

SYSTÈME AQUIFÈRE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

GESTION CONCERTÉE D'UN BASSIN TRANSFRONTALIER



Collection Synthèse

n° 1

**SYSTÈME AQUIFÈRE DU SAHARA SEPTENTRIONAL
(ALGÉRIE, TUNISIE, LIBYE)
Gestion concertée d'un bassin transfrontalier**

Tunis, 2008

Collection Synthèse

- N° 1 Système aquifère du Sahara septentrional (Algérie, Tunisie, Libye) : gestion commune d'un bassin transfrontalier
- N° 2 Système aquifère d'Inlemeden (Mali, Niger, Nigeria) : gestion concertée des ressources en eau partagées d'un aquifère transfrontalier sahélien
- N° 3 La surveillance à long terme en réseau circum-saharien : l'expérience Roselt/OSS

Copyright © Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), 2008

Système aquifère du Sahara septentrional (Algérie, Tunisie, Libye) : gestion commune d'un bassin transfrontalier \ OSS. _ Collection Synthèse n° 1. _ OSS : Tunis, 2008. _ 48 pp.

ISBN : 978-9973-856-31-9

Photos de la couverture : Youba SOKONA; Ahmed Mamou; © OSS; ESA TIGER - AQUIFER Project

●●● REMERCIEMENTS

Ce document a été réalisé sous la supervision de Youba Sokona, Secrétaire exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) et de Ousmane S. Diallo, Coordinateur du programme Eau de l'OSS. Il émane du travail très conséquent mené par l'OSS, en partenariat avec l'Algérie, la Tunisie et la Libye, sur le système aquifère du Sahara septentrional (SASS) depuis 1998 sous la coordination scientifique et technique de Djamel Latrech.

Ont participé à ce travail Lamine Baba Sy, Charles Baubion, Ousmane S. Diallo, Djamel Latrech et Ahmed Mamou. Ce travail est l'aboutissement de leurs efforts conjugués.

Nous souhaitons, d'autre part, vivement remercier Ghislain de Marsily, Chedli Fezzani, et Ali M'hiri, ils nous ont éclairés de leurs précieux commentaires et suggestions.

Nous sommes aussi particulièrement redevables à Tharouet Elamri, qui a efficacement contribué à la relecture et à la clarté de ce texte, et à Olfa Othman dont les efforts de maquette et de mise en page ont permis que vous ayez entre les mains un document agréable à lire et à consulter.

Que tous trouvent en ce travail, le fruit de leur franche collaboration.

● ● ● **SOMMAIRE**

INTRODUCTION	7
LE SASS, UN SYSTEME COMPLEXE À GERER ENSEMBLE	9
1- Problématique du SASS	9
2- Améliorer la connaissance vers une gestion commune : le projet SASS	11
LES RESULTATS SCIENTIFIQUES OBTENUS	13
1- Fonctionnement du système aquifère et modélisation	13
2- Au-delà de l'hydrologie : aspects socio-économiques et environnementaux	23
LA GESTION COMMUNE DU SASS A TRAVERS UN MECANISME DE CONCERTATION	39
1- Les prémices d'une concertation entre les trois pays	39
2- Une coopération institutionnelle pensée dès l'origine du projet	40
3- Définition de la structure de concertation du projet SASS	41
4- Vers un mécanisme de concertation pérenne	42
CONCLUSION	45
BIBLIOGRAPHIE	47
LISTE DES ACRONYMES	49
PARTENAIRES DU SASS	51

●●● INTRODUCTION

Le système aquifère du Sahara septentrional (SASS), partagé par l'Algérie, la Libye et la Tunisie, renferme des réserves d'eau considérables qui sont cependant peu renouvelables et ne sont pas exploitables en totalité. Au cours des trente dernières années, l'exploitation des eaux du SASS par forages est passée de 0,6 à 2,5 milliards de m³/an. En conséquence de cette multiplication non concertée des prélèvements, cette ressource se trouve aujourd'hui confrontée à de nombreux risques tels que la salinisation des eaux, la réduction de l'artésianisme, le tarissement des exutoires naturels, la baisse de la piézométrie ou les interférences entre pays..., ce qui menace lourdement, à terme, la durabilité du développement socio-économique engagé dans l'ensemble de la zone.

Face à ces enjeux, un processus de coopération entre les trois pays qui partagent les ressources en eaux du SASS est indispensable. Tel a été le sens du projet SASS facilité et mis en œuvre par l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) depuis 1998, conjointement avec les trois pays. Ce travail commun a axé son programme sur les enjeux scientifiques dans un premier temps, permettant une amélioration significative de la connaissance du système aquifère, basée sur l'échange d'information et la définition commune des hypothèses de travail entre les trois pays. Les simulations réalisées par le modèle mathématique, construit dans ce cadre, ont permis ainsi de mettre en évidence les zones les plus vulnérables sur les moyen et long termes. Elles ont aussi permis d'identifier de nouvelles zones de prélèvements qui permettraient d'accroître l'exploitation actuelle tout en assurant la maîtrise des risques à travers une concertation renforcée entre les trois pays. A ce propos, cette coopération scientifique aboutit progressivement à la mise en place d'un cadre institutionnel formel de gestion de ces ressources en eaux partagées entre les trois pays : le mécanisme de concertation.

Cette publication présente les principaux résultats obtenus par la mise en œuvre des différentes composantes du projet : acquisition, analyse et synthèse des données hydrogéologiques ; élaboration de la base de données commune et du système d'information ; développement et exploitation du modèle mathématique du SASS et des sous-modèles régionaux ; mise en place d'un mécanisme de concertation pour la gestion commune du bassin ; étude socio-économique et étude environnementale.

Figure 1 : Localisation du système aquifère du Sahara septentrional



Source : ESA TIGER - AQUIFER Project, 2007

●●● LE SASS, UN SYSTEME COMPLEXE À GERER ENSEMBLE

1- Problématique du SASS

Le système aquifère du Sahara septentrional désigne la superposition de deux principales couches aquifères profondes : la formation du Continental Intercalaire (CI), la plus profonde, et celle du Complexe Terminal (CT). Ce système recouvre une étendue de plus de 1 million de km² dont 700 000 se trouvent en Algérie, près de 80 000 en Tunisie, et 250 000 en Libye (fig. 2).

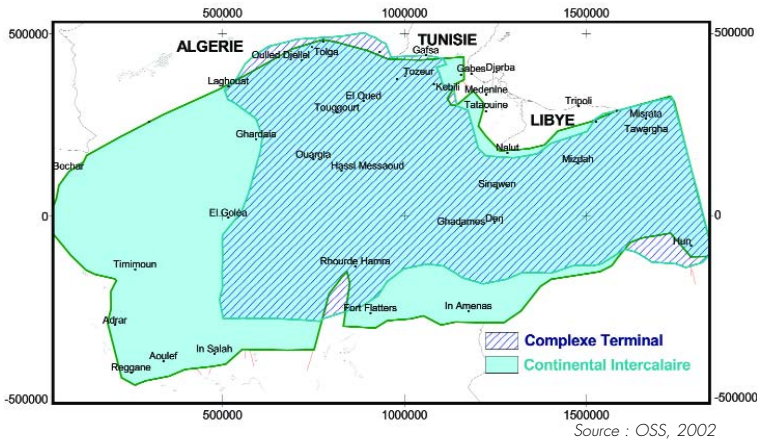


Figure 2 : Extension des formations du SASS

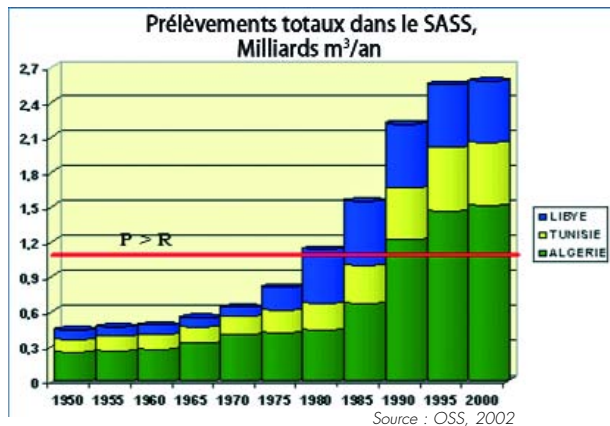
Etant donné les conditions du climat, aride à saharien, ces formations sont faiblement alimentées : la recharge du système représente environ 1 milliard de m³ d'eau par an au total, infiltrés essentiellement aux piémonts de l'Atlas saharien en Algérie, ainsi que sur le Dahar en Tunisie et le Djebel Nefoussa en Libye.

Cependant, l'extension du système et l'épaisseur des couches ont favorisé l'accumulation de réserves considérables au cours des siècles passés.

Comment alors exploiter les nappes sahariennes, au-delà de leur taux de réalimentation, par puisage dans les réserves accumulées, dans l'optique d'une gestion durable ? Comment assurer un maximum de prélèvements d'eau pour le meilleur développement de la région sans risquer pour autant de dégrader irrémédiablement l'état de la ressource ? C'est en ces termes que se pose aujourd'hui la question de l'exploitation des ressources en eau du système aquifère du Sahara septentrional.

Le système aquifère saharien est en effet exploité par près de 8 800 points d'eau, forages et sources : 3 500 au Continental Intercalaire et 5 300 au Complexe Terminal. Par pays, ces points de prélèvement se répartissent comme suit : 6 500 en Algérie, 1 200 en Tunisie et 1 100 en Libye. L'évolution du nombre de forages et de leur régime d'exploitation indique des croissances extrêmement fortes au cours des vingt dernières années (fig. 3) : cette exploitation atteint aujourd'hui 2,5 milliards m³/an (soit 1,50 en Algérie, 0,55 en Tunisie et 0,45 en Libye), contre 0,6 milliards en 1970. Si cette évolution, partagée par les trois pays, devait se prolonger, il y aurait sans doute de sérieuses raisons de s'inquiéter pour l'avenir des régions sahariennes, où l'on a pu d'ores et déjà enregistrer les premiers signes d'une détérioration de l'état de la ressource en eau.

Figure 3 : Prélèvements totaux dans les aquifères sahariens en milliards de m³/an



L'intense évolution des prélèvements dans les aquifères du SASS a profondément modifié la vision que l'on peut désormais se faire de cette exploitation, laquelle se trouve confrontée à un certain nombre de risques majeurs du simple fait de son développement : fortes interférences entre pays, disparition de l'artésianisme, tarissement des exutoires naturels, accroissement excessif des profondeurs de, salinisation des eaux... Les trois pays concernés par le devenir du système sont donc contraints, à court terme, à rechercher ensemble une certaine forme de gestion optimale et concertée de ce bassin saharien.

2- Améliorer la connaissance vers une gestion commune : le projet SASS

Les responsables des trois pays ont bien pris conscience de ces risques et décidé d'entreprendre un grand programme d'étude en commun, dont la maîtrise d'ouvrage et la recherche des financements ont été confiées à l'OSS. En 1998, l'OSS a obtenu l'appui de la coopération suisse (DDC), du FIDA et de la FAO pour une première phase de trois ans qui s'est poursuivie jusqu'en décembre 2002. Dans cette phase, les objectifs et les activités du projet SASS comportaient plusieurs composantes : l'hydrogéologie, le système d'information, le modèle mathématique global, et le mécanisme de concertation.

Ce projet s'est ensuite poursuivi dans une seconde phase jusqu'en 2006 dans l'optique de poursuivre cette coopération fructueuse, de continuer à définir des outils techniques de façon concertée et d'aboutir à un mécanisme de concertation permanent : une institution pour gérer les ressources en eau du SASS. En partenariat avec les trois pays, les soutiens financiers du Fonds pour l'environnement mondial (FEM/PNUE), de la coopération suisse (DDC) et du Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM) ont permis à l'OSS de mettre en œuvre cette deuxième étape du programme. En plus de la poursuite des travaux sur le plan hydrologique, sur celui du système d'information et sur le mécanisme de concertation, le projet a aussi abordé les problématiques environnementales et socio-économiques liées à la mobilisation de cette ressource dans le bassin du SASS.

