



SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL



UNE CONSCIENCE DE BASSIN

BASE DE DONNEES ET SIG

SYNTHESE

Octobre 2002

SOMMAIRE

Introduction	3
1. Diagnostic et orientations de développement.....	5
1.1 Situation au démarrage du projet	5
1.1.1 Sur le plan de l'architecture des BD	5
1.1.2 Sur le plan des contenus	6
1.2 Solution organisationnelle et technique.....	6
2 Conception et mise en œuvre du système d'information (SI).....	8
2.1 Le modèle de données	8
2.2 Les composants du SI	9
2.3 Les produits finaux réalisés	11
2.3.1 Description de la BD du SASS.....	11
2.3.2 Description du SIG	11
2.3.3 L'outil de gestion des données « SAGESSE ».....	13
3 Synthèse des informations recueillies durant le projet.....	18
3.1 Données fournies par les pays	18
3.2 Données collectées par le SASS :.....	20
3.3 Origines des données	23
3.4 Synthèse des données recueillies dans le cadre du projet.....	23
4 Analyse des données et leur validation	25
4.1 Traitements préliminaires sur les données brutes	25
4.2 Analyse statistique des données	27
Conclusion et recommandations	30

INTRODUCTION

La structuration des données est une opération indispensable pour le projet SASS qui s'est fixé comme objectif de capitaliser l'ensemble des informations recueillies à ce jour dans la région. La collecte de ces informations constituent un préalable pour actualiser l'évaluation des connaissances sur les ressources du bassin.

Le projet avait prévu initialement une mission de regroupement et d'homogénéisation des données censées être disponibles au sein des administrations des trois pays chargées de la gestion des ressources en eau.

Un premier diagnostic de la situation au démarrage du projet a montré qu'il fallait aller beaucoup plus loin et ce pour les raisons suivantes :

- les pays étaient déjà confrontés à des problèmes de structuration de leurs bases de données respectives,
- les données collectées dans le cadre des nombreuses études réalisées dans la région se présentent sous forme de fichiers manuels,

L'élaboration d'une base de données passe donc par un travail préalable de conception d'une architecture de données qui permette l'intégration et la mise en cohérence de toutes ces informations recensées.

Mais le projet SASS s'est fixé également comme objectif de mettre au point un système permanent de recueil pour faciliter les actualisations futures et mettre en place progressivement un dispositif qui permette une gestion commune des eaux du bassin par une structure de concertation. Ceci nécessite donc que les bases de données nationales soient à leur tour améliorées et adaptées pour que les mises à jour futures soient aisées, à savoir :

- structures de données et codification homogènes,
- existence d'un noyau commun identique au sein des trois pays. Celui-ci pouvant être complété par les données spécifiques,
- Interfaçage avec le SIG,
- Elaboration d'un module de liaison avec le modèle numérique.

La réalisation de ces objectifs a donné au projet une toute autre dimension, car il s'agit en fait de concevoir et de réaliser un véritable système intégré et durable d'information qui réponde aux exigences du projet SASS et qui apporte aux trois pays concernés, une contribution significative dans le domaine de la gestion et le traitement des informations hydrogéologiques.

Ce système s'articule autour de trois composantes principales qui sont :

- la base de données (BD)
- le système d'information géographique (SIG)
- les interfaces de liaison BD – SIG – modèle.

La réalisation de ce sous projet a nécessité quatre étapes principales :

- diagnostic des données existantes au sein des trois pays et définition des options de développement

- conception du système d'information et mise en place de la solution organisationnelle et technique adéquate
- réalisation du système comportant une base de données commune, un SIG et des modules de liaison BD-SIG-modèle
- et enfin une phase d'introduction des données et de leur validation.

1. DIAGNOSTIC ET ORIENTATIONS DE DEVELOPPEMENT

1.1 Situation au démarrage du projet

1.1.1 Sur le plan de l'architecture des BD

La base de données est l'élément central du système d'information global. Elle est destinée à rassembler toutes les informations existantes sur la zone du SASS dans une structure relationnelle facile d'accès et autorisant les traitements envisagés par l'étude.

Un premier diagnostic a eu lieu pour faire un inventaire des données disponibles au sein des trois administrations aussi bien sur le plan de l'architecture que sur celui des contenus.

Ce diagnostic a permis de constater que les pays avaient lancé les chantiers d'amélioration voire de refonte de leur système d'information dans le but de regrouper les données disparates et de mettre en place des outils de traitement automatique de ces données.

- la GWA, (Libye) a élaboré une nouvelle architecture de base de données sous ACCESS bilingue (Anglais – Arabe) avec la collaboration de l'ACSAD.
- La DGRE, (Tunisie) a inscrit un projet de refonte totale de son système d'information hydrogéologique selon une approche client – serveur. Le projet SASS était donc une opportunité pour structurer les données existantes au sein d'une seule et même BD relationnelle.
- l'ANRH, (Algérie) qui disposait d'une base ACCESS développée en collaboration avec le BRGM, souhaitait disposer d'outils permettant des requêtes élaborées difficiles à réaliser jusque là. Un projet de base de données hydrogéologiques sous SQL/SERVER venait d'être lancé.

L'analyse détaillée de l'organisation actuelle et future des informations hydrogéologiques au sein des trois administrations a fourni les résultats synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau récapitulant la situation en terme d'organisation de l'information

Pays	Contraintes et insuffisances
ANRH (Algérie)	<ul style="list-style-type: none">- La structure de la BD n'intègre pas toutes les données nécessaires aux traitements exigés- Le modèle relationnel n'est pas normalisé- Les outils existants ne permettent pas des requêtes de synthèse- Les liens avec le SIG ne sont pas prévus
GWA (Libye)	<ul style="list-style-type: none">- Le modèle de données comporte quelques insuffisances et a besoin d'être amélioré- Certaines informations n'ont pas été prévues- Outils de Traitement et requêtes de synthèse inexistantes- Liens avec le SIG non pris en charge
DGRE (Tunisie)	<ul style="list-style-type: none">- Existence de plusieurs BD => difficulté d'assurer une cohérence globale- Codification non harmonisée- Traitements de synthèse et requêtes complexes difficiles à réaliser- Liaisons avec le SIG inexistantes.

Il y avait donc un besoin de structuration des données dont le projet SASS devait tenir compte. Il fallait, à partir de l'état existant, confectionner une architecture qui couvre les besoins du SASS et qui soit en conformité avec les objectifs globaux de chacun des trois

pays dans ce domaine. La structure de la base envisagée pour le SASS va représenter un noyau commun issu des trois BD qui devront être complétées et harmonisées.

1.1.2 Sur le plan des contenus

Sur le plan des contenus, la situation était nettement plus complexe : les fichiers de données qui ont été inventoriés présentent des hétérogénéités du fait de la diversité des outils et procédures de collecte. La raison principale à cet état de fait est que les données recueillies pour les traitements de modélisation sont souvent considérées comme dissociées de la base de données, puisque les études menées jusque là dans ce domaine n'ont jamais puisé l'information à partir de structures relationnelles.

