

SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

Gestion commune d'un bassin transfrontière

PRINCIPAUX RESULTATS

JUIN 2003



OBSERVATOIRE DU SAHARA ET DU SAHAEL

SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

Gestion commune d'un bassin transfrontière

PRINCIPAUX RESULTATS

JUIN 2003

OBSERVATOIRE DU SAHARA ET DU SAHEL

© 2003/Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Observatoire du Sahara et du Sahel
Boulevard de l'Environnement – BP 31 Tunis Cedex
Tel. + 216 71 806 522 – Fax. + 216 71 807 310
E-mail : boc@oss.org.tn - URL : www.unesco.org/oss

SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

Gestion Commune d'un Bassin Transfrontière

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional, 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 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 : salinisation des eaux, réduction de l'artésianisme, tarissement des exutoires, interférences entre pays, ...

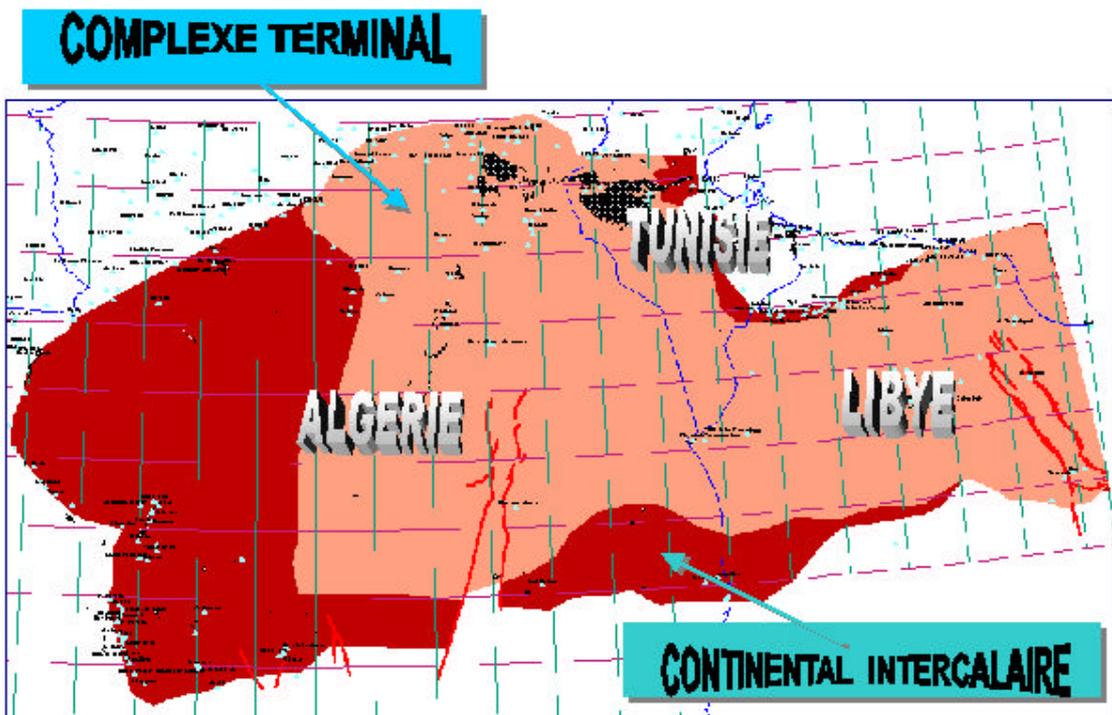
Les simulations réalisées sur le modèle SASS ont mis en évidence les zones les plus vulnérables. Elles ont aussi permis d'identifier de nouvelles zones de prélèvements qui permettraient d'accroître l'exploitation actuelle tout en assurant la maîtrise des risques à travers une concentration renforcée entre les trois pays.

Ce document présente les principaux résultats obtenus par la mise en oeuvre des différentes composantes du projet SASS : Acquisition, Analyse et Synthèse des données hydrogéologiques ; Elaboration de la Base de Données commune et du Système d'Informations ; Développement et Exploitation du Modèle Mathématique du SASS ; Mise en Place d'un Mécanisme de Concertation pour la gestion commune du bassin.