La troisième phase du projet, qui a débuté en 2007, vise à approfondir les aspects socio-économiques et environnementaux, à développer l'utilisation des technologies innovantes telles que la télédétection pour l'estimation des consommations d'eau pour l'irrigation, et à pérenniser le mécanisme de concertation qui s'est mis formellement en place en novembre 2007. La Facilité africaine de l'eau (FAE), le FFEM et le FEM/PNUE appuient ensemble cette troisième phase.

●●● LES RESULTATS SCIENTIFIQUES OBTENUS

Au cours de ces différentes étapes, le projet SASS a permis d'améliorer considérablement la connaissance du fonctionnement du SASS, des risques qui pèsent sur ce système, et des conditions socio-économiques et environnementales qui y sont associées. Cette base de connaissance que les trois pays ont construite ensemble constitue l'élément fondamental vers une gestion commune du système. Ici se trouvent résumés les principaux résultats scientifiques.

1- Fonctionnement du système aquifère et modélisation

1.1- Connaissance du système aquifère

Le projet SASS s'est avant tout penché sur la géologie et l'hydrogéologie du bassin dans son ensemble. C'est en combinant un grand nombre de coupes géologiques obtenues grâce aux sondages géologiques récents (175 forages pétroliers entre autres) et à de nouvelles prospections hydrogéologiques, que l'on a défini la structure du SASS.

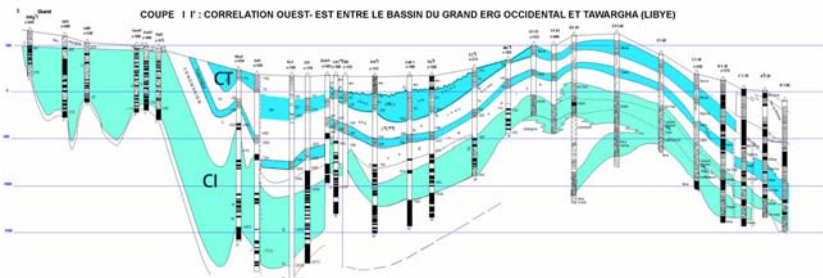


Figure 4 :
coupe
géologique
simplifiée
est-ouest du
SASS, et
forages

Source : OSS, 2002

a. Structure horizontale

La structure générale du SASS est décomposée en trois sous-bassins d'ouest en est :

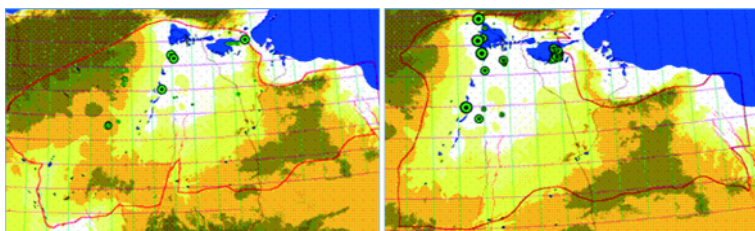
- le bassin occidental comprenant le secteur des foggaras¹ au sud, le Grand Erg occidental et l'Atlas saharien au nord ;
- le bassin central, le plus étendu en superficie et en profondeur, celui qui présente les plus grandes épaisseurs d'aquifères et dont les ressources sont partagées par les trois pays ; limité à l'ouest par la dorsale du M'zab et à l'est par le plateau d'El Hamadah Al Hamra, sa morphologie est dominée par le Grand Erg oriental et par les Chotts² algéro-tunisiens;
- le bassin oriental caractérisé par le plateau d'El Hamadah Al Hamra, l'effondrement du graben de Hun et l'accumulation des sédiments tertiaires.

b. Structure verticale

Le bassin saharien est une grande entité sédimentaire multicouche. L'adoption d'une représentation simultanée de l'ensemble de ces couches permet de rendre compte des liaisons et des échanges hydrauliques et chimiques entre elles, et donc du comportement du système à moyen et à long termes. L'hydrogéologie a été précisée grâce à une étude du fonctionnement hydrodynamique sur 50 ans (1950-2000) de la piézométrie (côte du niveau d'eau), de la salinité de l'eau et de son exploitation. Le résultat de cette connaissance fine de la géologie et de l'hydrogéologie du bassin a permis une schématisation des aquifères en vue de la réalisation d'un modèle mathématique qui représente les échanges et les écoulements de l'eau au sein du système aquifère. Ainsi, la multicouche du SASS va se présenter sous la forme de trois niveaux aquifères superposés, séparés ou communiquant à travers des formations semi-perméables : la nappe du Continental Intercalaire (CI), la nappe du Turonien plus localisée, et la nappe du Complexe Terminal (CT).

1.2- La base de données SASS

Figure 5a :
Prélèvements par
forages dans le
SASS en 1970 (CI
et CT)



Source : OSS, 2002

¹ Les foggaras sont des systèmes traditionnels de captage gravitaire des eaux souterraines en zone de piémont ; on en trouve beaucoup en Algérie, où elles servent pour l'irrigation des palmeraies dans le bassin du Sahara occidental.

² Étendue d'eau salée permanente, aux rivages changeants, située dans les régions arides et sahariennes. Les chotts sont alimentés de façon discontinue lors des rares pluies, et souvent par les nappes profondes auxquelles ils servent d'exutoires naturels, et subissent une forte évaporation qui accumule les sels à la surface des limons, parfois exploités.

Le projet SASS s'est fixé comme objectif d'élaborer une base de données commune qui permet l'intégration et la mise en cohérence de toutes les informations recensées, mais également le recueil, l'intégration et la mise à jour de données nouvelles ; ceci nécessitait que les bases de données nationales soient adaptées et homogénéisées, ce qui impliquait des structures de données et une codification homogènes, l'interfaçage avec un système d'information géographique (SIG) et l'élaboration d'un module de liaison avec le modèle numérique.

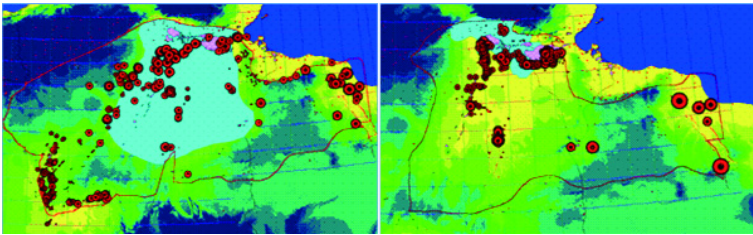


Figure 5b : Prélèvements par forages dans le SASS en 2000 (CI et CT)

Source : OSS, 2002

L'élaboration du système d'information a comporté le diagnostic de l'existant, la conception et la réalisation d'une base de données commune, avec l'objectif de rendre accessible le système d'information simultanément au siège du projet et dans chaque administration responsable de l'eau dans les trois pays. L'ampleur de cette tâche se mesure à la diversité et à la multiplicité des opérations réalisées sur les 9 000 points d'eau inventoriés : collecte, homogénéisation des systèmes de classement et d'identification, critique, détection des données aberrantes, correction, validation. Le système d'information obtenu autorise la mise à jour et l'ajout de nouvelles données, les requêtes statistiques, les graphiques, les connexions avec le Modèle. Ce système comporte tous les éléments de base pour constituer le tableau de bord du suivi et de l'exploitation des eaux du bassin. On dispose maintenant d'un outil de gestion de très bonne qualité pour chacun des trois pays et fonctionnel dans chaque administration.

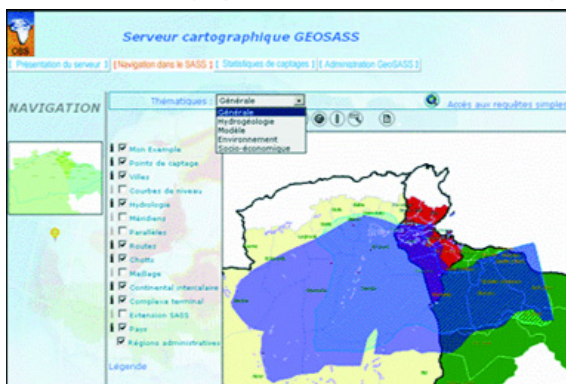


Figure 6 : Serveur cartographique GEOSASS

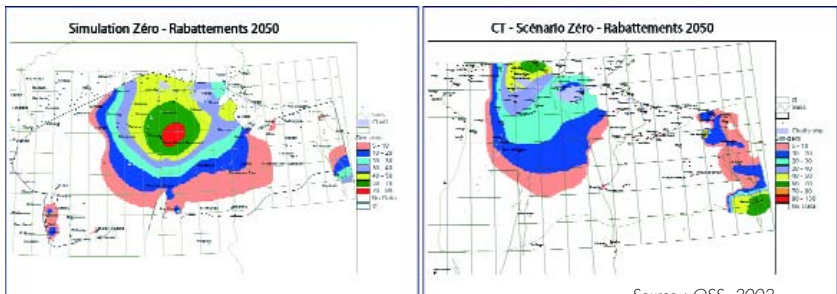
Source : OSS, 2005

En parallèle, un serveur cartographique spécifique au SASS a été élaboré, en vue d'assurer une représentation géo-référencée de l'information disponible. Cette représentation conçue en plusieurs couches et par thèmes, sert d'élément d'aide à la décision pour les planificateurs et permet de déborder du cadre national pour mieux appréhender les impacts du développement de l'exploitation. Le serveur est disponible sur Internet à l'adresse URL suivante : <http://www.geosass.oss.org.tn/geosass>.

1.3- Le modèle SASS et ses résultats

Une fois la géologie et l'hydrogéologie du SASS mieux comprises, sa structure simplifiée, les données rassemblées, homogénéisées et organisées dans la base de données et le système d'information géographique, le modèle hydrodynamique du système aquifère a pu être construit. Calé, validé, puis utilisé d'abord pour confirmer le fonctionnement hydrologique du système dans les conditions actuelles et identifier plus précisément les zones de risques, le modèle a ensuite été utilisé pour réaliser des simulations prospectives afin d'envisager des scénarios de développement des prélèvements et de protection des ressources en eau du SASS dans les zones à risques. Ce sont les données de la période 1950-2000 qui ont permis de caler et de valider la représentativité du modèle. Par la suite, l'exploitation du modèle a permis la simulation de scénarios exploratoires. Testés jusqu'à l'horizon 2050, ils ont permis de caractériser les risques auxquels les aquifères du Sahara septentrional sont confrontés.

Figure 7 : Evolution du rabattement en 2050 sous le scénario 0



Source : OSS, 2002

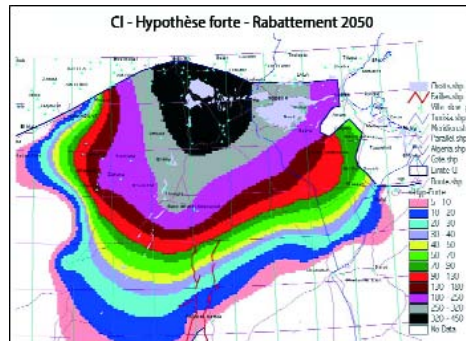


Figure 8 : Evolution du rabattement en 2050 (CI) sous le scénario « hypothèse forte »

Source : OSS, 2002

Résultats des simulations

Scénario de référence

Un scénario de référence a été défini, appelé scénario zéro, maintenant constants les prélèvements globaux effectués en 2000 jusqu'en 2050 et calculant l'évolution correspondante du système à l'horizon 2050.

Pour le CI : le scénario zéro entraînerait d'importants rabattements, supérieurs à 40 mètres dans le Bas-Sahara algérien ; en Tunisie, ils seraient de l'ordre de 20 à 40 m autour du Chott Fedjej ; en Libye, les rabattements seraient de l'ordre de 25 m.

