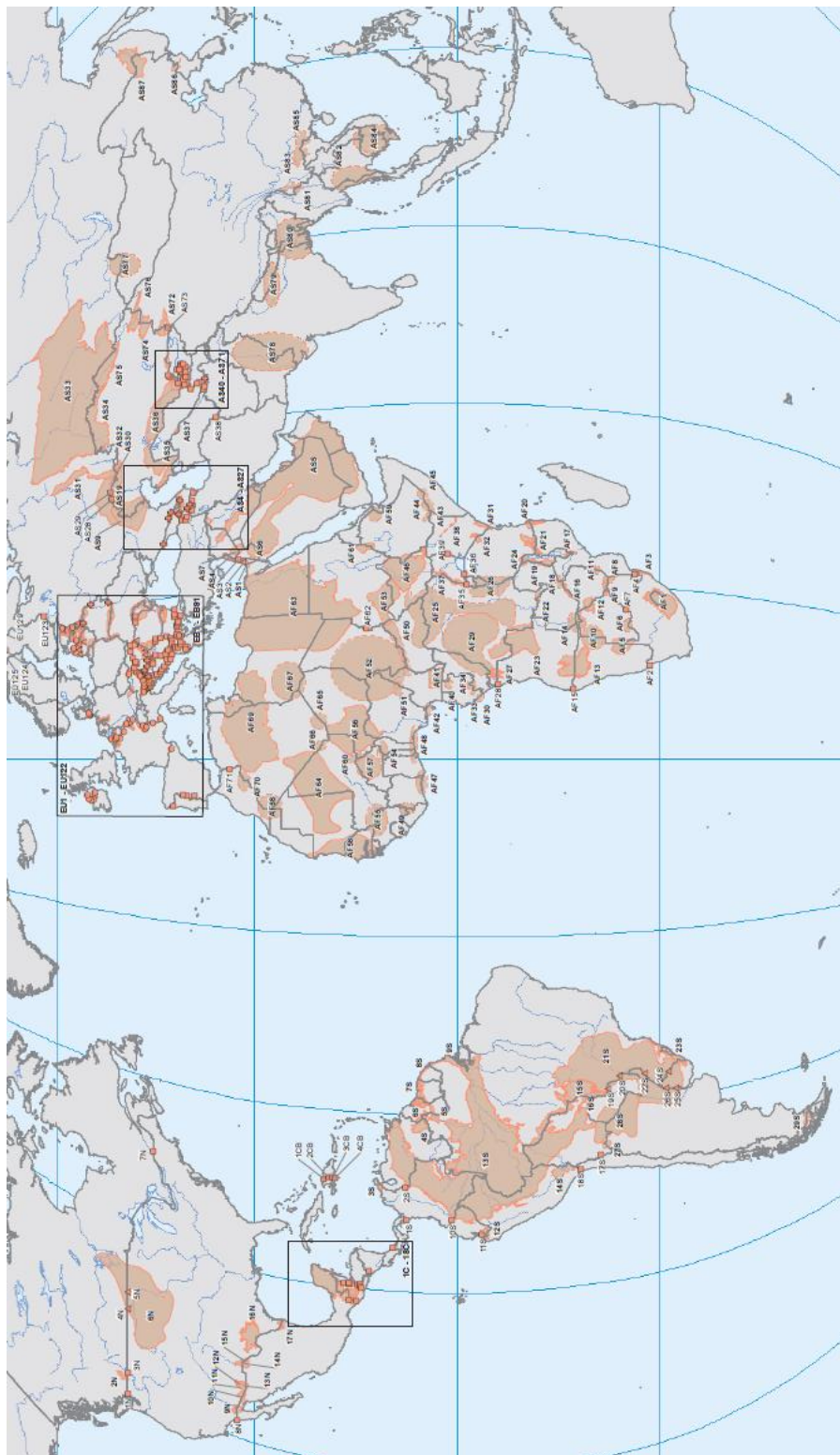
ISARM : <http://www.isarm.org/>

Portail eau de l'Unesco : http://www.unesco.org/water/index_fr.shtml

Banque mondiale (World development indicators) : <http://data.worldbank.org/data-catalog>

BRGM : <http://www.brgm.fr/>

<http://www.groundwatergovernance.org/>



²⁴² IGRAC, *Transboundary Aquifers of the World, Update 2012*, disponible à l'adresse www.un-igrac.org – Les pointillés indiquent des délimitations de systèmes aquifères encore incertaines.