1- PROBLEMATIQUE DU SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

Le Système Aquifère Saharien désigne la superposition de deux principales couches aquifères profondes : a) la formation du Continental Intercalaire, **CI**, la plus profonde, b) celle du Complexe Terminal, **CT**. Ce Système recouvre une étendue de plus de un Million de km² dont 700,000 se trouvent en Algérie, près de 80,000 en Tunisie, et 250,000 en Libye.

Fig. 1 : extension des formations du SASS

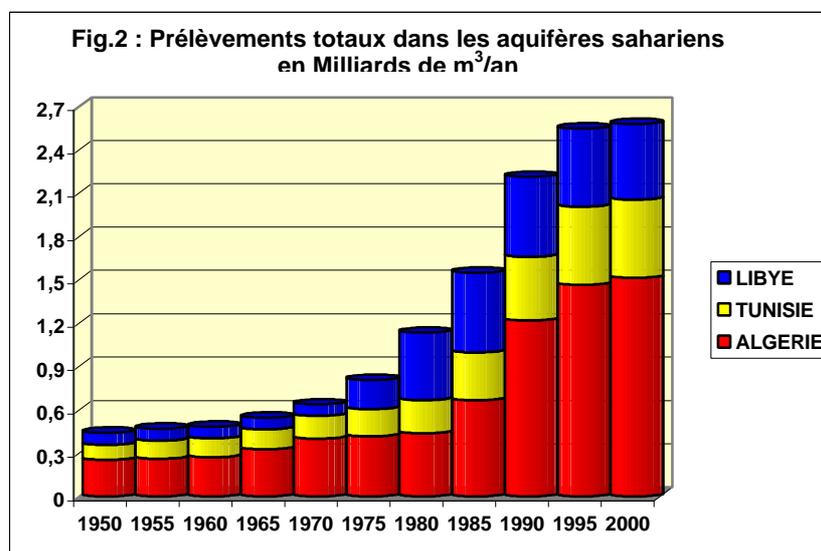


Etant données les conditions du climat saharien, ces formations sont faiblement alimentées : environ **1 Milliard m³/an** au total, infiltrés essentiellement aux piedmonts de l'Atlas Saharien en Algérie, ainsi que sur le Dahar et le Dj. Nefoussa en Tunisie et Libye. Cependant, l'extension du système et l'épaisseur des couches ont favorisé l'accumulation de réserves considérables.

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 définition des ressources exploitables du Système Aquifère du Sahara Septentrional.

Le Système Aquifère Saharien est reconnu et exploité par près de 8800 points d'eau, forages et sources : 3500 au Continental Intercalaire et 5300 au Complexe Terminal. Par pays, ces points se répartissent ainsi : 6500 en Algérie, 1200 en Tunisie et 1100 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 : cette exploitation atteint aujourd'hui 2,2 Milliards m³/an [soit 1.33Milliard en Algérie¹, 0.55 en Tunisie et 0.33 en Libye]. 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.



L'intense évolution de l'exploitation des 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, salinisation des eaux, disparition de l'artésianisme, tarissement des exutoires, hauteurs de pompage excessives ...** Les trois pays concernés par le devenir du système sont donc contraints, à court terme, à rechercher ensemble une certaine forme de gestion concertée du Bassin Saharien.

Les responsables des trois pays ont bien pris conscience de ces risques et décidé d'entreprendre un grand programme d'études en commun, dont la maîtrise d'ouvrage et la recherche des financements ont été confiées à l'OSS. En 1998, et avec l'aide des trois pays, l'OSS a obtenu l'appui de la coopération suisse, du FIDA et de la FAO pour une première phase de trois ans qui s'est poursuivie jusqu'en Décembre 2002.