Pour le CT : en Algérie et en Tunisie, les rabattements dépasseraient 30 m autour des Chotts ; en Libye, ils atteindraient 60 m. On constate la disparition de l'artésianisme dans la région des chotts algéro-tunisiens, avec un risque d'inversion de flux d'écoulement et donc de contamination de la nappe du CT par les eaux salées des chotts. De ce point de vue, la poursuite du rythme actuel constitue dans cette région un danger potentiel majeur.

Scénario « hypothèse forte »

Un scénario « hypothèse forte » prévoit une augmentation des prélèvements de 101 m³/s en Algérie, ceux-ci passant de 42 à 143 m³/s entre 2000 et 2030, tout en maintenant les prélèvements actuels en Tunisie (la demande additionnelle étant compensée par l'amélioration de l'efficience de l'irrigation).

Pour le CI : les rabattements sont de 300 à 400 m dans le Bas-Sahara algérien, avec disparition totale de l'artésianisme ; la Libye n'est pas touchée par ce scénario ; pour la Tunisie, les rabattements sont de 200 à 300 m, avec la disparition de l'artésianisme et le tarissement du débit de l'exutoire tunisien³.

Pour le CT : il n'y a pas d'incidence en Libye, d'importants rabattements en Algérie, et les chotts sont en position de réalimentation avec risques de salinisation de la nappe.

Scénario « hypothèse faible »

Un scénario « hypothèse faible » prévoit une augmentation des prélèvements de 62 m³/s en Algérie, ceux-ci passant de 42 à 104 m³/s entre 2000 et 2030, tout en maintenant les prélèvements inchangés en Tunisie. Les incidences, aussi bien en Algérie qu'en Tunisie, sont très fortes et tout aussi inacceptables tant au CI qu'au CT.

Scénarios libyens du GMRP⁴

Les simulations exploratoires concernent deux programmes du projet de la Grande rivière artificielle (GMRP) : le champ de pompage de Ghadamès-Derj, avec un débit additionnel de 90 Mm³/an, équivalent à 2,85 m³/s, et le champ captant de Djebel Hassaounah. A Ghadamès, les rabattements au CI sont de 100 m au champ captant, avec un impact de rabattement supplémentaire de l'ordre de 50 m dans l'extrême sud tunisien et à Debdeb en Algérie. Quant au champ captant du Dj. Hassaouna, son impact sur le CI demeure négligeable.

³ Zone de communication entre le CI du bassin saharien et l'aquifère de la Djefara de la plaine côtière tuniso-libyenne. Le débit qui transite ainsi souterrainement constitue la majeure partie de l'alimentation de cet aquifère côtier.

⁴ Great Man-Made River Project : ce projet libyen consiste en la mobilisation et le transfert de l'eau des aquifères fossiles des bassins des grès de Nubie et de Murzuk contigus au SASS, vers les zones côtières libyennes.

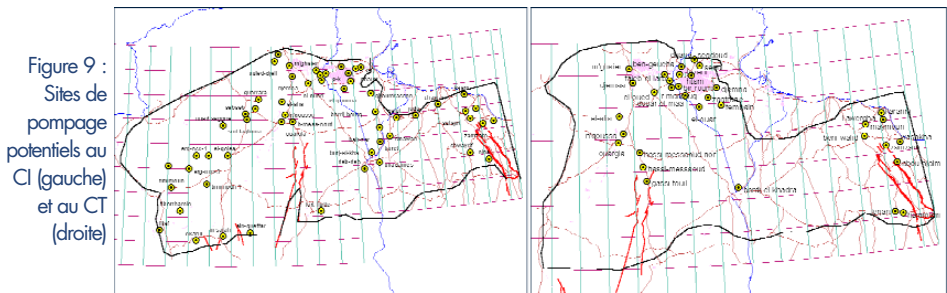
Ces simulations exploratoires ont ainsi mis en évidence les nuisances et les risques auxquels sont exposées les ressources en eau du SASS. Pour continuer l'exploitation des nappes du CI et du CT, il va falloir minimiser et gérer ces différents risques, à savoir :

1. la disparition de l'artésianisme ;
2. l'accroissement excessif des profondeurs de pompage ;
3. le tarissement de l'exutoire tunisien ;
4. le tarissement des foggaras ;
5. les interférences de rabattements entre pays ;
6. la réalimentation potentielle du CT par les eaux salées des Chotts.

1.4- Vers la recherche de solutions : le micro-modèle du SASS

a. Intérêt d'un modèle numérique

Les résultats de ces premières simulations ont par ailleurs démontré les limites de l'approche « simulation pure » dans la définition d'une stratégie de développement du SASS. En effet, les différents scénarios définis, avec d'un côté une « hypothèse forte », et de l'autre une « hypothèse faible », qui paraissaient de prime abord devoir encadrer les choix des décideurs et les solutions envisageables, auraient au vu de ces résultats des conséquences graves sur le devenir des ressources en eau du SASS. C'est la raison pour laquelle il a été décidé de rechercher une autre façon de procéder à la définition, en commun, de solutions acceptables, au moyen d'un modèle miniature. Le principe adopté était de s'affranchir de la recherche de scénarios de développement fondés uniquement sur les prédictions de la demande en eau des trois pays, et de rechercher au contraire à bâtir des scénarios à base « hydraulique », fondés sur les capacités de production du SASS et minimisant les risques de nuisances identifiés. La première étape d'un tel processus a consisté à inventorier, pays par pays, tous les sites de pompage potentiels. Les sites les plus proches que possible des lieux où une demande actuelle ou future aurait le plus de chances de s'exprimer fortement ont été privilégiés, sans toutefois s'interdire de prospecter des secteurs favorables qui seraient éloignés des sites de demande potentiels mais pourraient s'avérer propices à l'exportation.



Source : OSS, 2005

Comment assurer un maximum de prélèvements d'eau pour le meilleur développement de la région sans risquer pour autant de dégrader l'état de la ressource ? Et comment parvenir à formuler le « meilleur » schéma d'exploitation dans ce sens ? Le micro-modèle numérique du SASS a été conçu pour ce faire. Encore a-t-il fallu d'abord inventorier les risques encourus, et préciser les contraintes que l'on devra respecter pour minimiser ces risques. Cela nécessite de pouvoir quantifier ces risques, ce qui revient à savoir les modéliser. Le Modèle Numérique du SASS est précisément investi d'une telle fonction.

b. Le potentiel d'exploitation du Bassin Occidental

L'application du modèle numérique a permis de vérifier qu'il existe une possibilité de porter l'exploitation du SASS par forages, estimée à 2,5 milliards de m³ en 2000, jusqu'à un niveau de 7,8 milliards de m³/an à l'horizon 2050, et ce, en respectant dans une certaine mesure les contraintes relatives aux risques de dégradation de la ressource. L'atteinte d'un tel niveau de développement de la ressource ne peut se faire qu'au prix d'une rupture totale avec les régions traditionnelles d'exploitation intensive. En effet, 80 % des prélèvements additionnels devront se faire dans des régions « nouvelles » et éloignées, essentiellement dans la partie libre de l'aquifère : 3,5 milliards dans le Bassin occidental du CI, 0,6 milliard aux confins sud du CT en Algérie. Par pays, cette exploitation se décompose comme suit : 6,1 milliards m³/an en Algérie, 0,72 milliards m³/an en Tunisie, 0,95 milliards m³/an en Libye. Une telle éventualité ferait passer le régime d'exploitation du SASS à un niveau représentant huit fois ses ressources renouvelables. Cette option n'est évidemment réalisable que par un important puisage sur les réserves du système. On doit toutefois souligner la nécessité qu'il y a de confirmer certains des résultats obtenus : malgré les progrès réalisés par le projet SASS, des incertitudes subsistent dans la connaissance du système, qui nécessiteront d'entreprendre de nouvelles investigations.

1.5- Développement de modélisations locales plus fines

Ce vaste travail a donc permis de préciser les principaux risques et enjeux de l'exploitation du SASS. Un comité d'évaluation scientifique indépendant⁵ a souligné la qualité de ces travaux de modélisation et leur apport important dans l'amélioration de la connaissance de l'ensemble du système. Il a par ailleurs préconisé de développer plus finement la modélisation dans trois principaux secteurs : le bassin occidental, la région du Nord des Chotts (Biskra), ainsi que la plaine tuniso-libyenne de la Djeffara. Trois sous-modèles hydrologiques du SASS ont ainsi été construits afin d'affiner le bilan en eau et les échanges des aquifères dans ces zones lors de la seconde phase du projet SASS.

⁵ de MARSILY G., KINZELBACH W., MARGAT J., PALLAS P., PIZZI G., Observatoire du Sahara et du Sahel, Système aquifère du Sahara septentrional (SASS), avis du Comité d'évaluation sur le modèle du SASS, janvier 2002.

a. Confirmation du potentiel d'exploitation du Bassin occidental

Dans cette partie du SASS, la seule à offrir une alimentation appréciable en provenance de l'Atlas, liée au domaine à nappe libre et exploitée gravitairement par les foggaras, un modèle à mailles variables a permis de représenter plus exactement les champs d'exploitation des foggaras (Gourara, Touat, Tidikelt), et d'évaluer les influences prévisibles des exploitations par forages déjà engagées ou programmées. Ce modèle a confirmé les importantes potentialités de transfert qui ont été décrites ci-dessus. Il a par ailleurs précisé le tarissement progressif des débits des foggaras.

b. Localisation des risques dans la région du Nord des Chotts (Biskra)

Le modèle du SASS a montré que le secteur le plus exposé était celui des chotts algéro-tunisiens au CT. C'est sans aucun doute la région où la nappe est la plus vulnérable. C'est là où se trouvent les plus fortes densités de population, et où la pression sur la ressource sera la plus forte. Les calculs effectués sur le modèle ont clairement montré que la simple poursuite des taux de prélèvements actuels entraînerait, à l'horizon 2050, des rabattements supplémentaires de l'ordre de 30 à 50 mètres sur chacune des deux nappes et sur l'ensemble de la zone. Une telle situation serait inacceptable pour le complexe terminal : le risque de percolation des eaux salées du chott vers la nappe serait fatal pour cette dernière en terme de salinité. La simple poursuite de l'existant, du moins dans le CT, serait donc tout à fait inacceptable pour la région des Chotts. C'est pourquoi un sous-modèle a été développé dans cette partie du SASS, afin de déterminer si le risque d'inversion de flux entre les Chotts et les aquifères, avec pour conséquence l'accroissement de leur salinité, doit être pris en compte. Ainsi, les simulations prévisionnelles réalisées ont montré que les rabattements calculés en 2050 sont excessivement élevés, notamment dans la nappe du Mio-Pliocène, sur toute la partie orientale de la plaine : 100 à 200 m de rabattement comptés par rapport à l'état 2000, état qui était lui-même difficilement acceptable en termes de durabilité. Le risque de salinisation importante de l'ensemble du système dans cette région est donc réel. La réalisation du sous-modèle de Biskra a permis de mieux apprécier les risques et à mettre en place un réseau de suivi. Il a permis d'approfondir l'étude du projet SASS et de faire naître un espoir de solidarité des utilisateurs face aux risques.