Un travail de mise en forme s'impose pour rendre ces informations exploitables et susceptibles d'être intégrées dans la structure de données adéquate pour réaliser les traitements prévus par le projet :

- fusion de fichiers et mise en forme des formats
- ajout d'informations manquantes
- conversion de type et format

Un inventaire des fichiers existants a été réalisé. Il se résume comme suit :

Pays	Informations disponibles
ANRH (Algérie)	<ul style="list-style-type: none"> - Fichiers des points d'eau se trouvant dans BADGE nécessitant un contrôle minutieux (identification et positionnement) - Fichiers EXCEL utilisés dans le cadre du projet BRL - Fichiers EXCEL contenant les données d'inventaires (96 à 98) : nécessitent un travail important mise en forme - Fichiers manuels concernant les études antérieures et qui comportent des données d'exploitation ou de piezométrie : projet ERESS et RAB, étude BRL, ...
GWA (Libye)	<ul style="list-style-type: none"> - Fichiers EXCEL contenant les caractéristiques des points d'eau - Fichiers manuels issus du réseau piezométrique - Documents d'étude contenant des informations synthétiques sur les prélèvements
DGRE (Tunisie)	<ul style="list-style-type: none"> - Fichiers DBASE et EXCEL contenant toutes les informations de prélèvement et de niveaux piezométriques sur la zone: nécessitent un léger travail de mise en forme - Fichiers manuels pour les données antérieures à 1981 : études antérieures, annuaires, ...

1.2 Solution organisationnelle et technique

Le système d'information du SASS doit non seulement rassembler et organiser ces informations, mais aussi prévoir tous les outils de traitement automatique qui permettent d'extraire les données pour le modèle numérique et restituer les résultats sous des formes diverses (tableaux synthétiques, graphiques, cartes thématiques, ...).

Sur le plan organisationnel, un mécanisme de mise à jour des données aux différents échelons d'intervention (services régionaux, sièges des administrations, bureau du SASS)

est à mettre en place. Ce dispositif, basé sur des procédures formalisées et une répartition des tâches entre l'équipe du SASS et celles des pays, constitue une étape importante pour la mise en œuvre future d'une cellule de gestion concertée à l'échelle du bassin.

Trois niveaux de traitement ont été définis :

les services décentralisés : chargés dans le cadre du projet SASS de contrôler les données existantes concernant leur zone de compétence et de procéder à la collecte de données complémentaires éventuelles. Dans le futur, ces services qui disposeront des outils développés dans le cadre de ce projet, pourront recueillir et saisir des informations nouvelles.

Les services hydrogéologiques nationaux : qui administrent la base de données de toute la zone du SASS et veillent à la cohérence d'ensemble des informations. Des outils de vérification et d'analyse des données serviront à un contrôle systématique de fiabilité avant leur transmission au SASS.

L'équipe du SASS : qui assure la mise en cohésion des données issues des trois pays et les traitements sur l'ensemble du bassin. Dans le cadre du projet, cette équipe a été chargée de procéder à la saisie de toutes les informations qui ne sont pas disponibles au niveau des pays sur support informatique :

- Historiques anciens : ERESS, RAB, BRL, autres études locales
- Cartes de référence : piezométrie initiale, paramètres hydrodynamiques, ...
- Historiques de qualité (essentiellement la salinité),
- Données géologiques.

L'organisation choisie s'appuie sur :

- la mise en place d'une base de données commune au niveau du SASS (qui peut devenir la future BD de la structure de gestion concertée),
- l'adaptation des BD nationales pour les rendre conformes aux règles de bases relationnelles et pour harmoniser les données dans le but de faciliter les actualisations futures,
- la définition de procédures claires de mise à jour dans les deux sens,
- la mise en place de mécanismes de sécurisation des données (autorisations d'accès, niveaux d'utilisation, ..).

Les trois pays vont bénéficier de ces améliorations au niveau conceptuel et sont en mesure de poursuivre les extensions souhaitées afin d'utiliser ce système en tant qu'outil de gestion des données à l'échelle régional ou central (siège des trois administrations).

Sur le plan technique, les outils hardware et software ont été définis en fonction de plusieurs critères :

- Objectifs et exigences du projet SASS
- tendances technologiques du moment
- niveau de maîtrise de la part des experts nationaux
- compatibilité avec les équipements et logiciels existants au sein des pays

Une solution simple a été adoptée pour permettre une maîtrise parfaite de la part des experts nationaux et par l'équipe permanente du projet SASS. La seule exigence est que

cette solution soit apte à prendre en charge les besoins actuels du projet et qu'elle puisse évoluer en cas de nécessité :

- SGBD « ACCESS » déjà largement répandu au sein des trois administrations
- Logiciel SIG « ARCVIEW » également très utilisé dans le domaine des ressources naturelles et bien interfacé avec ACCESS
- Utilitaire permettant de développer les liens BD - SIG – PM5 pour automatiser les tâches de préparation des données au processus de modélisation.

Les équipements et logiciels suivants ont donc été acquis :

Organisme	Equipements et logiciels
ANRH	1 Pentium III : 256 Mo, DD 8Go, Ecran 19", lecteur ZIP 250, Windows NT Office 200 professionnel (SGBD ACCESS) Logiciel SIG Arcview 3.2 Extension Spatial Analyst pour Arcview Extension Image Analysis pour Arcview 1 Pentium III supplémentaire
DGRE	1 Pentium III : 256 Mo, DD 8Go, Ecran 19", lecteur ZIP 250, Windows 98 Office 200 professionnel (SGBD ACCESS) Logiciel SIG Arcview 3.2 Extension Spatial Analyst pour Arcview Extension Image Analysis pour Arcview ARCINFO version réseau (pour les besoins spécifiques)
GWA	1 Pentium III : 256 Mo, DD 8Go, Ecran 19", lecteur ZIP 250, Windows 98 Office 200 professionnel (SGBD ACCESS) Logiciel SIG Arcview 3.2 Extension Spatial Analyst pour Arcview Extension Image Analysis pour Arcview Extension pour la prise en charge de la langue arabe sous Arcview
Siège du SASS (Tunis)	2 Pentium III : 256 Mo, DD 8Go, Ecran 19", lecteur ZIP 250, Windows 98 Office 200 professionnel (SGBD ACCESS) Logiciel SIG Arcview 3.2 Extension Spatial Analyst pour Arcview Extension Image Analysis pour Arcview Extension ArcPress pour Arcview