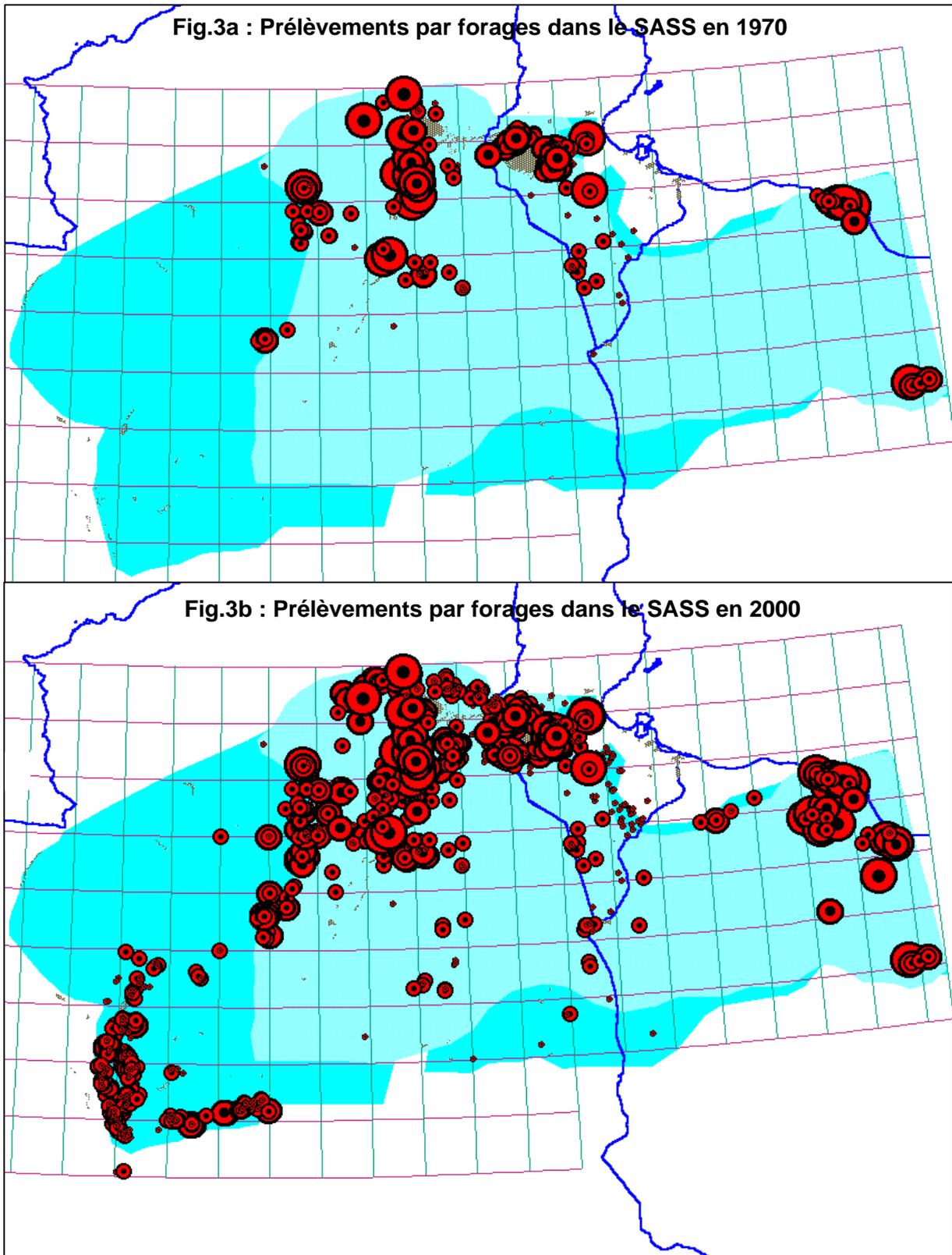
Les objectifs et les activités du projet SASS comportent plusieurs composantes : hydrogéologie, système d'information, modèle mathématique, mécanisme de concertation.

¹ Exprimés en m³/s, les prélèvements du SASS par forages en 2000 s'établissent à 70,1 m³/s qui se répartissent en : 42,1 m³/s en Algérie [21,2 au CI et 20,9 au CT], 10,8 m³/s en Libye [3,4 au CI et 7,4 au CT], 17,2 m³/s en Tunisie [2,7 au CI et 14,5 au CT].

2- LES RESULTATS OBTENUS

2-1- Connaissance du système aquifère

Le projet SASS a permis d'améliorer la connaissance géologique et hydrogéologique du bassin dans son ensemble, grâce aux sondages récents et à de nouvelles prospections hydrogéologiques, notamment par l'étude historique 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 l'hydrogéologie du bassin est une schématisation des aquifères en vue de la réalisation du modèle mathématique. Le bassin saharien est une grande entité sédimentaire multicouche. L'adoption d'une représentation simultanée de l'ensemble des couches : aquifères et semi-perméables, permet de rendre compte des liaisons et des échanges hydrauliques et chimiques entre toutes les couches du bassin, et donc du comportement du système à moyen et long terme.