Annexe 2 CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCE EN EAU

Les modélisations²⁴³ du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du climat (GIEC) prévoient un réchauffement moyen (entre 1.8 et 4° C) qui aura désormais des conséquences négatives dans toutes les régions du monde avec un degré de certitude supérieur à 90 %. Un réchauffement de 2° C nous entraîne à des niveaux de températures jamais atteints depuis 400 000 ans. Et une augmentation de 4° C correspond au passage de l'ère glaciaire au climat tempéré que nous connaissons aujourd'hui.

De plus, les modifications du climat vont conduire très probablement (c'est-à-dire avec un taux de confiance supérieur à 90 %) à l'accroissement du nombre de vagues de chaleur, et de précipitations très intenses. Les jours froids seront plus doux et plus rares, les jours les plus chauds le seront davantage tout en étant plus fréquents. Avec un degré de probabilité moindre mais élevé (entre 66 et 90 %), le GIEC lie le changement climatique avec l'augmentation de sécheresses localisées et au nombre de cyclones tropicaux.

Le réchauffement climatique en Méditerranée²⁴⁴

Les vagues de chaleur, auxquelles la zone est déjà coutumière, vont aller en s'aggravant et en s'intensifiant. Les projections de précipitations montrent un fort contraste entre l'Europe du Nord, où l'on attend des augmentations de l'ordre de 20 %, et le bassin méditerranéen, et en particulier la rive sud, où l'on attend des diminutions de précipitations, là encore de l'ordre de 20 %. Cette baisse de précipitations sera la plus importante en été. Corrélée aux vagues de chaleur évoquées précédemment, ce sont les sécheresses qui vont aller en s'intensifiant. Plus que les précipitations, ce qui compte est la disponibilité effective de l'eau. L'augmentation de la température conduit ainsi à un accroissement de l'évaporation et agit négativement sur la disponibilité de l'eau. Enfin, la diminution des précipitations sous forme de neige amplifiera encore ces changements : ces précipitations, stockées sous forme solide pendant l'hiver, sont distribuées temporellement pendant la fonte des neiges au printemps et en été, et elles lissent donc le cycle annuel. Cette réserve intersaison tend également à diminuer, et réduira la disponibilité de l'eau en été.

Ainsi, la disponibilité moyenne annuelle d'eau en Méditerranée pourrait décroître de l'ordre de 30 % avec un haut niveau de convergence des modèles sur cette région. En été, cette diminution sera encore plus importante, dépassant parfois 50 %. Il s'agit plus d'une tendance marquée, comparée à des régions où l'on a davantage de doutes.

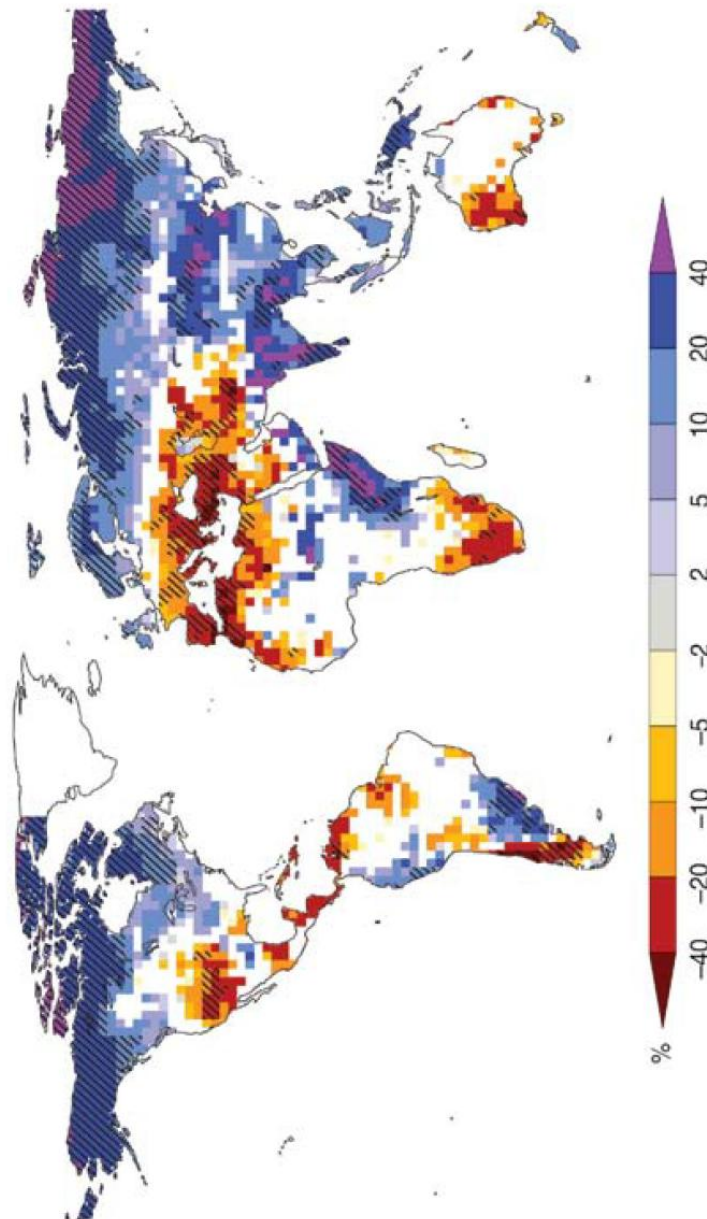
La diminution de la disponibilité²⁴⁵ en eau découle de plusieurs facteurs, difficiles à isoler les uns des autres ou à quantifier respectivement : cycles naturels, extension de l'aridité et de la désertification, et changement climatique.