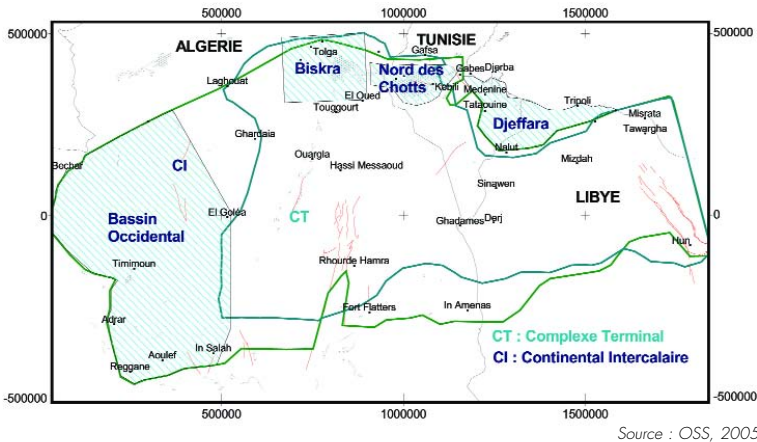


Figure 10 : Localisation des sous-modèles du SASS

c. Modélisation du système aquifère côtier de la Djefjara, exutoire naturel du SASS

Le système aquifère de la Djefjara ne fait pas intrinsèquement partie du SASS. Cependant, il lui est très fortement lié, car son alimentation provient essentiellement du Continental Intercalaire via l'exutoire tunisien du SASS. Par ailleurs, l'exploitation de cette ressource, située dans la plaine côtière tuniso-libyenne, a connu une intense évolution au cours des trente dernières années. L'amélioration de la connaissance du SASS est donc apparue comme une opportunité intéressante pour proposer une vision homogène et coordonnée du système aquifère de la Djefjara afin de répondre au besoin de définir des politiques d'exploitation des ressources en eau, d'en prédire les impacts sur le court et le long terme, de préciser et d'aider à gérer les risques, et d'évaluer leurs conséquences. Sur la base de l'information collectée et analysée avec l'aide des spécialistes des deux pays, un modèle hydrodynamique a été conçu et élaboré en vue de simuler le comportement du système aquifère et de faire des prévisions sur son comportement à moyen terme (50 ans). Il donne un bilan des sorties du système estimées à 594 Mm³ en 1950 dont 52 Mm³ correspondent aux pompages, et à 1 365 Mm³ en l'an 2000 dont 1 039 Mm³ pour les pompages, soulignant ainsi le net déséquilibre qu'a subi entre-temps ce système aquifère. Le modèle calé permet d'anticiper, de façon satisfaisante, le comportement des différents aquifères de la Djefjara en termes de rabattement. Ce bilan fait ressortir l'importance de l'infiltration (330 Mm³/an) et de pressentir l'importance que l'on doit accorder à l'étude de la recharge naturelle ainsi qu'à l'estimation des apports latéraux souterrains en provenance du système aquifère du Sahara septentrional (260 Mm³/an en 1950, passant à 200 Mm³/an en 2000). Enfin, l'autre terme qui est appelé à prendre de l'importance dans ce bilan, est « l'entrée d'eau de mer » qui commence à être sensible dans la région de Tripoli (34 Mm³/an) et représente un risque majeur pour la

qualité de l'eau. Au terme des simulations faites, les conclusions et les recommandations suivantes sont proposées pour les deux pays, en gardant présent à l'esprit le fait que toute intervention dans un pays, pour peu qu'elle se situe hors des zones frontalières, n'entraîne pas de conséquences sensibles sur l'autre pays.

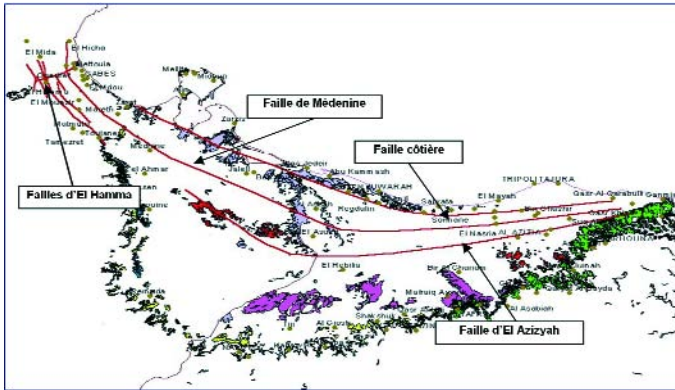
Modélisation de la Djeffara, conclusions et recommandations

Pour la Tunisie :

- La poursuite des prélèvements actuels jusqu'en 2050 n'entraîne pas de répercussion significative sur le comportement des nappes.
- Une augmentation localisée (hypothèse faible : prélèvement total additionnel = 1,8 m³/s) semble acceptable selon les résultats du modèle.
- Une augmentation plus importante (hypothèse forte : prélèvement total additionnel = 3,4 m³/s) devrait être mise en œuvre progressivement et avec prudence.
- Le développement de ressources non conventionnelles comme solutions alternatives doit être fortement encouragé.
- La politique visant à favoriser une irrigation de type extensif, sur de petits périmètres irrigués englobés dans des zones de culture pluviale, paraît adaptée à la répartition des ressources exploitables.

Pour la Libye :

- La poursuite des prélèvements actuels jusqu'en 2050 entraîne des rabattements additionnels importants et une progression continue de l'intrusion marine autour de Tripoli. Ce scénario conduit irrémédiablement à la disparition d'une partie des ressources en eau de la zone centrale de la Djeffara libyenne, soit par épuisement physique, soit par augmentation trop importante de la salinité.
- Une augmentation supplémentaire des prélèvements dans les zones déjà exploitées de la Djeffara centrale est inconcevable.
- L'hypothèse d'une réduction significative des prélèvements, qui semble politiquement difficile à mettre en œuvre, aurait des impacts sensiblement positifs sur le devenir de la ressource, sans toutefois enrayer totalement l'intrusion marine.
- L'apport d'eau de la Grande rivière artificielle aux exploitations agricoles de la zone centrale aura un impact positif sur les prélèvements à partir des nappes et pourra ralentir, mais non annuler, la baisse des niveaux et la progression de l'intrusion marine.
- Un prélèvement dans la nappe du Trias en Djeffara occidentale devra être pris en considération après vérification de la qualité réelle de l'eau de cette nappe. Ce scénario peut constituer un complément précieux pour l'alimentation en eau des villes de la côte occidentale libyenne.



Source : OSS, 2006

Figure 11 : La plaine de la Djeffara, prolongement naturel du SASS

2- Au-delà de l'hydrologie : aspects socio-économiques et environnementaux

L'amélioration de la connaissance du SASS et les différentes modélisations hydrologiques ont précisé les risques auxquels sont confrontés ses ressources en eau et leurs usages, ainsi que les potentialités qu'offre le SASS pour le développement de ces usages. Au-delà de l'hydrologie, et dans la perspective d'offrir aux décideurs un tableau complet du SASS, il a été convenu d'approfondir la connaissance du système en s'intéressant d'abord aux usages de l'eau à travers une étude socio-économique, et aussi à l'état de l'environnement dans toute la zone du SASS, très fortement corrélé à la disponibilité des ressources en eau ainsi qu'aux usages qui en sont faits.

2.1- Aspects socio-économiques

a. Gestion par l'offre et gestion par la demande

Les premiers travaux du projet SASS se sont donc essentiellement concentrés sur l'offre d'eau. Dans un environnement aride où les ressources en eau, qui se limitent quasi exclusivement aux eaux souterraines, sont de plus en plus précieuses, et où les politiques de gestion de l'eau par l'offre n'arrivent plus à faire face à une demande sans cesse croissante, la gestion par la demande, placée dans un cadre régional de compétitivité, doit devenir la norme, et permettre une utilisation plus rationnelle de chaque goutte d'eau. Ainsi, l'offre d'eau doit être confrontée à la demande. Tel était l'objet du volet socio-économique de la phase II du SASS avec pour objectifs de :

- préciser les contours de la demande actuelle et future en eau ;
- établir un diagnostic des pratiques agricoles dans chacun des trois pays ;
- définir les axes pour un développement durable, prenant en considération les orientations planifiées par les pays.

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette composante, des études nationales sur les données socio-économiques disponibles ont été établies. Elaborés indépendamment les uns des autres, ces travaux⁶ apportent chacun un éclairage particulier sur les différents aspects socio-économiques de leur pays respectifs. Ils ont néanmoins mis en exergue les problématiques suivantes. Partagés entre les trois secteurs traditionnels d'utilisation de l'eau que sont les usages domestiques, industriels et agricoles, la demande en eau sur le bassin de Sahara septentrional est difficile à cerner. En effet, il apparaît que les informations sur les usages de l'eau dans le bassin du SASS sont très hétérogènes d'un pays à un autre et souvent fragmentaires. Il a dès lors été difficile d'avoir accès partout à des données pertinentes. Il est cependant possible de souligner certains traits.

b. Evolution de la demande en eau domestique

En ce qui concerne les usages domestiques, les recensements effectués en 1998 pour l'Algérie, en 1994 pour la Tunisie et en 1995 pour la Libye, couplés à d'autres données statistiques nationales, ont permis d'alimenter des modèles démographiques et d'aboutir à des projections de dynamique de population dans la zone du SASS jusqu'à l'horizon 2030. Ainsi, comme le montre le tableau 1, c'est à un quasi-doublement de la population du SASS que l'on devrait assister sur la période 2000-2030, cet accroissement se concentrant essentiellement en Algérie et en Libye. On notera en outre qu'en Algérie, cette augmentation de la population de la zone du SASS s'accompagnerait d'une forte urbanisation, dont le taux atteindrait 63 % de la population en 2015 et 73 % en 2030. A ces projections de population correspond une demande en eau domestique variable selon les pays :

- **Algérie** 80 % des populations de la zone du SASS étaient connectées à un réseau d'eau potable en 1998, et ce taux a fortement augmenté depuis. Les estimations de la consommation en eau dans la zone du SASS algérien varient, selon les communes, de 62 à 295 litres/jour/habitant avec une moyenne de 155 litres. Les planificateurs publics de la zone retiennent pour la demande domestique une valeur de 110 litres en milieu urbain et de 80 litres en milieu rural, tandis que l'estimation concernant le secteur touristique atteint 150 litres par jour et par touriste. Sous ces hypothèses et selon le scénario démographique retenu, la demande nette en eau potable varie de 166 millions de m³ à 260 millions en 2025, ce qui correspond, si l'on prend en compte une perte de 20 % dans les réseaux, à une production nécessaire allant de 171 à 313 millions de m³ par an à cet horizon.
- **En Tunisie**, la SONEDE⁷ a comptabilisé une consommation de 65 litres par jour et par habitant dans la zone du SASS en 2003. Si cette valeur reste la norme dans les années à venir, la consommation en eau domestique évoluerait de 27 millions de m³ en 2004 à 39 millions en 2016 pour atteindre 59 millions en

⁶ Données agronomiques et socio-économiques sur la zone SASS en Algérie ; L'agriculture et les différents usages de l'eau dans la zone SASS en Tunisie, analyse socio-économique ; Les systèmes de culture et d'élevage de la zone du SASS du Sud tunisien ; Aspect socio-économique de Hamada El Hamra, Libye

⁷ Société nationale d'exploitation des eaux

2030. Dans la perspective d'un développement socio-économique de la zone, un autre scénario prévoit l'augmentation de la demande domestique jusqu'à atteindre 200 litres/jour/personne en 2015. Dès lors, cette demande passerait de 44 millions de m³ en 2004 à 95 millions en 2015 et 108 millions en 2030. On notera par ailleurs les projections tunisiennes sur la demande en eau potable de la part du secteur touristique, basées sur une consommation journalière par lit d'hôtel de 700 litres par jour, et sur un développement de la capacité hôtelière de la zone, cette étude évalue l'augmentation de la demande liée au secteur touristique de 10 millions de m³ en 2003 à 27 millions en 2030.

- En **Libye**, enfin, la demande domestique actuelle dans la région est estimée à 157 litres/jour/hab. Pour l'estimation des demandes futures, il a été admis qu'elle augmenterait jusqu'à 200 litres par jour en 2010 et resterait à cette valeur au-delà. La demande domestique de la région évoluerait ainsi de 57 millions de mètres cubes par an actuellement à environ 170 millions en 2030.