2.2- La Base de Données SASS

L'élaboration du Système d'Informations a comporté le diagnostic de l'existant, la conception, la réalisation et la mise en œuvre d'une Base de Données commune, avec l'objectif de réaliser cette mise en œuvre simultanément au siège du projet et dans chaque administration responsable de l'eau dans les trois pays.

L'ampleur de la tâche se mesure à la diversité et à la multiplicité des opérations réalisées sur les 9000 points d'eau inventoriés : collecte, homogénéisation des systèmes de classement et d'identification, critique, détection des données aberrantes, correction, validation.

Le système d'informations 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.***

2.3- Le Modèle SASS

La gestion en connaissance de cause du Système aquifère suppose que l'on dispose d'un modèle mathématique qui permet de réaliser des simulations et de formuler des prédictions. La période de référence choisie pour le calage a été la période historique 1950-2000, avec comme condition initiale la situation mesurée en 1950.

Les Simulations exploratoires :

*Un scénario de référence, dénommé **scénario zéro**, a été défini. Il consiste à maintenir constants les prélèvements par forages effectués en 2000 et à calculer l'évolution correspondante du système à l'horizon 2050.*

Plusieurs scénarios ont été ensuite définis:

- **En Algérie**, deux scénarios :
 - *une hypothèse dite **forte**, représentant un prélèvement additionnel de **101 m³/s**, qui porterait les prélèvements algériens de 42 à 143 m³/s entre 2000 et 2030 ;*
 - *une hypothèse dite **faible**, pour un prélèvement additionnel de **62 m³/s**, ce qui porterait les prélèvements de 42 à 104 m³/s.*
- **En Tunisie** : *le scénario envisagé prévoit que les économies réalisées par l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation vont compenser la demande additionnelle des nouveaux périmètres irrigués, ce qui correspond au maintien de l'actuel.*
- **En Libye** : *les simulations exploratoires concernent deux programmes du Projet de la Grande Rivière Artificielle [GMRP] : le champ de pompage de Ghadames-Derj, avec un débit additionnel de 90 Mm³/an, et le champ captant de Djebel Hassaounah.*

Résultats des Simulations exploratoires :

Scénario zéro :

pour le CI : *le scénario zéro entraînera d'importants rabattements, supérieurs à 40 mètres dans le bas Sahara algérien ; en Tunisie ils sont de l'ordre de 20 à 40m autour du Chott Fedjej ; en Libye les rabattements sont de l'ordre de 25m.*

pour le CT : en Algérie et en Tunisie les rabattements dépassent 30m autour des chotts ; en Libye ils atteignent 60m. On constate la disparition de tout artésianisme dans la région des chotts algéro-tunisiens, avec un risque de réalimentation de la nappe du CT par les eaux des chotts, et une probabilité de contamination par les sels. De ce point de vue, la poursuite du rythme actuel constitue dans cette région un danger potentiel majeur.

Scénario « hypothèse forte » :

Au CI les rabattements sont de 300 à 400m 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 300m et on constate la disparition de l'artésianisme et de l'exutoire tunisien. Au CT, il n'y a pas d'incidence en Libye, d'importants rabattements en Algérie, et les chotts sont en position de réalimentation.

Scénario « hypothèse faible » :

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 GMRP :

A Ghadames, les rabattements au CI sont de 100m au champ captant, de l'ordre de 50m dans l'extrême sud tunisien et à Debdeb en Algérie. Quant au champ captant du Dj. Hassaouna, son impact sur le CI demeure négligeable.

Ces simulations exploratoires ont mis en évidence les nuisances et les risques auxquels est exposée la ressource en eau. Pour continuer l'exploitation des nappes du CI et du CT, il va falloir minimiser et gérer ces risques, que l'on peut résumer en :

- a) disparition de l'artésianisme,
- b) hauteurs de pompage excessives,
- c) tarissement de l'exutoire tunisien,
- d) interférences exagérées des rabattements entre pays,
- e) réalimentation potentielle par les Chotts.