²⁴³ GIEC, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers, Brussel, April 2007, disponible à l'adresse www.ipcc.ch

²⁴⁴ Intervention de Stéphane HALLEGATTE, in BECKOUCHE Pierre, LUÇON Zoé, TAITHE Alexandre (dir.), *L'eau en Méditerranée : fonder une stratégie commune. Services de l'eau, climat, sécurité*, Paris, l'Harmattan, mars 2010, 160 p.

²⁴⁵ A ces facteurs s'ajoute généralement la vétusté des différentes infrastructures pour augmenter l'eau réellement disponible (baisse de la capacité des lacs de retenue des barrages, du drainage etc.). On a par exemple constaté une baisse des apports en eau de surface au Maroc de l'ordre de 20 % au cours des trente dernières années. A ce sujet voir par exemple : THIVET Gaëlle, « Eau/énergie, Energie/eau et changement climatique en Méditerranée », chapitre 10, in Plan Bleu, *Changement climatique et énergie en Méditerranée*, juillet 2008, pp. 10-10.

**Figure n° 23 – VARIATION RELATIVE DU RUISSELLEMENT ANNUEL²⁴⁶
(2090-2099 vs 1980-1999)**



Les précipitations seront globalement plus abondantes en hiver, et plus concentrées en été (pour les différences par blocs régionaux, voir IPCC, « *Climate change and water* », Technical paper n°IV, 2008, disponible sur le site internet du GIEC : www.ipcc.ch). Mais au-delà de ces grandes lignes, la disponibilité de l'eau dépendra de l'état des milieux récepteurs. L'allongement de la durée de culture, la hausse prévisible de l'évapotranspiration (avec le réchauffement) et la perspective d'étés plus chauds risquent d'accroître la dépendance de l'agriculture à l'eau d'irrigation, sur une période plus étendue qu'aujourd'hui.

²⁴⁶ IPCC, « *Climate change and water* », Technical paper n°IV, 2008, disponible sur le site internet du GIEC : www.ipcc.ch. Les zones hachurées correspondent à une forte convergence des modèles (au moins 10 sur 12). Les zones blanches correspondent à une correspondance des modèles inférieures à 66 %.

d'hui. Les arbitrages pour la répartition de la ressource s'annoncent ainsi plus complexes, plus fréquents, avec des débits en baisse aux périodes où l'eau est la plus nécessaire à l'agriculture. La multiplication de restrictions d'eau à usage agricole, au profit de l'eau domestique, générera des tensions. Les pollutions affectant l'eau douce seront mécaniquement plus concentrées au cours de pénuries.

Les réseaux d'eau et d'assainissement, lorsqu'ils existent, seront davantage menacés par des précipitations plus intenses. Le ruissellement en zone urbaine favorisera plus souvent la saturation des réseaux d'eaux usées, et pourra entraîner des coupures d'alimentation en eau potable.

En France, les caractéristiques climatiques observées s'exacerberont. Les vagues de chaleur estivales deviendront plus fréquentes, plus longues et plus intenses²⁴⁷. La durée des sécheresses s'allongera en été. L'augmentation médiane (selon les scénarios A2 et B2²⁴⁸) de température devrait osciller entre 2 et 3.5° C en 2100. Si cette hausse ne semble pas spectaculaire, il faut rappeler que **l'augmentation de la température en France au 20^{ème} siècle (+1.1° C) correspond à un déplacement de latitude de 180 km vers le Nord. Cette translation climatique pourrait être de 400 (+2° C) à 500 km pour le scénario B2, et de 500 à 700 km (+ 3.5° C en 2100) pour le scénario A2²⁴⁹.**

²⁴⁷ PLANTON Serge, « Changements climatiques futurs en France », pp. 48-54, in *Impacts. Changements climatiques : quels impacts en France ?*, Paris, Greenpeace – Climact, 2006, 140 p.