2 CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME D'INFORMATION (SI)

2.1 Le modèle de données

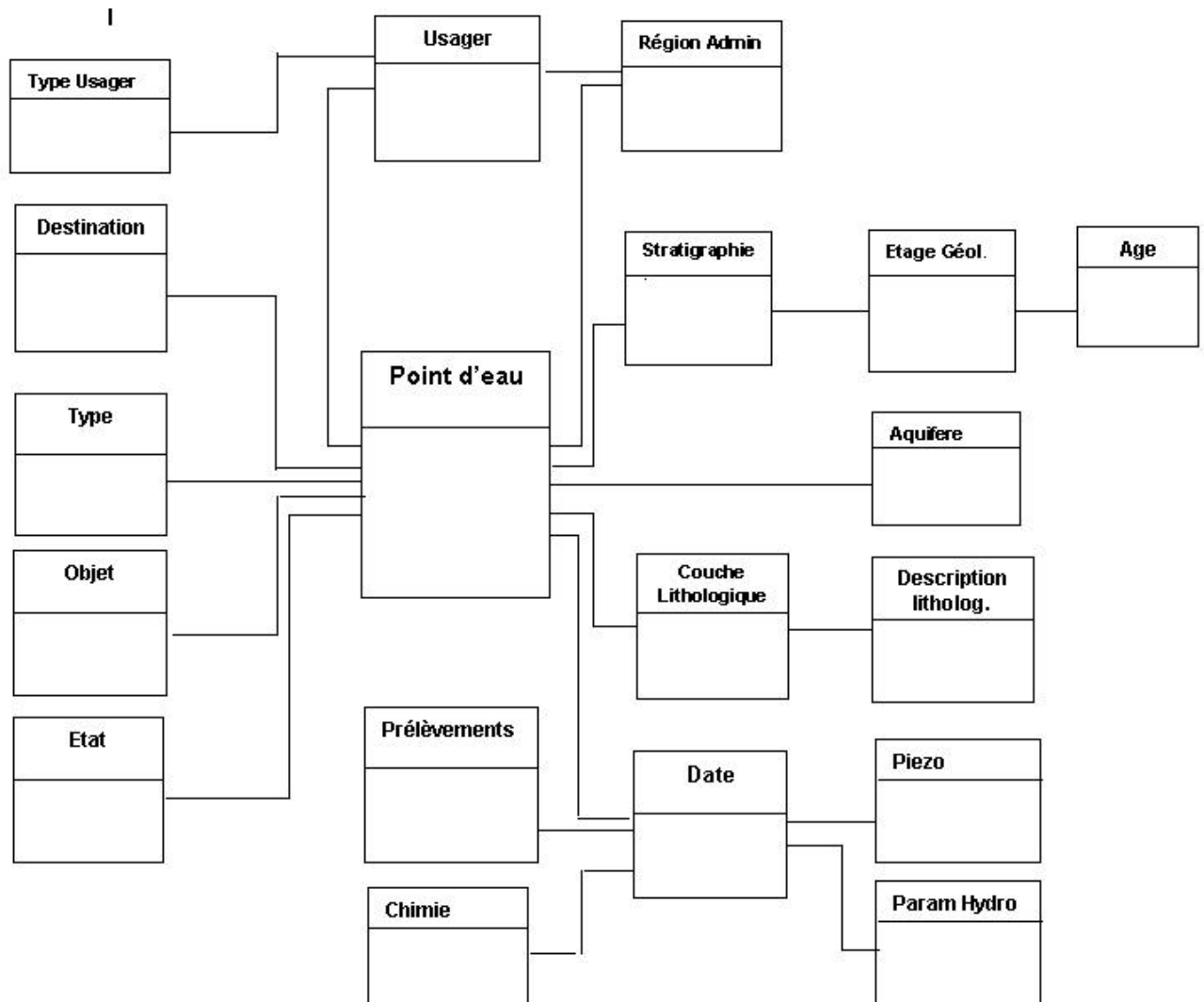
Afin d'assurer la pérennité et l'évolutivité du SI, la démarche de conception adoptée repose essentiellement sur les données, c'est à dire une identification claires des entités gérées par ce système et des relations logiques existantes entre ces entités.

La première tâche et la plus importante consiste en l'élaboration d'un modèle de données intégrant l'ensemble des informations pouvant être gérées par un service hydrogéologique. A partir de ce modèle (MCD) le plus complet possible et auquel les experts des pays ont fortement contribué, un noyau a été extrait pour constituer la base de données commune du SASS.

De ce fait, les pays concernés par le projet pourront bénéficier de cette architecture relationnelle pour améliorer leur BD respective.

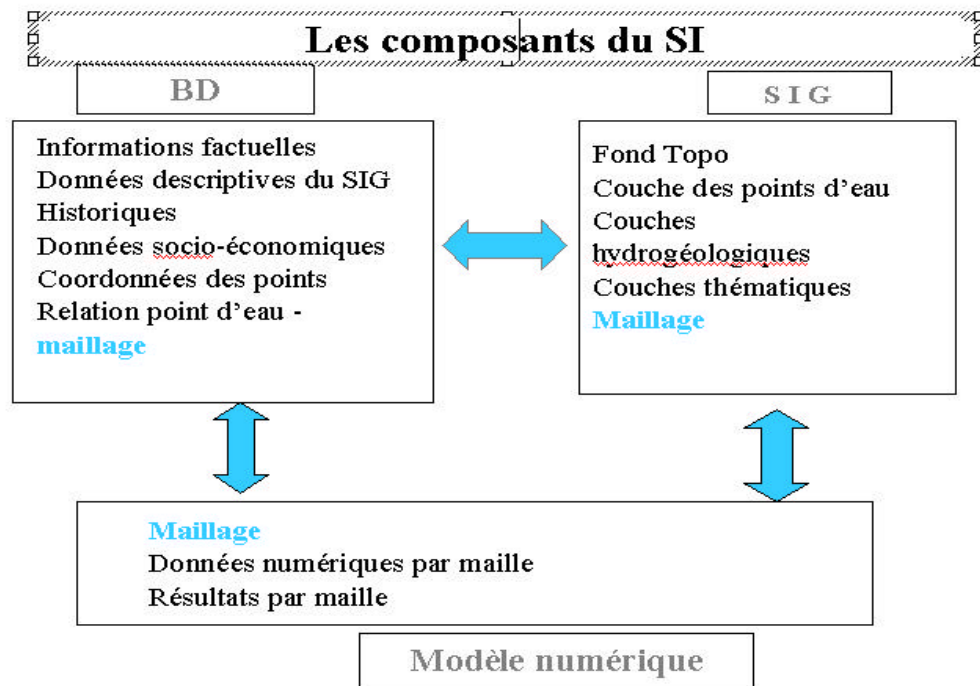
Le deuxième avantage réside dans l'intégration dans le SI des informations descriptives des entités spatiales permettant ainsi une gestion non redondante des données et la possibilité de leur analyse spatiale sans passer par des opérations de transfert ou de conversion vers le SIG.

Schéma du MCD pour le projet



2.2 Les composants du Système d'Informations

Le Système d'Information comporte ainsi trois éléments principaux qui sont : la BD, le SIG et le modèle numérique. Le maillage du modèle, qui est en même temps une table de la BD et une couche du SIG, permet d'assurer ces liens, comme l'illustre le schéma suivant :



Les liens BD – SIG se traduisent par :

- l'intégration des données descriptives des couches géographiques dans la BD afin de pouvoir les utiliser dans les requêtes même en dehors du SIG. Les redondances sont évitées, l'information n'étant stockée qu'à un seul endroit.
- la création de couches SIG pour l'ensemble des données susceptibles d'être cartographiées ou de faire l'objet de requêtes spatiales : au moment de la conception de la BD, un inventaire de ces entités a été dressée (zone de prélèvement, aquifère, unités administratives, ...)

De ce fait, toute requête réalisée sur la BD peut, sans difficulté, faire l'objet d'une cartographie thématique.

Ces liens sont réalisés à l'aide d'un utilitaire spécifique acquis dans le cadre du projet. Il s'agit du logiciel « MapObjectsLT » développé et commercialisé par ESRI. Ce module permet d'élaborer toutes les opérations de base d'un logiciel SIG tout en étant dans l'environnement de la base de données : visualisation de cartes, requêtes spatiales, programmes spécifiques, ...