Pays	An 2000	An 2020	An 2030
Algérie	2 600 000	3 700 000	4 800 000
Tunisie	1 200 000	1 500 000	1 700 000
Libye	1 000 000	1 800 000	2 300 000
Total SASS	4 800 000	7 000 000	8 800 000

Source : OSS, 2005

Tableau 1 : Projections démographiques (habitants de la zone du SASS par pays)

Ainsi, en dépit des incertitudes et des différences de méthodologie utilisée dans chacun des trois pays, on peut estimer en première approximation que la demande en eau domestique dans la région du SASS pourrait atteindre en 2030 entre 400 et 600 millions de mètres cubes par année, selon les différentes trajectoires de développement que prendront les pays.

c. Les usages de l'eau dans le secteur industriel

En ce qui concerne l'industrie, les données sur la demande en eau sont rares :

- selon un inventaire de l'Agence nationale des ressources hydrauliques algérienne établi en l'an 2000, l'industrie pétrolière aurait prélevé 146 millions de m³ à partir de 177 forages cette année-là, et l'intensification de cette exploitation pourrait entraîner un accroissement de cette demande à hauteur de 262 millions de m³ en 2025. Par ailleurs, les utilisations industrielles non pétrolières y sont évaluées par les planificateurs à environ 35 % de la demande en eau potable.

- En Tunisie, le niveau actuel de consommation industrielle, établi en 2002 par la Direction générale des ressources en eau, s'élève à 19,6 millions de m³. Le développement des activités industrielles dans les zones de Gabès et de Gafsa envisagé d'ici 2030 verrait le total de la demande en eau industrielle dans la zone tunisienne du SASS atteindre 35 millions de m³ en 2015 et 51 millions en 2030.
- En Libye, en 2002, le Comité national des ressources en eau estimait la consommation en eau pour les besoins industriels à 5 millions de m³ /an.

La demande en eau industrielle évoluerait ainsi de 180 millions de m³ en 2000 jusque 325 millions en 2030.

c. Evolution de la demande en eau agricole

Quant au secteur agricole, il est de loin le principal consommateur d'eau et le principal pourvoyeur d'activités de la zone SASS. Mais c'est aussi le secteur pour lequel l'évaluation de la demande en eau actuelle et future est la plus ardue. Le diagnostic sur les pratiques agricoles de la zone SASS s'est intéressé à la fois aux systèmes de culture, aux techniques d'irrigation et aux aspects économiques relatifs au prix de l'eau. Il s'agit avant tout en effet de caractériser les pratiques agricoles de la zone du SASS et, en premier lieu, les systèmes de culture pour évaluer les besoins en eau de ce secteur ainsi que son importance socio-économique pour la région.

Ainsi, à l'exception de l'agriculture pluviale, les systèmes agricoles des trois pays sont assez similaires, avec une importante agriculture oasienne. Une typologie des cultures oasiennes a permis en Algérie et en Tunisie d'appréhender la complexité et la diversité des exploitations. Tout d'abord, le secteur agricole se caractérise par un nombre important de petites exploitations, à titre d'exemple, en Algérie, ce sont près de 600 000 personnes qui exploitent environ 170 000 ha. Les systèmes y sont donc fortement intensifs en main d'œuvre et la surface moyenne des exploitations est très faible. Il existe toutefois en Tunisie quelques grandes exploitations de monoculture de palmiers dattiers sur plusieurs dizaines d'hectares créées par des sociétés privées, pour l'exportation essentiellement. Les systèmes de culture oasiens dans les deux pays sont tournés autour des plantations de palmier, associés ou non à d'autres cultures avec le système traditionnel des trois étages, ou encore à l'élevage, qui est aussi une activité agricole importante dans la région. En Tunisie par exemple, près de 3 millions d'ha, soit environ 40 % de la surface tunisienne du SASS, étaient considérés en 1995 comme parcours pastoraux. Dans la partie libyenne du SASS, l'implantation d'exploitations agricoles est relativement récente, avec un développement

agricole qui a pris son essor au cours des décennies 1970 et 1980. On estime que 40 000 ha de terres agricoles y sont irrigués aujourd'hui avec un système d'exploitation public pour un tiers d'entre elles. Les principales cultures de la région sont les palmiers et les oliviers, les céréales, le fourrage, les arbres fruitiers et les légumes. En revanche peu de données quantitatives sont disponibles pour mieux décrire le système.

Pays	Algérie	Libye	Tunisie	SASS
Demande en eau agricole dans le SASS (m ³ /an)	1 700 000	630 000	540 000	2 870 000

Source : OSS, 2005

Tableau 2 : Evaluation de la demande en eau agricole dans la SASS en l'an 2000

En ce qui concerne plus précisément les besoins en eau de l'agriculture, cette étude évalue dans un premier temps les superficies irriguées des trois pays dans la zone du SASS à environ 170 000 ha pour l'Algérie, et 40 000 ha pour chacun des deux autres pays, Libye et Tunisie. Ces terres sont consacrées en priorité à l'arboriculture (palmier dattier et arbres fruitiers). Les modes d'irrigation sont variables, mais on trouve majoritairement la technique gravitaire traditionnelle dans les oasis. L'irrigation par submersion est aussi utilisée, ainsi que l'irrigation par aspersion ou par pivot pour les céréales. L'irrigation localisée et le système du goutte à goutte, sous serre notamment, ont été introduits plus récemment, ces deux derniers étant les plus économes en eau. Il est dès lors envisageable d'estimer la consommation d'eau agricole, qui est très variable selon les exploitations, étant tributaire à la fois du type de culture, du mode d'irrigation, et de la gestion de cette irrigation. En Algérie, à partir à la fois d'enquêtes auprès d'exploitants et de références agricoles proposées aux exploitants par les centres techniques publics, on a établi une moyenne à 10 000 m³/ha/an. La Tunisie propose elle une allocation d'eau à l'hectare à flux continu compris entre 0,7 et 1 l/s, mais la valeur de 0,5 semble plus réaliste, et aboutit à une moyenne de 15 000 m³/ha/an. Enfin la norme libyenne est de 12 275 m³/ha/an.

Des projections pour l'horizon 2030 ont été établies (tableau 3) et des estimations des quantités d'eau utilisées selon les types de culture et techniques d'irrigation ont pu être réalisées à partir d'enquêtes auprès d'exploitants et de données fournies par les institutions nationales. Ainsi, de 3 milliards de m³/an, et en envisageant une amélioration de l'efficacité de l'irrigation, l'augmentation prévue des superficies irriguées entraînerait une augmentation de la demande en eau agricole pouvant atteindre près de 5 milliards de m³/an. On soulignera, pour conclure sur ces évaluations de la demande, le manque de fiabilité des chiffres et des normes établies

dans les trois pays. L'évaluation à 3 milliards de m³/an de la demande actuelle se heurte par exemple à l'évaluation des prélèvements totaux sur le SASS effectués à partir des points d'eau dans la partie hydraulique. En ce qui concerne les aspects économiques, l'extrême variabilité du prix de l'eau est soulignée dans les trois pays. Les coûts de l'eau figurent seulement dans le rapport tunisien. Quant à la valorisation de l'eau, les rapports comportent des données sur les rendements et les prix à la production. Les produits et revenus liés à l'activité industrielle et touristique ne sont pas mentionnés.

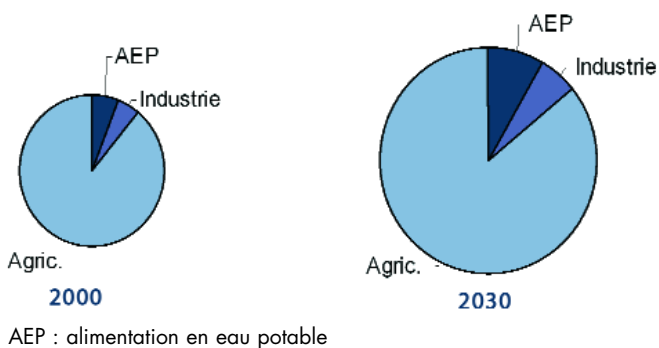
Pays	2000	2020	2030
Algérie	170 000	300 000	340 000
Tunisie	40 000	55 000	70 000
Libye	40 000	77 000	103 000
SASS	250 000	400 000	500 000

Source : OSS, 2005

Tableau 3 : Surfaces irriguées en hectares

En conclusion, si la tendance actuelle d'accroissement de la demande en eau domestique, industrielle et surtout agricole des trois pays se poursuit, nous allons assister à une divergence préoccupante avec une offre fragile d'une ressource très peu renouvelable et menacée par des dégradations irréversibles. En effet, avec une population qui passerait du simple au double à l'horizon de 2030, la pression escomptée sur une ressource, déjà fortement sollicitée avec le rythme d'exploitation actuel, ne peut être que plus forte. L'agriculture, forte consommatrice d'eau avec une irrigation souvent peu efficace voit, elle aussi, un doublement de ses surfaces. Ceci donne à réfléchir sur les options adoptées pour le développement de ces régions.

Figure 12 : Demande en eau en 2000 et en 2030 par secteurs



Recommandations pour une gestion durable des eaux du SASS

La revue des usages de l'eau a permis de définir, en concertation avec les trois pays, des recommandations pour une gestion durable des eaux du SASS, en particulier de l'irrigation, qui se résument ainsi :

- promouvoir une utilisation plus efficace de l'eau déjà mobilisée, poursuivre le soutien à l'adoption de nouvelles techniques d'économie de l'eau, et soutenir une recherche scientifique et technologique dans le domaine de l'eau afin de réaliser une allocation efficace de l'eau ;
- procéder à une redéfinition de la stratégie actuelle de l'irrigation dans les zones menacées par des dégradations irréversibles de la ressource en mettant en place, par exemple, des mécanismes de découragement de productions peu valorisantes, telles que la céréaliculture, et veiller à une gestion durable et intégrée de la culture sous serres dans les zones qui ont actuellement des avantages comparatifs connus et reconnus ;
- diversifier l'activité économique régionale par l'encouragement des secteurs qui valorisent au mieux la ressource, en favorisant ainsi la création d'emplois non agricoles ;
- veiller à un développement urbain qui intègre explicitement la rareté de la ressource et surtout garantit sa durabilité ;
- procéder à une évaluation économique sérieuse du transfert des eaux des zones de production (Sahara occidental et El Hamada El Hamra) vers les zones d'exploitation à forte demande ;
- valoriser les ressources en eau non conventionnelle (eaux usées traitées et eaux de drainage).

Il convient de souligner que la mise en œuvre de telles recommandations par les trois pays nécessite l'élaboration de programmes appropriés qui en analysent la faisabilité politique et éclairent les décideurs autant sur la nécessité des changements recommandés que sur leur portée bénéfique pour la conservation de la ressource.

d. Vers l'élaboration d'une stratégie de développement durable dans la zone SASS

A la lumière de ces premiers travaux communs sur l'ensemble du bassin du SASS, l'élaboration d'une stratégie de développement durable du bassin, comptant sur les ressources en eau du SASS, nécessite d'approfondir les connaissances sur les aspects suivants :

- **Etude comparative coûts/bénéfices des différents usages de l'eau**
 Une étude quantitative dans chacun des trois pays sur les coûts et les rendements de toutes les activités qui recourent intensivement aux ressources en eau du SASS est un premier élément nécessaire pour éclairer les options de développement. A cet effet, la consolidation de l'actuelle base de données socio-économiques par des informations plus complètes sur les secteurs touristique et industriel, qui offrent des perspectives prometteuses de développement dans une zone où l'agriculture classique est remise en cause, est essentielle.
- **Une tarification vers le coût réel**
 Le recours à une tarification qui intègre explicitement le coût réel de la mobilisation et de l'utilisation de la ressource en eau permettrait aussi de limiter la pression sur la ressource. Une évaluation sérieuse des différents coûts devrait être engagée préalablement. Un mécanisme tarifaire graduel incitatif à une véritable conservation de la ressource devrait intégrer à la fois :
 - les coûts directs de gestion courante ;
 - les coûts d'investissements ;
 - les coûts indirects, en particulier les coûts de dégradation environnementale ;
 - les coûts de rareté de la ressource. En effet, considérer l'eau souterraine comme gratuite dans son site naturel est une erreur flagrante.
- **Une maîtrise de la demande**
 Une véritable maîtrise de la demande, qui requiert une réallocation appropriée des disponibilités en eau accaparées par des usages peu valorisants, passe par le recours à des mécanismes incitatifs de nature décentralisée et surtout associative. En effet, il existe aujourd'hui des instruments qui permettent une réallocation vers les usages à haute valorisation et assurent l'adhésion des participants (marché d'eau, enchères, association d'usagers).
- **L'alternative du recours à l'eau virtuelle**
 Les trois pays du SASS se caractérisent par un important stress hydrique. Il est donc tout à fait raisonnable d'opter pour un développement s'appuyant sur une valorisation maximale de cette ressource rare et précieuse en l'allouant en priorité à des activités hautement rentables. Pour combler le déficit en matière alimentaire, le choix de l'importation des denrées alimentaires revient à importer virtuellement de l'eau des régions productrices, c'est ce que l'on appelle l'eau virtuelle. Cette option peut être examinée dans le contexte économique de chacun des trois pays comme perspective alternative à long

terme. D'une manière explicite, comme l'eau est rare, il faudrait l'affecter aux activités qui la rentabilisent au mieux et geler celles dont le revenu par m³ alloué est inférieur au coût total de mobilisation. Il est clair que l'agriculture dans toutes les régions du Sahara se distingue généralement par une valorisation faible, mais joue un rôle socio-économique incontournable. Un des scénarios imaginables serait de réduire l'activité agricole dans les pays aux productions pour lesquelles la région dispose de prédispositions naturelles certaines (primeurs et dattes), et de réallouer les ressources en eau aux secteurs qui la valorisent au mieux.