²⁴⁸ La description des scénarios est disponible dans chaque publication du GIEC, résumés ou rapports complets, à l'adresse <http://www.ipcc.ch/index.htm>

²⁴⁹ ROMAN-AMAT Bernard, *Préparer les forêts françaises au changement climatique*, Rapport à MM. les Ministres de l'Agriculture et de la Pêche et de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, Décembre 2007, disponible à l'adresse : http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/preparer-forets/downloadFile/FichierAttache_1_f0/rapport-changt_climatbra.pdf

Annexe 3

DÉFINITIONS RETENUES DANS LE PROJET DE CONVENTION SUR « LE DROIT DES AQUIFÈRES TRANSFRONTIÈRES »

Projet de Convention proposé par la Commission du Droit International, repris dans une résolution du 11 décembre 2008 par l'Assemblée générale des Nations-Unies²⁵⁰.

Article 2

Termes employés

Aux fins du présent projet d'articles :

- a) On entend par «aquifère» une formation géologique perméable contenant de l'eau superposée à une couche moins perméable et l'eau contenue dans la zone saturée de cette formation ;
- b) On entend par «système aquifère» une série de deux ou plusieurs aquifères qui sont hydrauliquement reliés ;
- c) On entend par «aquifère transfrontière» ou «système aquifère transfrontière», respectivement, un aquifère ou un système aquifère situé dans plusieurs États ;
- d) On entend par «État de l'aquifère» un État sur le territoire duquel est située toute partie d'un aquifère ou d'un système aquifère transfrontière ;
- e) L'expression «utilisation d'aquifères et de systèmes aquifères transfrontières» comprend l'extraction d'eau, de chaleur et de minerais, et le stockage ou le rejet de toute substance ;
- f) On entend par «aquifère alimenté» un aquifère qui reçoit une alimentation contemporaine d'un volume d'eau non négligeable ;
- g) On entend par «zone de réalimentation» la zone qui contribue à l'alimentation en eau d'un aquifère, comprenant l'aire de réception des eaux pluviales et l'aire d'écoulement de ces eaux dans un aquifère par ruissellement et infiltration dans le sol ;
- h) On entend par «zone de déversement» la zone où l'eau en provenance d'un aquifère s'écoule vers ses points de sortie, tels qu'un cours d'eau, un lac, une oasis, une zone humide ou un océan.

²⁵⁰ Résolution n°A/RES/63/124.

Annexe 4

LISTE DES PERSONNES RENCONTRÉES

Bangladesh

Ainun Nishat, Vice-chancellor BRAC University (ancien négociateur du Traité du Gange entre l'Inde et le Bangladesh en 1996), Dhaka

Khondaker Azharul Haq, Vice-Director, Bangladesh Water Partnership, Dhaka

Babar Kabir, Senior Director, BRAC Water, Sanitation & Hygiene and Disaster, Environment & Climate Change Programs, BRAC Center, Dhaka

Yves Marre, Managing director Taratari, co-fondateur de Friendship, vice-président de Watever, Chittagong

Elsa Desmaison, Chargée de mission, Service économique, Ambassade de France au Bangladesh, Dhaka

Ajoy Kumar Chakraborty, Project Director, Grameen Veolia Water, Dhaka

Kazi Matin Uddin Ahmed, Professor, Department of Geology, University of Dhaka, Dhaka

Mahammad Shamsudduha, IRDR Research fellow, UCL Institute for Risk and Disaster Reduction, University College London (entretien à Dhaka)

Richard Taylor, Reader in Hydrogeology, UCL Department of Geography, University College London (entretien à Dhaka)

Ataur Rahman, Joint Secretary, Deputy Managing Director, Dhaka WASA (Dhaka Water Supply & Sewerage Authority), Dhaka

Hannan Biswas, Senior Researcher, Drishti Research Center, Dhaka

Thérèse Blanchet, Anthropologue, Dhaka

Ishtiaq Uddin Ahmad, Country Representative, IUCN Bangladesh, Dhaka

Mohammad Aminur Rahman Shah, Programme Officer (Natural Resources Management), IUCN Bangladesh, Dhaka

Mohammad Shahad Mahabub Chowdhury, Dialogue Coordinator, Ecosystems for Life: a Bangladesh-India Initiative, IUCN Bangladesh, Dhaka

Giasuddin Ahmed Choudhury, Executive Director, CEGIS (Center for Environmental and Geographic Information Services), Dhaka

Inde

Cheikh Dia, Chargé de programme pour l'Asie du Sud, AFD (Agence française de développement), Delhi

Aditi Mukherji, Senior Researcher, IWMI (*International Water Management Institute*). Delhi. Elle a, depuis avril 2013, rejoint ICIMOD (*International Centre for Integrated Mountain Development* à Katmandou) comme *Theme Leader Water and Air*.