Recherche de nouveaux scénarios :

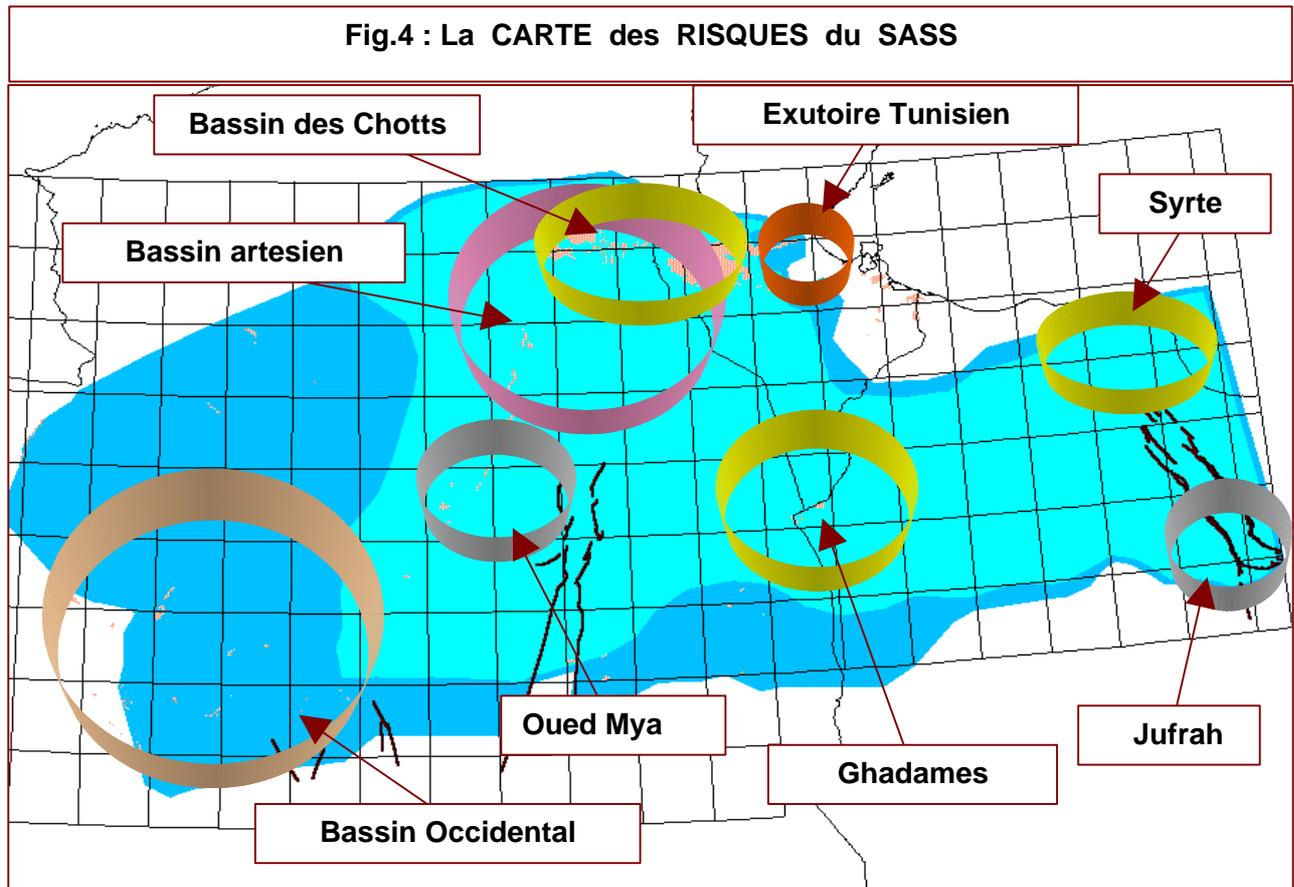
Au terme des simulations exploratoires, le principe adopté a été de s'affranchir de la recherche de scénarios de développement fondés uniquement sur les prédictions de la demande en eau et de chercher **à bâtir des scénarios à base hydraulique, fondés sur les capacités de production du SASS et minimisant les risques de nuisances identifiés**, en des sites aussi proches que possible des lieux où une demande actuelle ou future aurait des chances de s'exprimer, sans s'interdire de prospecter des secteurs favorables qui seraient éloignés mais pourraient s'avérer propices à l'exportation. La première étape d'un tel processus a consisté à inventorier tous les sites de pompes potentiels. Le Modèle Numérique du SASS, qui est investi d'une telle fonction, a servi à simuler les nouveaux scénarios identifiés.