3.2- Aspects environnementaux

Au-delà des menaces précises et concrètes qui pèsent sur les ressources en eau du SASS, mis en exergue aux cours des travaux réalisés, et qui découlent directement de l'augmentation des prélèvements dans le SASS de 0,6 milliard de m³/an en 1970 à 2,5 milliards en 2000, de nombreux autres impacts négatifs sur les ressources naturelles et l'environnement sont enregistrés à des degrés divers dans la zone du SASS. Essentiellement liée à l'irrigation, la dégradation de l'environnement dans la zone du SASS met en cause la durabilité de son agriculture et menace en conséquence l'avenir de la population locale dans ces zones, étant donné l'importance socio-économique de cette activité. Les travaux sur cette composante environnementale se sont attachés à analyser les impacts de l'irrigation sur les ressources naturelles, ainsi qu'à établir un diagnostic sur les zones humides, qui sont particulièrement vulnérables. Sur la base des rapports nationaux élaborés, un état des lieux a pu être établi et des recommandations formulées quant à la mise en place d'une stratégie de protection.

a. Les impacts de l'irrigation sur l'environnement de la zone du SASS

Les facteurs de pression sur l'environnement proviennent directement de l'accroissement des terres irriguées qui sont passées de 60 000 ha en 1970 à plus de 250 000 en l'an 2000, entraînant ainsi la multiplication des points d'eau et des prélèvements de 0,6 milliard de m³ par an à plus de 2,5 milliards par an, chargés d'une quantité considérable de sels solubles estimée respectivement à 1,2 et 4,4 millions de tonnes par an, avec une salinité moyenne des eaux de 2 g/l. Les divers impacts de l'irrigation, qui affectent, de manière plus ou moins directe, la quasi-totalité des ressources naturelles et qui sont particulièrement graves pour les terres irriguées, se déclinent dès lors en distinguant :

- **les impacts directs** liés à l'irrigation affectant l'intégrité des terres irriguées, de leur fonctionnement hydrique et salin et de leur fertilité, réduisant

ainsi leur capacité de production agricole et la productivité de l'eau utilisée.
On citera notamment :

- la salinisation des sols irrigués par suite d'une gestion non raisonnée de l'irrigation et du bilan cumulatif des sels incorporés dans les sols avec les eaux d'irrigation ;
 - la remontée des nappes phréatiques, suite à plusieurs causes de déficience de drainage des sols irrigués ;
 - la dégradation de la fertilité des terres irriguées par suite de l'abandon des systèmes de culture oasiens et des techniques traditionnelles de gestion intégrée de cette fertilité des terres.
- Les impacts indirects résultant de la surexploitation des autres ressources naturelles aux alentours des périmètres irrigués :
 - l'érosion génétique et l'appauvrissement en biodiversité des oasis classiques, considérées comme gisement riche en espèces et variétés de plantes cultivées adaptées aux stress hydriques et à la variabilité climatique ;
 - le dysfonctionnement hydrologique des zones humides et leur pollution par les rejets d'effluents divers, industriels et domestiques ;
 - la désertification des steppes et la dégradation de la qualité des paysages aux alentours des zones irriguées.

Typologie et spatialisation des impacts environnementaux directs et indirects de l'agriculture irriguée

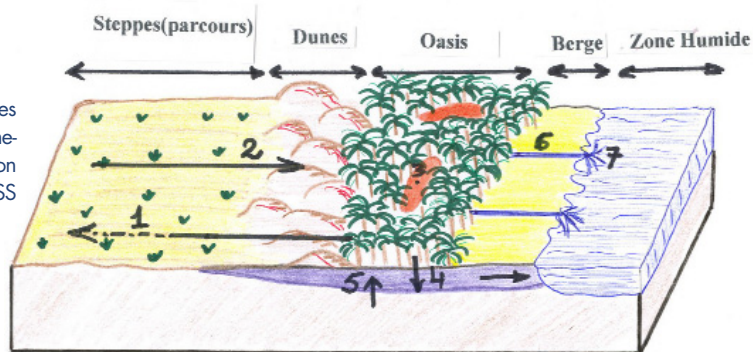


Figure 13 : Schéma des impacts environnementaux liés à la gestion des eaux du SASS

1-Désertification ; 2-Ensablement ; 3-Salinisation ; 4- lessivage/drainage ;
5-Remontée nappe(hydomorphie) ; 6-Canal drainage ; 7-Pollution/dysfonctionnement
8-Dégradation paysage

Source : OSS, 2005

b. Une sévère dégradation des terres

En ce qui concerne la qualité des sols, les travaux réalisés à ce jour portent sur l'inventaire des sols salés, l'évaluation des impacts de la salinisation, les stratégies de protection à adopter, la mise en place d'indicateurs et un essai de quantification économique de ces impacts. A titre d'exemple, la gravité de la salinisation ; en sus du préjudice porté à la qualité écologique des terres, peut se traduire par une perte considérable de la ressource en sol, évaluée à 4300 ha/an sur une superficie de 170 000 ha en Algérie, et à 300 ha/an sur une superficie de 40 000 ha en Tunisie. Le manque à gagner occasionné par ces pertes s'ajoute à la faible efficacité généralisée de l'irrigation en terme de productivité du mètre cube d'eau. Elle est de :

- 0,32 kg de datte/m³ d'eau pour le palmier dattier, alors qu'elle peut dépasser 0,5.
- 0,02 kg de grain de blé/m³ d'eau pour le blé sous pivot, alors qu'elle peut dépasser 1,2
- 2,5 kg de tomate/m³ d'eau pour la culture de tomate de plein champ alors qu'elle peut dépasser 6

De façon générale, la précision des données relatives à ces phénomènes de dégradation des terres est limitée, elles se trouvent résumés dans le tableau suivant :

Ressources menacées	Nature impact	Algérie	Tunisie	Libye
Sol	Salinisation	75 % des terres sont salinisées	42 % des terres salinisées	Non documenté
	Mauvais drainage	Important Non chiffré	Important Estimé à 10 000 ha	Non documenté
	Perte fertilité	Importante non chiffrée	Importante non chiffrée	Importante non chiffrée
Oasis	Dysfonctionnement Perte de biodiversité	Tendance lourde Perte de variétés locales	Tendance lourde Perte de variétés locales	Tendance lourde Perte de variétés locales
Parcours steppique	Désertification	Grave, par endroit irréversible	Grave, par endroit irréversible	Grave, par endroit irréversible
Zones humides	Assèchement Pollution	Risque de long terme	Risque de long terme	Risque de long terme
Paysages	Ensablement Salinisation	Grave	Grave	Grave

Tableau 4 : Impacts environnementaux liés à l'exploitation et de l'utilisation des eaux du SASS

Source : OSS, 2005

c. Des zones humides en nombre, mais très vulnérables

On a compris que les ressources en eau de la zone du SASS sont essentiellement souterraines. Mais il existe tout de même des eaux de surface, rares et irrégulières, localisées généralement dans les lacs, permanents et saisonniers, artificiels ou naturels, et les oasis, qu'on appelle communément les zones humides. Ces zones sont alimentées par la remontée des nappes phréatiques et peuvent aussi servir comme exutoires des eaux usées des agglomérations urbaines et des compagnies industrielles. Aussi, les eaux y sont de salinité le plus souvent élevée et sont quelquefois très polluées en raison de la nature et/ou de la fréquence des rejets. Les zones humides sont des écosystèmes vulnérables. Ce sont des milieux de « vie », avec un microclimat favorable à la biodiversité, dans un Sahara aride et xérique. Elles constituent un lieu d'habitat important pour l'avifaune migratrice de la Méditerranée vers le Sahara, notamment en période hivernale. Plusieurs types de zones humides s'y distinguent selon leur régime hydrique et leur salinité, d'une part, et leurs écosystèmes, d'autre part.

Ces zones humides sont, depuis peu, l'objet de soins attentifs, et même parfois de tentatives de restauration, pour conserver (ou recréer) ces systèmes complexes, dont la productivité biologique est élevée, et qui entretiennent de nombreuses espèces de faune et de flore. Ces écosystèmes sont fragiles, sensibles au manque d'eau ; ils sont aussi sensibles à la lutte contre les crues, dont ils ont besoin pour fonctionner, et aux rejets polluants (eutrophisation, contamination chimique). Les zones humides du Sahara sont extrêmement vulnérables et fragiles, soumises à des menaces directes mettant en danger leur durabilité ; leur survie dépend de l'eau provenant des écoulements des oueds qui transportent parfois des déchets et polluants, de l'eau de drainage des palmeraies en période d'irrigation, et de la remontée des eaux des nappes phréatiques proches du sol ou de drainage des nappes. Certaines zones servent à l'extraction du sel, d'autres sont utilisées comme dépotoirs de débris et rejets d'eaux usées sans aucun traitement, d'autres sont sans entretien, abandonnées à la croissance des phragmites et des algues. Dans ces conditions, les risques majeurs qui menacent la pérennité des zones humides sont :

- la surexploitation et l'utilisation irrationnelle des eaux disponibles (nappes phréatiques et profondes) ;
- la pollution par les eaux usées chargées d'éléments organiques ;
- la pollution par les déchets solides, les matériaux ferreux et les déblais ;
- l'envasement et la dégradation des lacs et barrages par un manque d'entretien.

Les zones humides du SASS

Les sebkhas qui sont des dépressions peu profondes renfermant de l'eau salée et ne se tarissant que pendant les fortes canicules. Les sebkhas servent d'exutoires drainant les eaux d'une partie de la nappe phréatique et les crues des oueds.

Les chotts : dépressions localisées dans les bas-fonds des bassins endoréiques, leur profondeur ne dépasse guère quelques mètres lors de la période hivernale et diminue fortement en période sèche. Leur superficie peut atteindre plusieurs centaines de milliers d'hectares, situés à des altitudes inférieures au niveau de la mer. L'eau y est salée et provient du drainage des eaux d'irrigation des palmeraies ainsi que des aquifères dont les eaux peuvent remonter à la surface par endroits. Les chotts sont très importants sur le plan écologique, de par la pérennité de l'eau de surface et par leur étendue, ils sont une halte incontournable pour les oiseaux migrateurs, dont certains sont menacés d'extinction (flamant rose et le tadorne casarca) ; les mammifères ne sont pas très nombreux quoique les études faunistiques doivent y être approfondies. Il est à noter la présence du fennec (*Fennecus zerda*), une espèce menacée de disparition et protégée. La flore est diversifiée et est fonction de la salinité et de la pérennité de l'eau. Les chotts sont un lieu propice pour les espèces endémiques - 14 espèces ont été recensées dans le chott Melghir en Algérie. Ils sont exploités pour le sel de table, mais l'impact le plus néfaste reste le rejet des eaux usées qui affectent et polluent ces écosystèmes.