La réalisation du système comporte donc les trois volets qui sont :

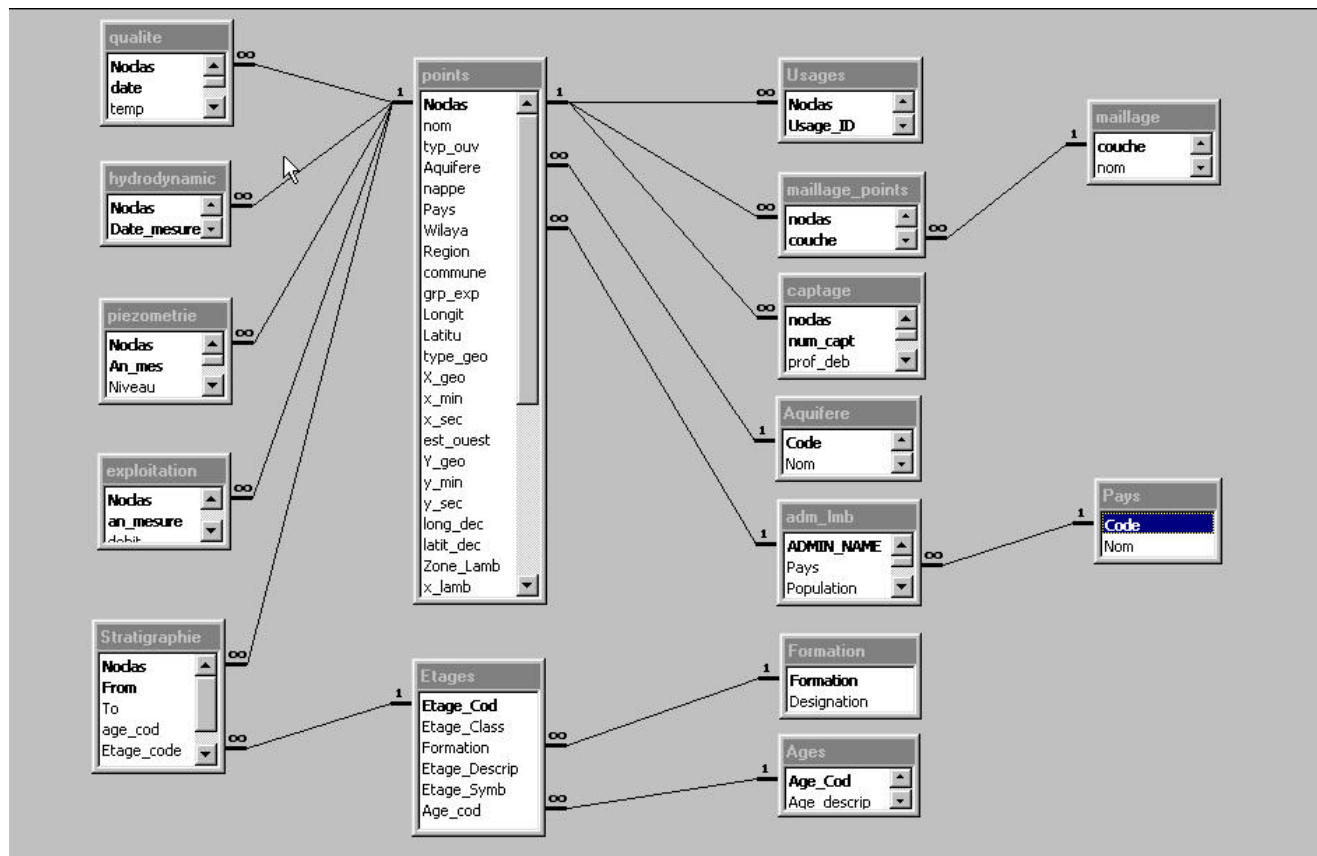
- une base de données commune intégrant également les données descriptives des entités spatiales
- un SIG constitué de toutes les couches cartographiques nécessaires au projet dans un même système de projection
- un ensemble de modules spécifiques permettant de réaliser les traitements prévus par le projet (préparation des données pour le modèle numérique, outils de visualisation et d'analyse de données, dispositifs de saisie et de contrôle des données, ...).

2.3 Les produits finaux réalisés

2.3.1 Description de la BD du SASS

La base ACCESS a été réalisée à partir du MCD et en incluant les données spécifiques liées au choix du modèle.

Schéma de la base ACCESS



Les informations gérées se regroupent en cinq catégories :

- Identification – localisation des points d'eau
- Unités spatiales (administratives et physiques)
- Historiques (exploitation, piezométrie, qualité, paramètres hydrauliques)
- Données géologiques et lithologiques
- Liaison avec le modèle numérique.

Il est possible d'incorporer d'autres informations. Il suffit pour cela de respecter les règles élémentaires des bases relationnelles. Les experts nationaux ont été formés sur ces concepts et dans la manipulation du SGBD ACCESS 2000 pour leur permettre de réaliser des extensions pour leur besoins propres.

2.3.2 Description du SIG

L'ensemble des couches du SIG élaboré dans le cadre du projet sont dans le système de projection Lambert Sud qui possèdent les caractéristiques suivantes :

- Ellipsoïde : Clarke 1880
- méridien central. : 2.7
- parallèle de réf. : 33.3
- latitude sud : 31.733928
- Latitude Nord : 36.866072
- False easting : 500135
- False northing : 300090

Les cartes ont été réalisées au format SHP d'ARCVIEW 3.2. Il s'agit des couches suivantes :

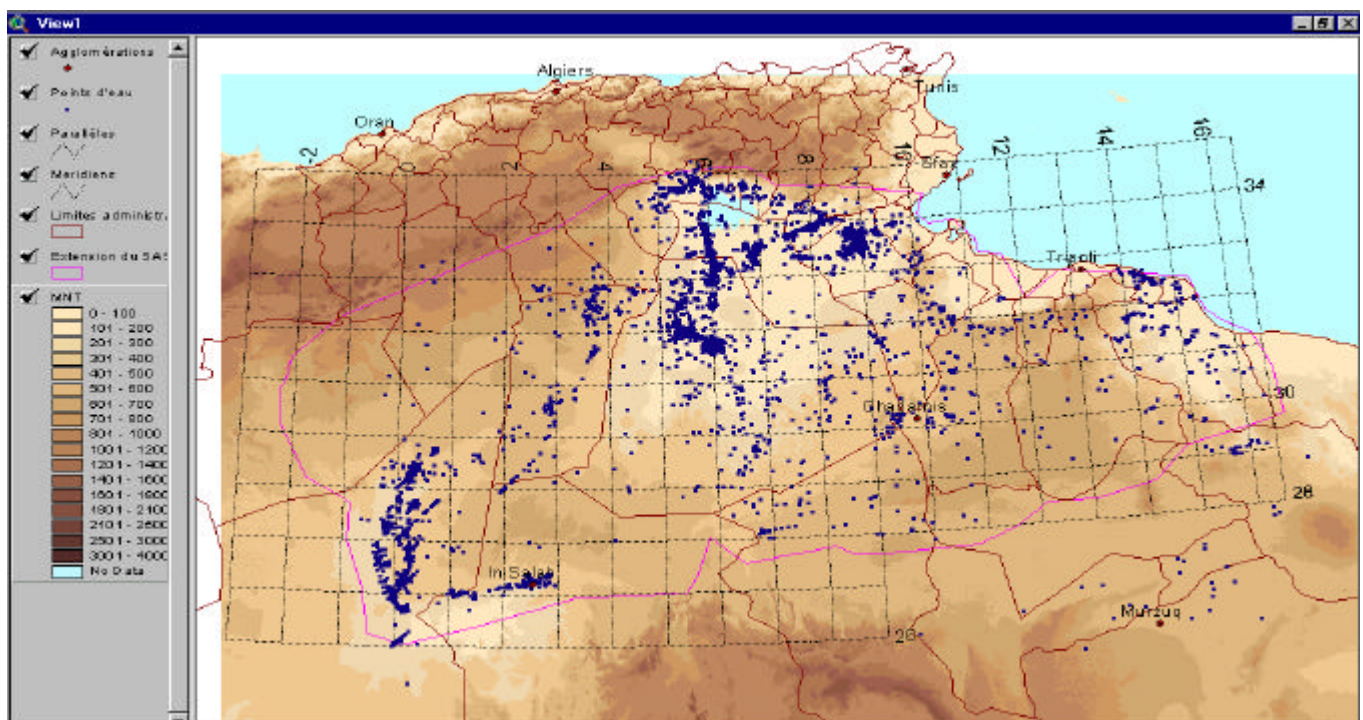
Le fond topographique : constitué à partir de sources hétérogènes et ayant nécessité un travail d'harmonisation (échelles et codification)