Maîtrise des Risques et Gestion durable du SASS :

Les simulations prévisionnelles réalisées sur le Modèle du SASS ont mis en évidence **les zones les plus vulnérables :**

- a) Sur le **Bassin Artésien** du CI, les rabattements supplémentaires attendus dépassent 100m ; le contrôle y est facile : forages profonds et peu nombreux.
- b) Le débit, actuel et à venir, de l'**Exutoire Tunisien** du CI a une grande importance, car il contribue à l'alimentation de la nappe côtière de la Djefara, elle même

fortement exploitée. Or, ce débit de l'exutoire tunisien est appelé à diminuer, même si l'on devait bloquer les prélèvements à leur niveau actuel.



- c) Au CI, le **Bassin de Ghadamès** présente des risques de rabattements excessifs, de l'ordre de 200m, mais ce risque se joue sur le moyen terme, et le contrôle en est techniquement facile
- d) Le secteur le plus exposé est le **bassin des chotts** algéro-tunisiens au CT. C'est la région où la nappe est la plus vulnérable. C'est là où se trouvent les plus fortes densités de population, 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 ce sur l'ensemble des quatre secteurs solidaires que sont l'Oued Rhir, le Souf, le Djérid et la Nefzaoua. Une telle situation serait inacceptable pour le Complexe Terminal : le risque de percolation 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. Là, il faudra sérieusement envisager la réduction des prélèvements comme un scénario plausible, et s'y préparer d'ores et déjà.
- e) Sur le littoral de **Khoms-Zliten**, et si le scénario simulé de comblement des déficits devait se réaliser, le risque d'invasion marine à l'horizon 2050 serait gravement préjudiciable au Complexe Terminal.
- f) A **Jufra**, dans le CT, les rabattements supplémentaires attendus dépassent 50m.
- g) Par ailleurs, l'un des résultats des investigations effectuées a permis de vérifier qu'il existe une possibilité de porter l'exploitation par forages du SASS jusqu'à un

niveau de **7.8 Milliards de m³/an à l'horizon 2050**. L'atteinte d'un tel niveau de développement ne peut se faire qu'au prix d'une délocalisation des nouveaux champs d'exploitation : 80% des prélèvements additionnels devront se faire dans des régions éloignées : **Bassin Occidental** du CI, **Oued Mya** au CT en Algérie. Par pays, cela donnerait une exploitation totale de **6.1 Milliards m³/an en Algérie, 0.72 Milliards m³/an en Tunisie, 0.95 Milliards m³/an en Libye**.

Cette éventualité ferait passer l'exploitation du SASS à un niveau représentant huit fois ses ressources renouvelables. Une telle opération n'est réalisable que par un important puisage sur les réserves du système. On doit toutefois souligner la nécessité qu'il y a de confirmer les 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.

L'exploitation combinée des connaissances hydrogéologiques et du modèle permet d'apporter des conclusions réalistes sur les capacités du SASS à fournir des quantités d'eau appréciables en minimisant les risques sur la ressource. Les résultats obtenus montrent qu'il convient de gérer **conjointement** cette ressource. C'est dans le but de préparer cette utilisation conjointe qu'a été préconisé par l'OSS, dès le lancement de ce projet, de promouvoir **une conscience de bassin** et de mettre en œuvre un « **mécanisme de concertation** ».

3- LE MECANISME DE CONCERTATION

Les simulations réalisées sur le Modèle ont mis en évidence les zones où les ressources partagées paraissent les plus vulnérables. Entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye, 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 pompages. 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 ?

Partage de l'information, un exercice de solidarité incontournable:

Parmi les raisons qui incitent à la concertation, la gestion des crises et notamment le risque de dégradation de la ressource par suite d'une surexploitation constitue une raison majeure. Par ailleurs, la pratique du partenariat au cours du projet SASS a progressivement forgé la confiance mutuelle entre 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 devenu avec la fin du projet SASS une activité non seulement possible mais nécessaire.

A ce titre l'OSS, à travers le projet SASS, a d'ores et déjà permis des avancées considérables : la Base de Données élaborée renfermant l'ensemble des informations actuelles et passées sur tous les points d'eau, leurs niveaux, leurs débits, est opérationnelle et accessible aux trois pays. A cet égard, la bonne volonté des trois autorités de l'eau pour la communication des informations a été exemplaire.

Par ailleurs, le Modèle du SASS est d'ores et déjà disponible et opérationnel dans chacun des trois pays. Une forme de concertation efficace peut d'abord consister à assurer l'entretien, le développement et l'actualisation permanente de ces deux outils : Base de Données et Modèle de Simulation.