Les plans d'eau : situés dans des bassins fermés et alimentés généralement par les eaux de drainage des palmeraies, elles-mêmes extraites des nappes profondes. La qualité de l'eau est douce à peu salée. La faune et la flore sont moins importantes mais ces lieux demeurent toujours un lieu de transit de l'avifaune.

Les lacs salés saisonniers : ils sont localisés dans les dépressions dont l'alimentation dépend des eaux d'irrigation et de drainage souterrain des nappes phréatiques. Les eaux peuvent atteindre une profondeur d'un mètre en hiver et tarir en été. Ces lacs peuvent avoir une superficie de 1 000 ha, tels le chott de Ain Beida, très pollué par le rejet de l'azote total et du phosphore dans les eaux usées, et le dépôt de matériaux ferreux, de gravats et de déchets solides.

Les oasis : ce sont des endroits à fortes activités agricole et pastorale, rattachés à l'exploitation traditionnelle de l'eau souterraine qui provient des nappes profondes et qui est partagée équitablement entre les autochtones grâce à un réseau de galeries souterraines creusées en pente douce, appelé foggara. L'écosystème oasien revêt un intérêt primordial pour les habitants de ces milieux où les précipitations sont généralement inférieures à 10 mm/an. Plusieurs espèces végétales, à intérêt pastoral et médicinal, ont été recensées en sus de la principale espèce et ressource qui est le palmier dattier. La faune est plus nombreuse et très variée, où l'on note la présence d'espèces menacées d'extinction, telles le fennec, la gazelle et le varan du désert. Ces zones humides sont un lieu d'hivernage et de nidification pour une importante population avifaune.

La diversité biologique est marquée par l'existence de plusieurs espèces floristiques et faunistiques menacées d'extinction et protégées, de surcroît. Ces zones humides sont d'importantes escales de transit de plusieurs oiseaux d'eau venant de l'Europe occidentale et ralliant l'Afrique. Le recensement de la biodiversité effectué jusque-là ne reflète sans doute pas la réalité, la taille de la flore et la faune reste sous-estimée. Un inventaire exhaustif de toutes les espèces paraît nécessaire, voire indispensable, pour avoir une idée précise sur la faune et la flore du Sahara.

d. Perspectives et recommandations

Les risques de l'amplification de toutes ces dégradations sont évidents et très élevés. L'accroissement des productions attendu de l'extension des superficies irriguées n'est pas aisément réalisable compte tenu des défis environnementaux à relever. La situation actuelle des ressources naturelles dans ces zones est préoccupante, elle a atteint déjà des seuils irréversibles dans certaines situations, et la durabilité du processus de développement agricole lancé depuis une vingtaine d'années n'est pas toujours garantie. Pourtant de grandes potentialités de valorisation des spécificités de cette agriculture restent exploitables, si certaines conditions relatives à une gestion raisonnée des rares ressources disponibles sont réunies.

Il est alors urgent de souligner que si la gestion raisonnée des prélèvements des eaux du SASS est une condition de prolongation de la durée d'exploitation de cette ressource, seule une meilleure utilisation de ces eaux en irrigation, moyennant une amélioration des performances techniques de production, est en mesure de garantir à la fois l'objectif de développement et la préservation des ressources naturelles de toute dégradation. Sans la réalisation de ces deux objectifs, les pays concernés seront amenés à payer un lourd tribut pour une restauration coûteuse des impacts environnementaux occasionnés. Face à ce défi vital, un plan d'action visant à remédier aux impacts négatifs et déjà avérés, d'une part, et à la prévention des risques potentiels très élevés, d'autre part, devrait être conçu et réalisé dans les meilleurs délais par chacun des pays impliqués, avec l'assistance de l'OSS, dans le cadre d'un programme régional global que le mécanisme de concertation devrait pouvoir monter et piloter en conformité avec les politiques agricoles et d'exploitation des ressources naturelles de ces pays. Les recommandations suivantes peuvent aider à élaborer ce plan d'action.

En plus des recommandations propres à la gestion de l'eau formulées lors des études hydrauliques et socio-économiques, cette synthèse environnementale

préconise de mener des actions fortes au niveau de la restauration des sols dégradés, et surtout de mettre en place un outil de suivi environnemental et d'évaluation de l'évolution de l'état des ressources naturelles sous l'effet de leur exploitation ou sous l'effet de leur restauration par des techniques appropriées à chacune d'elle. Actuellement, de très vastes espaces, jadis exploités extensivement en l'absence de ressources hydriques disponibles, se trouvent très sollicités par divers secteurs socio-économiques et, de ce fait, ils perdent progressivement, mais rapidement, leurs capacités de renouvellement. Il est de la plus grande utilité, voire de la plus grande urgence, de mettre en place des dispositifs de suivi-évaluation de l'exploitation des ressources menacées et des impacts environnementaux qui en découlent.

Tous ces travaux scientifiques et techniques ont ainsi mis en évidence les zones où les ressources en eau du SASS paraissent les plus vulnérables. Entre l'Algérie, la Libye et la Tunisie, le Complexe Terminal aujourd'hui, le Continental Intercalaire demain, se trouvent dans un état d'exploitation tel qu'il faudra bien un jour penser à y contrôler ensemble, sinon à y réduire, les débits de pompage. Comment contrôler ces débits dans le cadre d'une volonté des Etats de contribuer mutuellement à garantir l'avenir de la région, notamment par une politique concertée de préservation des ressources en eau ?

●●● LA GESTION COMMUNE DU SASS A TRAVERS UN MECANISME DE CONCERTATION

Parallèlement à ces travaux scientifiques, qui ont permis à la communauté des chercheurs, et aux administrations des trois pays du SASS d'échanger et de construire ensemble un savoir commun sur lequel une gestion concertée peut désormais s'édifier, les formes et le mécanisme de cette gestion commune ont été progressivement définis pour aboutir à la création formelle du Mécanisme et de son secrétariat installé auprès de l'OSS en novembre 2007.

1- Les prémices d'une concertation entre les trois pays

Avant le montage concerté par les trois pays et sa mise en œuvre par l'OSS, d'autres travaux scientifiques de caractérisation du système aquifère du Sahara septentrional avaient été développés. Une première étude fut réalisée par l'Unesco (Projet ERESS 1968-1971) avec la participation de l'Algérie et de la Tunisie. En 1982-83, une actualisation des modèles a été effectuée avec le concours du PNUD, toujours sans considération de la partie du bassin située en Libye, et de nouvelles hypothèses de prélèvement ont été simulées pour appuyer les plans de développement agricole envisagés par l'Algérie et la Tunisie. La Libye, de son côté, a réalisé deux modèles dans la partie du bassin située sur son territoire⁸. En outre, l'Algérie a aussi procédé en 1998 à la réalisation d'un autre modèle dans les limites de son territoire⁹. Toutefois, ces études et travaux n'ont pas permis d'aboutir à des objectifs concertés entre les trois pays pour gérer en commun les ressources en eau du SASS. Parallèlement, l'importance accordée par l'Algérie, la Libye et la Tunisie à la concertation en matière de ressources en eau partagées a donné lieu à la création de mécanismes institutionnels, tels que :

- la commission technique mixte algéro-tunisienne de l'hydraulique et de l'environnement, établie depuis les années 80 au sein d'une « grande commission », qui traite les questions relatives à l'évaluation des ressources en eau partagées, à la lutte contre la pollution, à l'échange d'informations sur

les programmes d'aménagement hydraulique, au suivi des études concernant le SASS et à la consolidation de la coopération bilatérale en matière de gestion de eaux ;

- les groupes de travail au sein de la « grande commission » algéro-libyenne, mise en place durant les années 90, pour ce qui concerne les eaux partagées par l'Algérie et la Libye ; les deux pays ont décidé de créer un « comité technique mixte dans le domaine des ressources en eau » ;
- la commission sectorielle tuniso-libyenne de l'agriculture, créée au début des années 90 dans le cadre de la « grande commission mixte tuniso-libyenne », vouée à l'échange d'expériences, la protection des nappes, les techniques de conservation des eaux et du sol (CES), l'identification d'études sur les eaux souterraines partagées, le suivi des études du SASS.

Participent aux travaux des commissions et groupes de travail mentionnés ci-dessus, les hauts fonctionnaires des ministères chargés de l'hydraulique. Bien que les mécanismes institutionnels mentionnés ci-dessus se soient avérés efficaces, dans la mesure où ils ont favorisé la discussion de thèmes importants dans le domaine de la gestion des eaux partagées, ils sont et restent bipartites avec des objectifs plus larges qui ne cadrent pas forcément avec les préoccupations du SASS. A cela, il y a lieu d'ajouter que ces commissions bipartites ne disposaient pas d'éléments techniques suffisants ou d'estimation des risques identifiés sur la base d'études communes approfondies sur les ressources du bassin.

2- Une coopération institutionnelle pensée dès l'origine du projet

Dès la conception du projet SASS, les trois pays, l'OSS et les partenaires de coopération, ont eu comme premier souci celui de la poursuite de leur coopération au-delà du projet. En effet, conscients de la nécessité d'une coopération technique et solidaire forte en vue d'une gestion efficiente tenant compte des divers risques potentiels, les réflexions sur une structure technique permanente de gestion du SASS ont été initiées en 1999. Dans le cadre de cette nouvelle vision, il y a eu notamment collecte et analyse soutenues des données, ce qui a permis d'appréhender les risques et d'approfondir les connaissances pour bien cibler les arbitrages éventuels dans la répartition de la ressource en eau. C'est pourquoi, dès l'origine, le projet SASS visait deux objectifs :

- l'un, d'ordre technique, destiné à produire tous les éléments techniques fiables (données, simulations...), à mettre en place des outils de dialogue et rendre plus visibles les risques ;

- l'autre, d'ordre institutionnel, visant à pérenniser la concertation, d'abord au niveau technique, et son appropriation au niveau politique par la mise en place d'une structure permanente pour l'harmonisation de la planification du développement.

3- Définition de la structure de concertation du projet SASS —

Tout d'abord, la pratique du partenariat au cours du projet SASS a progressivement forgé la confiance mutuelle entre les équipes techniques, la conviction que l'action commune augmente l'efficacité des solutions et la certitude que l'échange d'informations, qui fonde toute solidarité, est devenue au cours du projet une activité non seulement possible mais nécessaire. A cet égard, la bonne volonté des trois autorités de l'eau pour la communication des informations a été exemplaire. Une fois le modèle du SASS et la base de données opérationnels dans chacun des trois pays, une forme de concertation efficace a d'abord consisté à assurer l'entretien, le développement et l'actualisation permanente de ces deux outils (base de données et modèle de simulation) dans le cadre d'une structure technique. La mise en place de cette structure technique a fait l'objet de trois ateliers nationaux tenus respectivement à Tripoli, Tunis et Alger en novembre 2002. De ces trois ateliers, il est ressorti un certain nombre de points de convergence et de consensus portant sur :

- la nécessaire continuation des travaux du projet SASS portant sur l'amélioration de la connaissance du système et de son exploitation ;
- la mise en place d'un mécanisme de concertation au niveau technique et son ancrage institutionnel dans une première phase au sein d'un organisme indépendant : l'OSS ;
- le caractère progressif et évolutif du mécanisme, d'une structure technique efficace et légère, vers un organe élaboré et doté d'attributions plus importantes à terme.

Ces options ont été approuvées lors de l'atelier régional de synthèse qui s'est tenu à Rome au siège de la FAO en décembre 2002 et confirmées officiellement à l'OSS par les trois pays. Lors de cet atelier, le schéma de la structure technique et ses attributions ont été adoptés au niveau des directeurs généraux et des trois institutions en charge de l'eau dans chacun des trois pays.