- la carte Digital Chart of the World (DCW)
- le modèle numérique de terrain issu de GTOP030
- la carte du réseau hydrographique mondial HYDRO1k
- les cartes produites par l'étude ERESS
- cartes fournies par les organismes des pays en charge des informations cartographiques.

Ce fond comporte entre autres les couvertures Arcview suivantes :

- courbes de niveau d'équidistance de 100 mètres
- réseau hydrographique principal
- agglomérations et localités importantes
- voies de communication
- les limites administratives
- les limites de la zone d'étude et extensions des aquifères principaux

Quelques couches du SIG superposées au MNT au 1/1000000



Les couches thématiques

Sur ce fond ont été superposées toutes les autres couches nécessaires à l'étude :

- couvertures géologiques : affleurements des principales formations, failles, coupes litho-stratigraphiques
- paramètres hydrauliques : limites horizontales et verticales des aquifères, transmissivités, coefficients d'emménagement.
- Paramètres hydrogéologiques
- Maillages du modèle

Les points d'eau constituent une couche dynamique car provenant directement de la base de données, de sorte que toute modification effectuée au niveau de celle-ci se répercute sur cette couche des points d'eau (mise à jour automatique).

Cette organisation de l'information géographique combinée aux divers modules de traitements spatiaux permet de multiplier les possibilités de production de cartes thématiques : requêtes au sein de la base de données ou valeurs calculées par le modèle numérique, comme par exemple :

- Les prélèvements par entité spatiale ou par symbole proportionnel
- La piezométrie
- Les rabattements
- La qualité de l'eau
- Des indicateurs divers se rattachant aux entités spatiales,
- ...

Enfin, le SIG ainsi constitué a été d'un grand apport lors de la phase d'analyse et de validation des données collectées : plusieurs anomalies n'auraient pas pu être détectées sans les visualisations cartographiques et sans les requêtes spatiales sur les données de la BD.

2.3.3 L'outil de gestion des données « SAGESSE »

La constitution de la base de données du SASS a donné lieu à la mise en place d'un nombre considérable d'outils ayant servi à :

- transférer les données mises à disposition par les pays pour le projet et introduire des données nouvelles,
- procéder aux vérifications et corrections par formulaires et de façon interactive,
- élaborer des requêtes statistiques et de synthèse permettant de contrôler à tout moment la fiabilité des données recueillies
- réaliser l'interface avec le modèle PM5 et à automatiser ainsi la préparation des données pour ce dernier.
- Assurer les connections BD – SIG à travers les fonctions spécifiques.

Ces outils développés dans l'environnement ACCESS au fur et à mesure que se sont constitués les contenus la base de données, ont été regroupés au sein d'un package unique baptisé « **SAGESSE** » (**S**ystème d'aide à la **g**estion des **e**aux du **S**ahara **S**eptentrional).

L'idée d'élaborer un tel package répond au souhait de mettre en place progressivement un dispositif permanent de recueil et de gestion des informations relatives au bassin du SASS. En effet « **SAGESSE** » comporte tous les éléments de base pour constituer un véritable tableau de bord pour le suivi de l'exploitation des eaux du bassin.

Destiné principalement aux utilisateurs du SASS (décideurs, équipe chargée du modèle numérique, administrateur de la BD..), SAGESSE est conçu comme un explorateur qui affiche les informations recueillies durant le projet sous forme tabulaire ou géographique. Le basculement entre ces deux modes ainsi que le contrôle des couches SIG se font sur simple click et ce, sans quitter l'environnement ACCESS.

Il a été réalisé pour regrouper et valoriser l'ensemble des travaux réalisés dans le domaine de l'organisation et de la gestion des données recueillies et les traitements divers ayant été développés dans le cadre du projet.

Ce produit, qui au départ avait pour seul objectif l'interfaçage avec le modèle PM5, a été enrichi et progressivement transformé en un véritable instrument de gestion qui peut être précieux aussi bien pour les pays que pour la structure de concertation qui serait mise en place.

2.3.3.1 Caractéristiques générales

SAGESSE a été élaboré pour les opérations de consultation et de mise à jour des données des données, de préparation des entrées pour le modèle PM5 et également pour visualiser des tableaux synthétiques.

Son architecture ouverte permet l'exploration guidée par le logiciel et la possibilité de développer des requêtes et traitements supplémentaires non prévus et ce directement sous l'environnement ACCESS.

Parmi les fonctionnalités innovantes du système, on peut citer :

- Les informations nécessaires au modèle numérique proviennent directement de la base de données : ce qui offre les avantages suivants :
 - les données collectées sont réutilisables pour les études d'actualisation futures,
 - Le système développé est utilisé aussi bien pour la modélisation (but principal) que pour satisfaire les besoins des décideurs : statistiques, tableaux synthétiques, cartes thématiques.
 - l'utilisateur n'aura pas à se soucier du format des fichiers d'entrée pour le logiciel « modèle », ni de celui des résultats => moins de dépendance vis à vis des logiciels de modélisation.
 - les informations ne sont pas introduites par maille, mais par point d'eau : ce qui garantit une meilleure souplesse. Le maillage est dynamique.
- Le SIG s'intègre judicieusement avec la base de données permettant ainsi :
 - Des visualisations cartographiques des thèmes essentiels sans quitter ACCESS,
 - Une mise à jour automatique de la couche «point d'eau » à chaque fois que les coordonnées sont modifiées ou après introduction de points d'eau nouveaux,

- L'affectation automatique, par requête spatiale, d'un numéro de maille aux points d'eau.