De l'étude du SASS au projet de mécanisme :

Les trois pays sont favorables à la création d'un mécanisme tripartite permanent de concertation au niveau du SASS. Le point de départ est la nécessité de maintenir et de

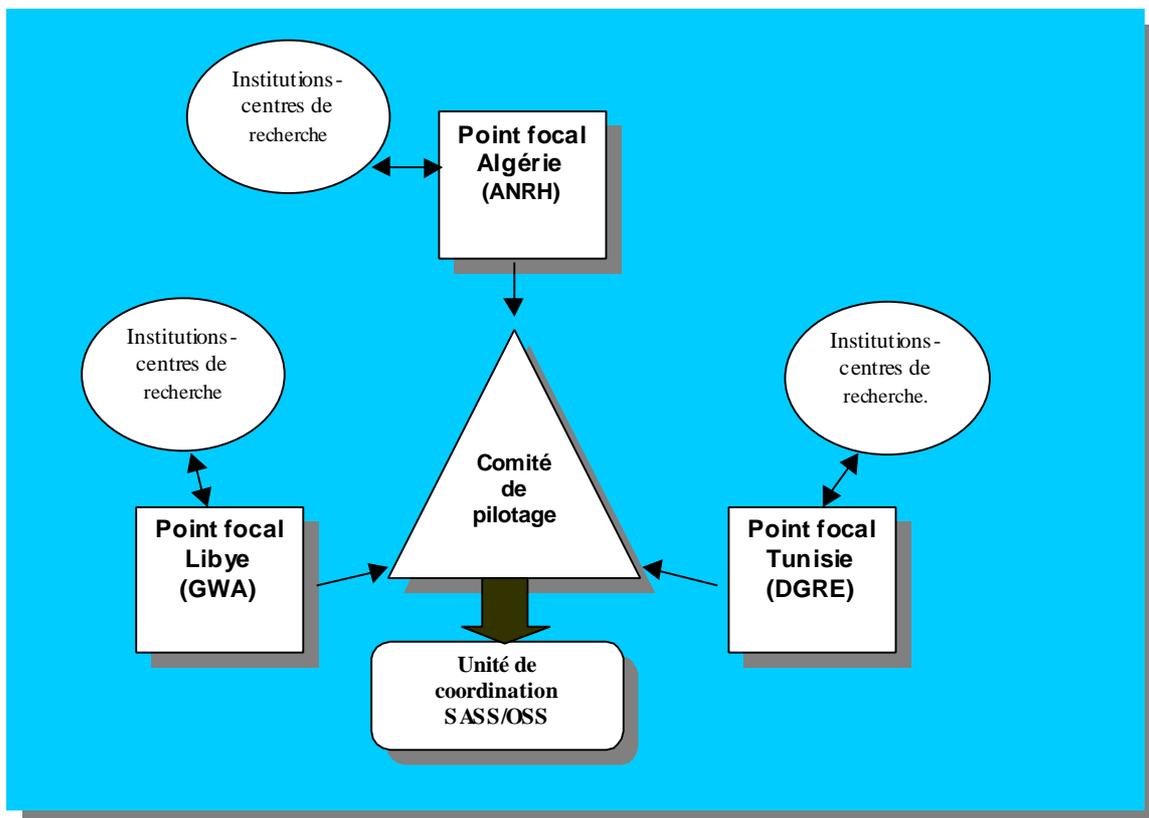
développer la base de données commune du SASS, ainsi que tout autre système pour l'échange régulier des données et des informations. L'échange de données doit par la suite servir de base à la formulation de politiques et de stratégies communes.

La préparation du mécanisme a été élaborée au cours de trois ateliers nationaux tenus respectivement à Tripoli, Tunis et Alger en Novembre 2002. De ces trois ateliers ressortent 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 et son ancrage institutionnel dans une première phase au sein d'un organisme international : l'OSS
- Le caractère progressif et évolutif du Mécanisme, d'une structure 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.

Fig.5 : schéma du Mécanisme de Concertation dans sa première phase



Caractéristiques du Mécanisme de concertation :

L'Objectif est de Coordonner la gestion concertée des ressources en eau du SASS.

La Structure du Mécanisme de Concertation est composée de :

- **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.