R. P. S. Malik, Senior Researcher – Economics, IWMI (International Water Management Institute), Delhi

Olivier Sigaud, Deuxième conseiller, Ambassade de France en Inde, Delhi

A. K. Gosain, Professor, Department of Civil Engineering, IIT Delhi (Indian Institute of Technology Delhi), Delhi

Flore Lafaye de Micheaux, Conseillère Développement durable, chef du pôle Développement durable, Infrastructures et Industrie, Service économique régional pour l'Inde et l'Asie méridionale, Ambassade de France en Inde, Delhi

Farhad, Contractor, Water expert, journalist (Sambhaav), Paris

Uttam Sinha, Research fellow, IDSA (Institute for Defence Studies and Analyses), Delhi

Anjana Pant, Director, Living Ganga Programme, WWF India (World Wild Fund), Delhi

Pakistan

Syed Ayub Qutub (et deux autres membres de l'équipe), Executive Director, PIEDAR (Pakistan Institute for Environment Development action Research), Islamabad

Ali Tuqeer Sheikh, Chief executive officer (CEO), Lead Pakistan (Leadership for Environment and Development), Islamabad

Hina Lotia, General Manager, Lead Pakistan (Leadership for Environment and Development), Islamabad

Allah Ditta Khan, Director, PCRWR (Pakistan Council of Research in Water Resources), Islamabad

Hamid Sarfraz, Programme Coordinator, IUCN Pakistan, Islamabad

Shahid Ahmad, Consultant indépendant (auteur de quatre rapports sur l'eau au Pakistan pour l'IUCN), Islamabad

Nicolas Fornage, Directeur Pays, AFD (Agence française de développement), Islamabad

Gul Muhammad, Comsats Institute of information technology, Islamabad

Arif Anwar, Senior Researcher – Irrigation and Head, IWMI Pakistan (International Water Management Institute), Lahore

Abubakr Muhammad, Assistant Professor of Electrical Engineering, Director of the CYPHYNETS (*Laboratory for Cyber Physical Networks and Systems*), LUMS School of Science & Engineering (Lahore University of Management Sciences), Lahore

Basharat Ahmed Saeed, Program Coordinator and Research Fellow to the Vice Chancellor Lahore University of Management Sciences, Lahore

Benoit Ringot, Chef de projet – Grameen Veolia Water, Veolia eau (entretien réalisé à Paris)

Qatar

André Michael Welgemoed, Head of Planning & Systems, Oil Spill & Emergency Response, Qatar Petroleum.*

S. Venkataraman, Administration/Cost analysts, Oil Spill & Emergency Response, Qatar Petroleum.

Staff Brigadier Abdulla bin Mohd Al-Sowaidi, General Director, Civil Defence Administration, Ministry of Interior.

Brigadier Aman Saad Al-Sulaiti, Civil Defence Administration, Ministry of Interior.

Eng. Ali Saif Ali Al-Malki, Director Water Networks, Qatar General Electricity & Water Corporation.

Eng. Fahad Yousef Tolefat, Manager, Water Operation & Maintenance Dpt., Qatar General Electricity & Water Corporation.

Gerald Woodburn Kelly, Emergency Response Coordinator, Health, Safety & Environment, Ras Laffan Industrial City.

Dr. Mohammad Albeldawi, Head of Environment, Health, Safety & Environment, Ras Laffan Industrial City.

Andrew Collings, Urban and Regional Planner, Urban Planning Sector, Ministry of Municipality and Urban Planning.

Andrew Hammond, Utilities Planner, Urban Planning Sector, Ministry of Municipality and Urban Planning.

Steve Goodwin, Urban and Regional Planner, Urban Planning Sector, Ministry of Municipality and Urban Planning.

Khondker Rahman, Senior Environmental Planner, Urban Planning Sector, Ministry of Municipality and Urban Planning.

Abdul-Aziz Ali Al-Muraikhi, Head of Water Research Section, Department of Water, Ministry of Environment.

Abdulsattar M. Al-Rasheed, Chief Executive Officer, Ras Abu Fontas, Qatar Electricity & Water Co.

Dr. Patrick Linke, Professor of Chemical Engineering, Managing Director, Qatar Sustainable Water and Energy Utilization Initiative, Texas A&M, University of Qatar.