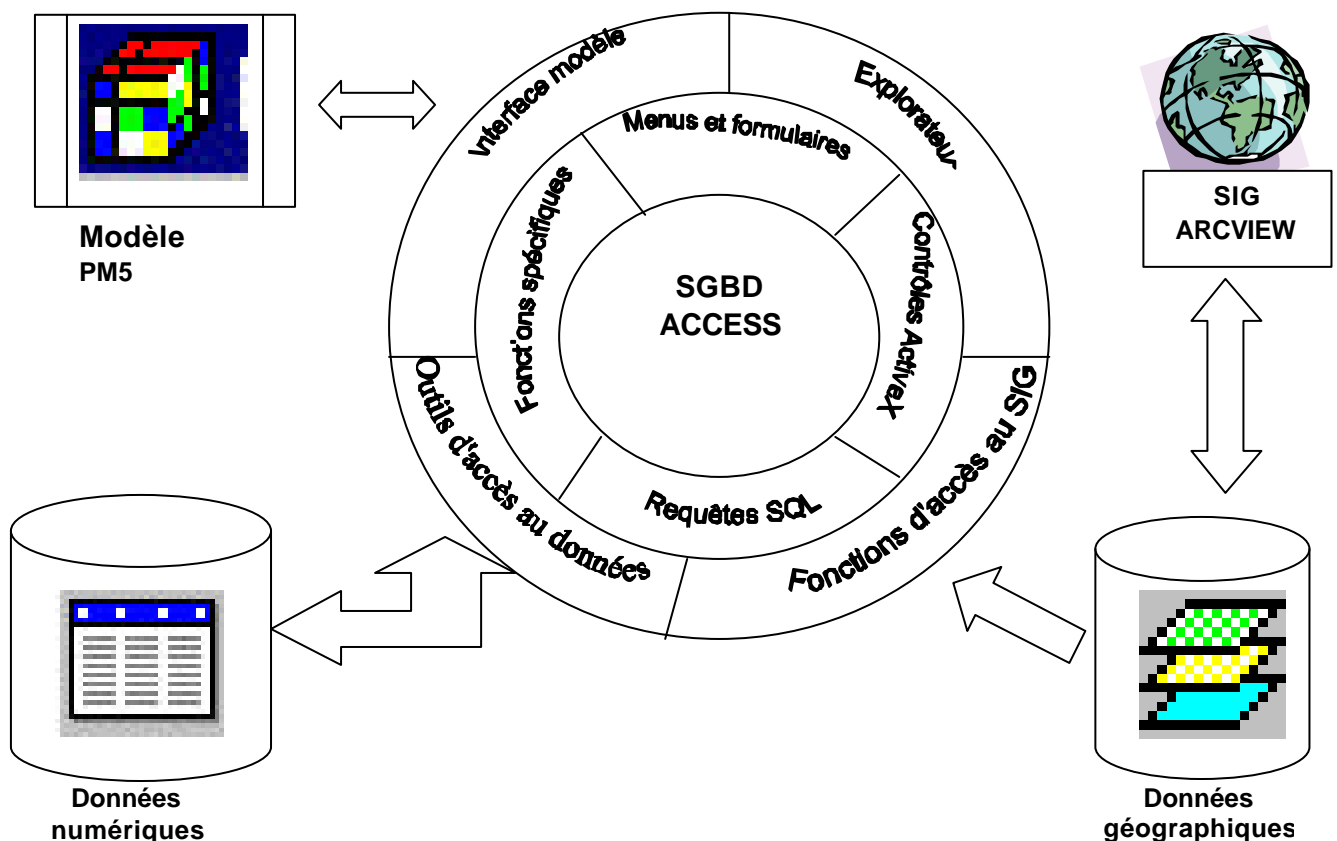
2.3.3.2 Structure du système

C'est un système ouvert et évolutif élaboré à l'aide d'outils standards sous l'environnement ACCESS : composants ACTIVEX développés par Microsoft et ESRI, langage de programmation VBA. Ceci offre les avantages d'une administration non coûteuse du système et d'une maintenance évolutive et corrective relativement aisée.

Autour des noyaux constitués par le SGBD, un certain nombre de développements ont été réalisés à l'aide du langage VBA et grâce à des composants dédiés (boîtes de dialogue, fonctions d'accès au SIG).

Ces fonctions permettent essentiellement:

- d'accéder aux fonctionnalités du SIG pour effectuer la plupart des opérations de visualisation cartographiques et ce sans quitter l'environnement de la BD,
- D'explorer le contenu de la BD avec des clés d'entrée diverses (par aquifère, entité administrative, ...)
- De préparer de façon aisée les données nécessaires au modèle PM5
- De réaliser les contrôles sur les données introduites et d'aider à leur analyse par le biais de requêtes statistiques et de synthèse.



Quelques exemples des possibilités de « **SAGESSE** »

- L'explorateur (outil de navigation et de recherche de données)