Les principales Attributions sont :

- la gestion des outils développés par le projet 'SASS' ;
- la mise en place et le suivi de réseaux d'observation ;
- l'analyse et la validation des données relatives à la ressource ;
- le développement de bases de données sur les activités socio-économiques et les usages de l'eau ;
- la production et la publication d'indicateurs sur la ressource et les usages ;
- la promotion et la réalisation d'études et de recherches conduites en partenariat ;
- l'élaboration et la mise en œuvre de programmes de formation et de perfectionnement ;
- l'actualisation du modèle du SASS ;
- la réflexion sur l'évolution du mécanisme.

4- CONCLUSIONS : GESTION DURABLE DU SASS

Les nappes du Système Aquifère du Sahara Septentrional sont soumises à des contraintes qui limitent la faculté d'exploiter leur potentiel. Ces contraintes ont certes un caractère économique, mais les risques environnementaux constituent aujourd'hui les contraintes les plus déterminantes.

Ainsi, grâce à une connaissance approfondie de l'hydrogéologie de la région, à la constitution d'une base de données commune, à l'élaboration du modèle mathématique et au terme des simulations effectuées, les résultats du projet montrent que :

- la simple poursuite des rythmes de prélèvements actuels peut constituer un grave danger pour la nappe du Complexe Terminal dans la région des chotts ;
- en dehors de la région des chotts, de l'exutoire tunisien et du golfe de Syrte, de légères augmentations des rythmes d'exploitation peuvent encore être supportées sans dommage majeur ;
- les simulations basées sur des hypothèses fortes aboutissent à une situation inacceptable ;
- il existe une possibilité d'augmenter sensiblement les prélèvements actuels, mais au prix d'une délocalisation des champs de pompage additionnels vers des régions éloignées : Grand Erg Occidental, confins de l'Erg Oriental ;
- malgré les efforts déployés par le projet, des incertitudes subsistent, aussi bien sur la connaissance du système que sur la définition des options de développement, qui nécessiteront d'entreprendre de nouvelles investigations.

En conclusion, cette première phase apporte une perspective plutôt optimiste de l'exploitation de l'eau dans le Sahara Septentrional pour peu que l'on prenne en compte de façon concertée les observations et les résultats issus du modèle et que l'on tienne compte désormais de tous les facteurs de risques mis en évidence par l'étude SASS dans le cadre de l'OSS.

Dans la mesure où l'information mutuelle renforce la solidarité, on peut concevoir le Modèle du SASS comme un puissant outil pédagogique et un instrument de dialogue et de médiation objectif, autour duquel peut s'organiser la concertation.



SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

GESTION COMMUNE D'UN BASSIN TRANSFRONTIERE

PRINCIPAUX RESULTATS

Agissant en tant que centre d'impulsion et de facilitation, l'OSS s'est appuyé, pour la réalisation du programme SASS, en premier lieu sur l'expertise des institutions spécialisées dans les trois pays, qui disposent d'une importante expérience dans le domaine et sur un large partenariat international.

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 le devenir du SASS sont amenés à rechercher ensemble une forme de gestion commune du Bassin : la mise en place d'un mécanisme institutionnel de concertation s'avère nécessaire, sa mise en oeuvre devant se faire d'une manière progressive.

Ce document présente les principaux résultats obtenus par la mise en oeuvre des différentes composantes du projet SASS : Acquisition, Analyse et Synthèse des données hydrogéologiques ; Elaboration de la Base de Données commune et du Système d'Informations ; Développement et Exploitation du Modèle Mathématique du SASS ; Mise en Place d'un Mécanisme de Concertation pour la gestion commune du bassin.

LES PARTENAIRES



Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
(ANRH, Algérie)



Direction Générale des Ressources en Eau
(DGRE, Tunisie)



General Water Authority
(GWA, Libye)



Fonds International de
Développement Agricole



Département du Développement
et de la Coopération Suisse



UNESCO



Organisation des Nations-unies
pour l'Alimentation et l'Agriculture



Allemagne (GTZ)



Fonds Français pour
l'Environnement Mondial (FFEM)



Fonds Mondial pour l'Environnement
(GEF)



Suisse Federal Institute of
Technology Zurich

Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Boulevard de l'Environnement - BP 31 - 1080 Tunis Cedex, Tunisie

Tél.: 216 - 71 - 806 522 • 806 891 — Fax, 216 - 71 - 80 73 10 — e-mail: boc@oss.org.tn — site web : www.unesco.org/oss