Composition de la structure technique de concertation du SASS

- un comité de pilotage composé par les structures nationales en charge des ressources en eau, agissant en tant que points focaux nationaux ;
- une unité de coordination gérée et abritée par l'OSS ;
- un comité scientifique ad hoc pour l'évaluation et l'orientation scientifique.

4- Vers un mécanisme de concertation pérenne

Après l'approbation de la structure technique de concertation en 2002, l'OSS s'est attaché, en coopération étroite avec les trois pays, à la mise en place d'une structure permanente de concertation qui, au-delà du niveau technique, est approprié au niveau politique par les trois pays. La mise en place de cette structure permanente a nécessité les étapes suivantes :

- l'organisation de trois ateliers, un dans chaque pays où les comités nationaux de pilotage ont recommandé le passage du niveau technique au niveau décisionnel, voire politique ;
- l'organisation de la réunion des comités nationaux de pilotage des trois pays à Alger, en mars 2005, où la Déclaration des ministres portant sur l'adoption du mécanisme de concertation a incité l'OSS à préciser les attributions effectives de la structure à mettre en place ;
- la réunion du Conseil d'administration de l'OSS de Tunis en avril 2005, où la Déclaration des ministres a été approuvée pour être soumise à la signature des trois pays ;
- la réunion d'Alger du 10-11 juin 2007 où ont été définis la configuration du mécanisme de concertation, son fonctionnement et son financement.

Ainsi, au mois de novembre 2007 et sur une base tournante, le coordinateur de la structure a été installé auprès de l'OSS pour une période d'une année, le financement de la structure étant assuré de façon égalitaire par les trois pays.

Missions de l'Unité de coordination du SASS

- appuyer les pays dans la mise en œuvre des principales activités techniques destinées à faciliter la concertation. Il s'agit notamment de la collecte des données par le biais des réseaux communs mis en place, de la mise à jour de la base de données commune ainsi que de l'actualisation des modèles ;
- dynamiser le processus institutionnel par l'identification des problèmes hydrauliques transfrontaliers, la formulation de propositions de solutions ainsi que la formalisation des consensus ou accords ;
- assurer, d'une part, la diffusion de l'information et l'organisation de débats au niveau décideurs concernant les programmes et options de développement à travers les bassins, et, d'autre part, favoriser la gestion participative par un véritable travail de communication.

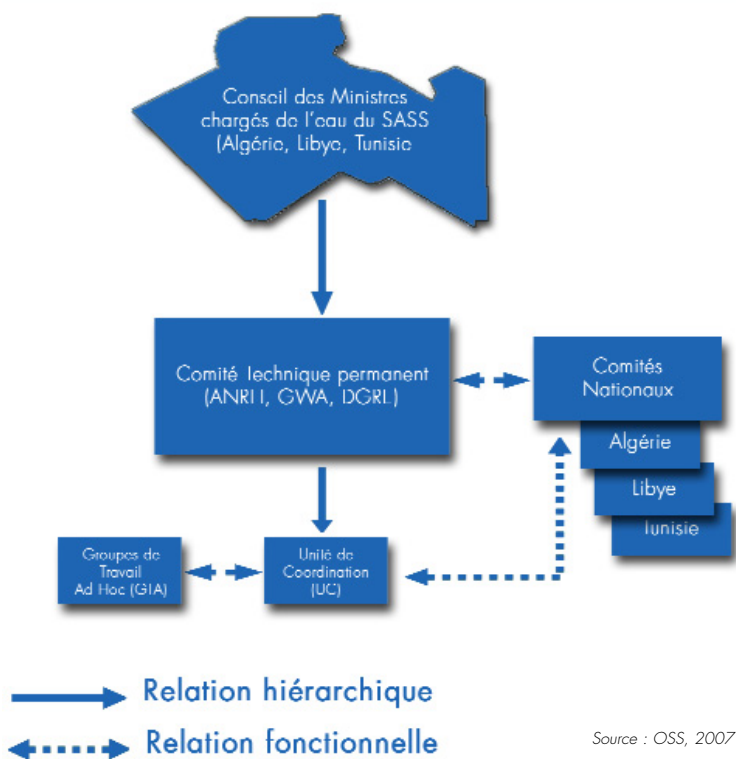


Figure 14 : Schéma de la structure du mécanisme de concertation

Source : OSS, 2007

●●● CONCLUSION

Entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, le Complexe Terminal aujourd'hui et le Continental Intercalaire demain se trouvent dans un état d'exploitation tel qu'il faut déjà penser à y contrôler ensemble, sinon à y réduire, les prélèvements en eau. Parmi les raisons objectives qui poussent à la concertation, la gestion des risques pesant sur les ressources en eau du SASS ainsi que sur l'environnement de toute la zone du SASS, mis en évidence au cours de cette étude, constitue une raison majeure.

La concordance de vue établie entre les trois pays et l'accord finalisé sur le mécanisme de concertation permettent désormais d'envisager l'avenir plus sereinement pour les populations et le développement de la zone du SASS. La constitution d'un plan de développement durable à l'échelle de ce bassin aquifère transfrontalier, misant à la fois sur le potentiel des eaux du SASS, sur la minimisation des risques liés à son exploitation, sur une amélioration de l'agriculture sur les plans technique, économique et environnemental, et sur la diversification économique, tout cela discuté au sein du mécanisme de concertation, représenterait la réalisation la plus aboutie de ce long processus scientifique, technique, et politique.

Aujourd'hui, ce projet s'oriente vers sa troisième phase, qui vise à la fois à améliorer toujours les outils techniques, en utilisant la télédétection pour une cartographie précise des zones irriguées, et en poursuivant les investigations sur les aspects socio-économiques et environnementaux. Ces éléments constitueront, à n'en pas douter, un pas de plus vers la réalisation de l'objectif global de l'approche préconisée par l'OSS qui vise le développement d'une conscience de bassin vers un développement durable des zones arides et semi-arides.

On soulignera ainsi enfin l'exemplarité de ce processus, qui n'aurait pu atteindre de tels résultats sans l'adhésion pleine et entière de l'Algérie, de la Libye et de la Tunisie, conscients désormais de partager un destin commun à travers le développement durable de la zone du SASS. Ce projet conforte ainsi l'OSS dans son approche de partenariat et de facilitation au niveau des ressources partagées entre ses pays membres, et il a servi à constituer un patrimoine d'expérience que l'OSS a à cœur d'utiliser dans d'autres bassins aquifères, tels que celui d'Iullemeden partagé entre le Mali, le Niger et le Nigéria, pour lequel l'exemple du SASS est extrêmement instructif.

● ● ● **BIBLIOGRAPHIE**

OSS (2002), Rapport d'activité SASS, Volume 1, Une conscience de bassin

OSS (2002), Hydrogéologie, Rapport d'activités SASS, Une conscience de bassin

OSS (2002), Base de données et SIG, Rapport d'activités SASS, Une conscience de bassin

OSS (2002), Modèle mathématique, Rapport d'activités SASS, Une conscience de bassin

OSS, de MARSILY G., KINZELBACH W., MARGAT J., PALLAS P., PIZZI G, Avis du Comité d'évaluation sur le modèle du SASS

OSS (2005), Etude sur modèle mathématique de la nappe de Biskra-Nord des chotts - Rapport final

OSS (2005), Étude de la recharge du système aquifère du Sahara septentrional - Rapport final

OSS (2005), Système aquifère du Sahara septentrional - Essai de synthèse socio-économique

OSS (2005), Les impacts environnementaux actuels et potentiels liés à l'exploitation et l'utilisation des eaux du SASS en Algérie, Tunisie et Libye

OSS (2005), Synthèse des zones humides au Sahara septentrional (Algérie, Tunisie et Libye)

OSS (2005), Mise en place du réseau piézométrique du SASS

OSS (2005), Conception et mise en place du réseau qualité du SASS

OSS (2005), Synthèse des zones humides au Sahara septentrional (Algérie, Tunisie et Libye)

OSS (2006), Modélisation du système aquifère du Bassin occidental du Sahara septentrional - Rapport final - Hydrogéologie & modèle conceptuel

OSS (2006), Modélisation du système aquifère du Bassin occidental du Sahara septentrional - Rapport final - Calage & exploitation du modèle

OSS (2006), Etude hydrogéologique du Système aquifère de la Djeffara tuniso-libyenne - Rapport final

● ● ● LISTE DES ACRONYMES

AEP	Alimentation en eau potable
ANRH	Agence nationale des ressources hydrauliques d'Algérie (Algérie)
CES	Conservation des eaux et du sol
CI	Continental Intercalaire
CT	Complexe Terminal
DDC	Direction du développement et de la coopération de la Suisse
DGRE	Direction générale des ressources en eau (Tunisie)
ERESS	Etude des ressources en eau du Sahara septentrional
FAE	Facilité africaine de l'eau
FAO	<i>Food and Agriculture Organisation</i>
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
FFEM	Fonds français pour l'environnement mondial
FIDA	Fonds international de développement agricole
GMRP	<i>Great Man-made River Project</i>
GWA	<i>General Water Authority (Libye)</i>
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
SASS	Système aquifère du Sahara septentrional
SI	Système d'information
SIG	Système d'information géographique
UNESCO	<i>United Nations Education Science and Culture Organisation</i>

●●● PARTENAIRES DU SASS

Partenaires nationaux



Agence nationale des ressources hydrauliques (Algérie)



Direction générale des ressources en eau (Tunisie)



General Water Authority (Libye)

Partenaires financiers et scientifiques



DDC



FFEM



FAO



FIDA



GEF



GTZ



UNESCO



WAF

SYSTÈME AQUIFÈRE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

Le système aquifère du Sahara septentrional (SASS), partagé par l'Algérie, la Tunisie et la Libye, renferme des réserves d'eau considérables, qui ne sont pas exploitables en totalité et se renouvellent peu. Le SASS s'étend sur un million de km² ; il comprend les deux grandes nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal. Au cours des trente dernières années, l'exploitation par forages est passée de 0,6 à 2,5 milliards de m³/an. Cette exploitation se trouve aujourd'hui confrontée à de nombreux risques : fortes interférences entre pays, salinisation des eaux, disparition de l'artésianisme, tarissement des exutoires... Les simulations réalisées sur le modèle du SASS ont mis en évidence les zones les plus vulnérables et permis de dresser la carte des risques du SASS. Les trois pays concernés par son devenir sont amenés à rechercher ensemble une forme de gestion commune du bassin. La mise en place d'un mécanisme institutionnel de concertation s'est concrétisé en 2007, avec la création d'une unité de coordination entre les trois pays, sur les eaux souterraines transfrontalières en Afrique.

Ce document présente les principaux résultats obtenus par la mise en œuvre des différentes composantes du projet SASS : acquisition, analyse et synthèse des données hydrogéologiques ; élaboration de la Base de données commune et du système d'information ; développement et exploitation du modèle mathématique du SASS ; caractérisation des risques, études socio-économique et environnementale ; mise en Place d'un mécanisme de concertation pour la gestion commune du bassin.

L'OSS, à travers son approche dynamique et multidisciplinaire sur les eaux souterraines transfrontalières du circum-Sahara, a impulsé et facilité la réalisation de ce projet, qui s'est principalement appuyé sur les institutions des trois pays partageant les eaux du SASS, l'Algérie, la Libye et la Tunisie. Les résultats conséquents obtenus dans ce projet conforte ainsi l'OSS dans sa démarche de promouvoir la conscience de bassin sur les eaux partagées d'Afrique, les eaux souterraines en particulier.

PARTENAIRES DU SASS



Algérie



DDC



FIDA



UNESCO



Tunisie



FFEM



GEF



FAE



Libye



FAO



GTZ

ISBN : 978-9973-856-31-9

Observatoire du Sahara et du Sahel

Boulevard du Leader Yasser Arafat - BP 31 - 1080 Tunis, Tunisie - Tél. : (216) 71 206 633 - Fax : (216) 71 206 636

Email : boc@oss.org.tn - URL : www.oss-online.org