liste tabulaire numérique

Clé de Parcours Entité Administra

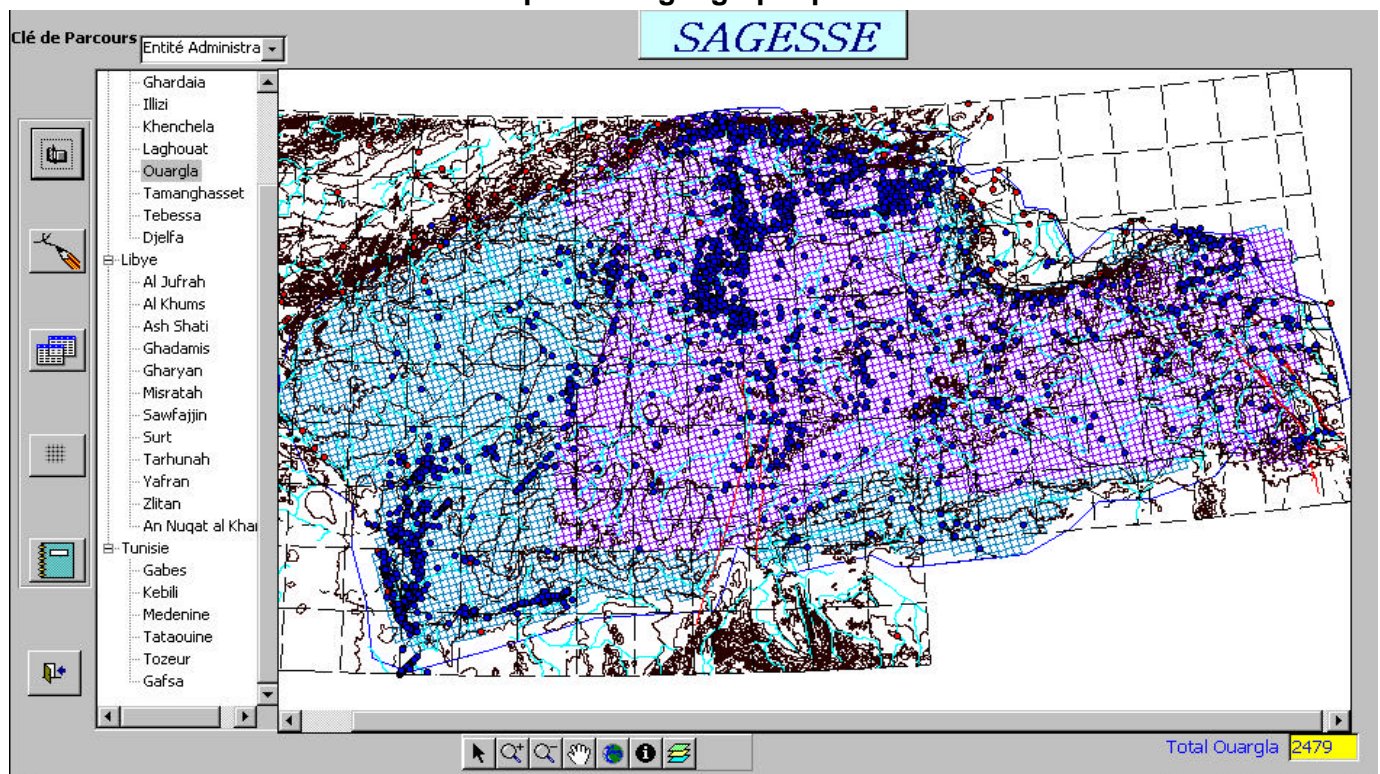
SAGESSE

N° classe	Nom	Type	Longitude	Latitude	Altitude	Profond...	aquat...	Date Réal
10000005	quersal	Forage	442760.38	137.73403	463.2	150	CI	01/01/50
100600013	FERDJET Z...	Forage	502697.01	265561.13	620	108.2	CI	18/06/53
100700003	DAKRIET E...	Forage	285730.50	629811.48	150	150	CI	01/06/54
100700006	OUED MEHA...	Forage	5001.35	250202.60	1638.7	1638.7	CI	01/01/55
100700008	OUED MEHA...	Forage	501695.32	246507.46	1650	1650	CI	01/01/55
100700009	ERG EL ANN...	Forage	476730.12	209488.75	630	281.2	CI	17/04/52
100700018	BEL 1 H 1	Forage	501724.74	225043.93	602	250.5	CI	01/05/57
100700019	ERG EL ANN...	Forage	536556.22	204264.63	707	230	CI	20/01/57
100700020	ERG EL ANN...	Forage	515655.81	247197.47	729	50	CI	01/01/77
100700024	HASSI FMEL	Forage	515655.81	-1178.07773	220	220	CI	01/01/54
100700032	HASSI-GARA...	Forage	515655.81	-1178.07773	220	220	CI	12/12/37
100800015	AIN LEBEAU...	Forage	581362.91	210163.33	499.27	440	CI	15/12/48
100800019	DEL ATEUF...	Forage	581362.91	210163.33	499.27	440	CI	25/11/49
100800020	BENI ISGUE...	Forage	582023.06	208722.10	497	435	CI	01/03/48
100800021	F DE MELIK...	Forage	582023.06	208722.10	497	435	CI	01/03/48
100800022	BERRIANE S...	Forage	600043.69	254585.34	3000	3000	CI	01/01/52
100800023	NKEN EL B...	Forage	600043.69	254585.34	3000	3000	CI	01/01/52
100800024	ALBIEN DE ...	Forage	588878.22	210594.85	512.1	400	CI	01/07/56
100800025	BERRIANE 1	Forage	600510.80	248720.85	506	506	CI	01/01/52
100800027	TOLGOUZ 1	Forage	587585.83	212585.91	522.3	320	CI	20/03/52
100800030	N 7 DIT BOU...	Forage	584332.31	210538.09	489.21	388	CI	15/08/57
100800031	BENI ISGUE...	Forage	581334.81	207576.25	515	344	CI	20/05/58
100800034	BOU HARAO...	Forage	582419.75	211589.86	498.48	437	CI	02/06/59
100800035	BERRIANE 2	Forage	589220.82	248703.56	529	444	CI	01/01/58
100800036	BEN SEMARA	Forage	581139.82	211701.07	507.1	371	CI	16/05/60
100800094	SIDI ABEEZ 1	Forage	583597.38	210157.15			CI	
100801101	AIN LEBEAU...	Forage	581358.32	210555.96	501	416.4	CI	20/11/58
100801104	BENI ISGUE...	Forage	584200.49	208250.00	495.7	401	CI	31/10/60
100801112	MELIKA 3 G...	Forage	582256.63	208142.02	494	450	CI	01/01/68
100801114	EL ATEUF 2	Forage	587505.36	209360.05	464.33	423.2	CI	21/01/63
100801118	DAYA BEN D...	Forage	584180.37	216720.17	533.15	466.7	CI	12/02/65
100801119	BELLOUH	Forage	583395.75	247709.83	535	545.8	CI	01/01/66
100801120	F SOUFI 10	Forage	506555.22	212534.11	515.2	540.3	CI	26/11/66

Total Ghardaia 412

La fenêtre d'exploration des données est en même temps un menu principal à partir duquel on accède à toutes les fonctionnalités du logiciel. L'exploration tabulaire se fait, pour le moment, de deux manières: par entité administrative (pays, wilaya) et par aquifère (couche et type de point d'eau). Des clés supplémentaires peuvent être incorporées moyennant de légères modifications dans les programmes.

Exploration géographique

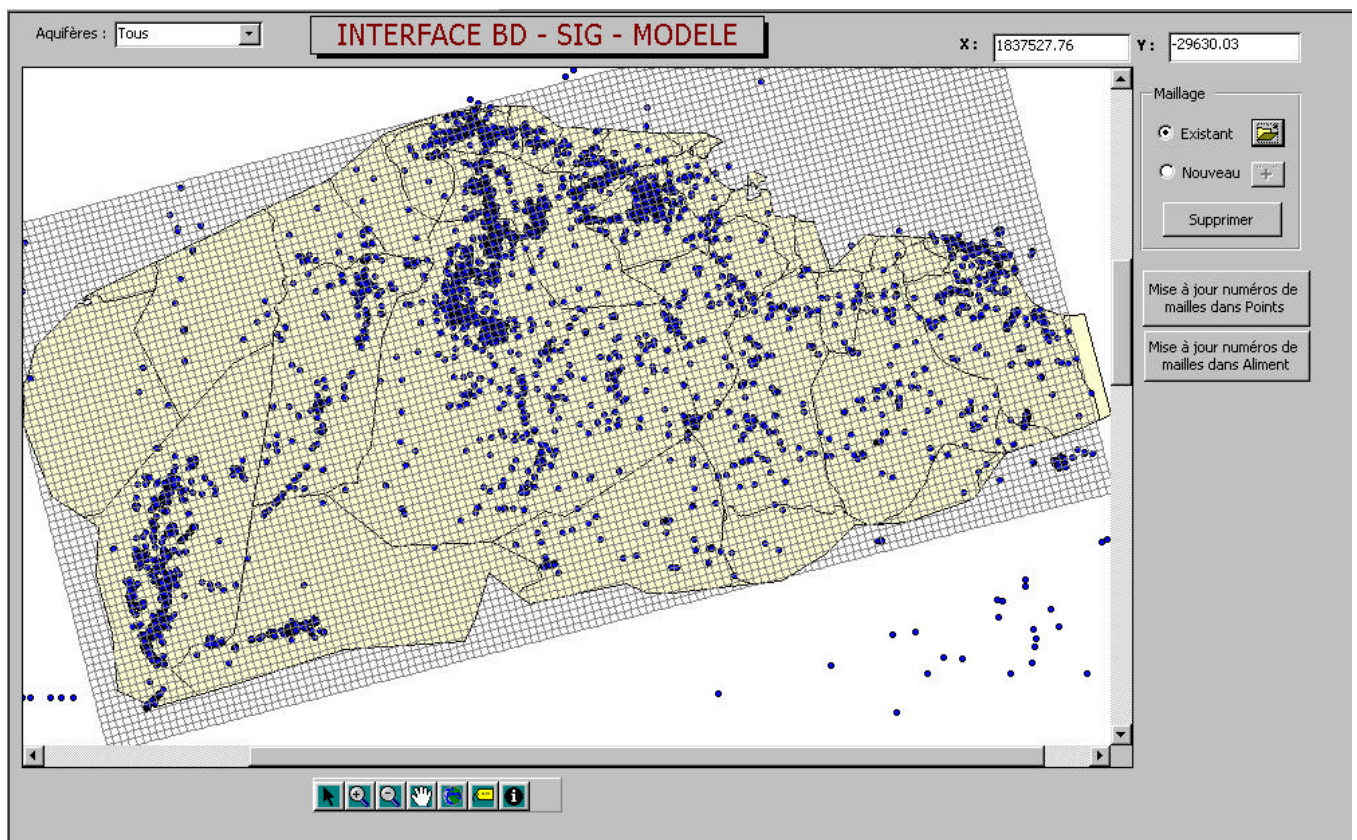


Le passage du mode numérique au mode géographique se fait à l'intérieur même de la BD par un simple click sur un bouton. Toutes les fonctionnalités du SIG sont offertes :

- Zoom
- Déplacements de la fenêtre
- Contrôle des couches
- Identification par sélection d'un point d'eau et affichage des renseignements correspondants.
- Recherche par critère spatial (à l'intérieur d'un polygone, situé à une distance de, ...)

- **Liens BD – SIG – PM5**

Fenêtre de liens BD-SIG-PM5



A partir de ce formulaire trois tâches fondamentales peuvent être lancées par l'utilisateur :

- génération d'un maillage pour le modèle PM5
- affectation automatique d'un numéro de maille à tous les points d'eau comportant des coordonnées Lambert
- synchronisation permanente BD–SIG afin de garder la cohérence entre la table « *points* » et la couche SIG correspondante.

La conversion des coordonnées géographiques en Lambert est assurée par un module externe à l'intérieur du logiciel *ARCVIEW*. Ce module, réalisé à l'aide du langage « *Avenue* », permet de convertir automatiquement les degrés décimaux en Lambert tout en mettant à jour les champs correspondants dans la base de données « *ACCESS* ».

3 SYNTHÈSE DES INFORMATIONS RECUEILLIES DURANT LE PROJET

L'ensemble des informations disponibles sur la zone ont été rassemblées et introduites dans la base de données. Plusieurs sources ont été exploitées. Celles-ci peuvent se regrouper en deux catégories :

- fichiers existants au sein des pays et mis à disposition
- rapports d'études antérieures réalisées dans la zone (ERESS, RAB, BRL, GEOMATH, ...)

3.1 Données fournies par les pays

Elles concernent en général les données récentes recueillies dans le cadre de la mise en place des bases de données respectives. Elles regroupent :

- les caractéristiques des points d'eau : identification – localisation
- les historiques d'exploitation 1982 – 2000
- les historiques de niveaux : 1982 – 2000
- quelques informations utiles sur les usages, paramètres hydrodynamiques et niveaux captés.

- **ANRH**

Trois types de données ont été transmises par l'ANRH et ce pour les deux aquifères principaux (CI et CT) :

- Caractéristiques des points d'eau : un fichier EXCEL par aquifère
- Données d'inventaires et historiques de débits
- Historiques piezométriques.

Ces fichiers proviennent pour l'essentiel :

- du contenu de la base de données BADGE gérée au niveau de l'antenne régionale de Ouargla,
- des inventaires réalisés durant les années 90 (91-98),
- des données fournies par SONATRACH,
- de l'inventaire des foggaras effectué en 99-2000.

Ces données ont déjà subi un traitement important dans le cadre de l'étude BRL réalisée entre 1997 et 1999, notamment en ce qui concerne le positionnement et les historiques de prélèvement.

Pour pouvoir intégrer ces informations dans la BD du SASS, des traitements préliminaires ont été nécessaires : mise en forme, homogénéisation des codes, transformation des coordonnées, reconstitution à l'aide du SIG, etc.

Des requêtes « mise à jour » ont ensuite été développées pour transférer ces fichiers dans la base et répartir les données à travers les différentes tables.

Les historiques de prélèvement 1982-2000 ont été constitués à partir des inventaires. Le fait qu'un suivi régulier est inexistant, les séries ont été reconstituées. La valeur relevée lors de la date d'inventaire est reproduite sur toute la période où le point d'eau est exploité.

Pour ce qui est des chroniques de niveaux, les mesures sont encore moins nombreuses.

- **DGRE**

Les données fournies par la DGRE comprennent les informations de base sur les points d'eau (identification, localisation, paramètres hydrauliques), les historiques d'exploitation et le historiques de niveaux.

Pour cette partie tunisienne, il y a une seule source d'information (DGRE et CRDA concernés). Les traitements de mise en forme n'ont touché que les coordonnées et les numéros d'identification (n° IRH).

Données DGRE : répartition par gouvernorat, aquifère et période des points d'eau ayant historique de prélèvement

Aquifère Gouvernorat	CT			CI		
	1980	1982	2000	1980	1982	2000
Gabes				03	03	13
Gafsa	0	0	05			
Kebili	114	191	341	01	02	21
Medenine				0	01	11
Tataouine	0	01	02	29	30	55
Tozeur	88	98	151	01	01	01
Total Tunisie	202	290	499	34	37	101

La DGRE dispose d'historiques de prélèvements issus de son réseau de mesure. Pour les besoins du projet, une valeur annuelle par point d'eau a été intégrée dans la base de données. Il faut souligner que les valeurs de 1999 ont été reconduites pour l'année 2000.

- **GWA**

Le seul fichier informatique fourni par la GWA ne contenait que les caractéristiques des points d'eau. Les historiques de prélèvement ont été reconstitués et les historiques de niveaux saisis par l'équipe du SASS. Les autres informations ayant été livrées sur support papier car la base de données de la GWA venait d'être livrée et ne contenait donc pas d'informations.

Données GWA : répartition par unité administrative et par aquifère

Aquifère Municipalité	CT		CI	
	Avant 1980	Après 1980	Avant1980	Après 1980
Al Jufrah			02	06
Al Khums				
Ghadamis	01	07	11	02
Gharyan			01	03
Misratah			02	01
Sawfajjin		01	04	47
Zlitan			01	07
Total Libye	01	08	21	66

Les historiques de prélèvement ont été constitués par l'équipe du SASS sur la base des informations relatives aux usages (superficies irrigués).

3.2 Données collectées par le SASS

Afin de compléter les séries chronologiques et les intégrer dans la base de données, les données anciennes utilisées dans le cadre des études antérieures ont été collectées et saisies dans la base de données. elles ont été ensuite soumises aux équipes des pays pour vérification et validation.

Ces données concernent essentiellement :

- les historiques d'exploitation antérieurs à 1982
- les séries piezométriques utilisées par les études ERESS, RAB, BRL, GEOMATH, ARMINES-ENIT
- les historiques de salinité non gérés par les BD des pays.

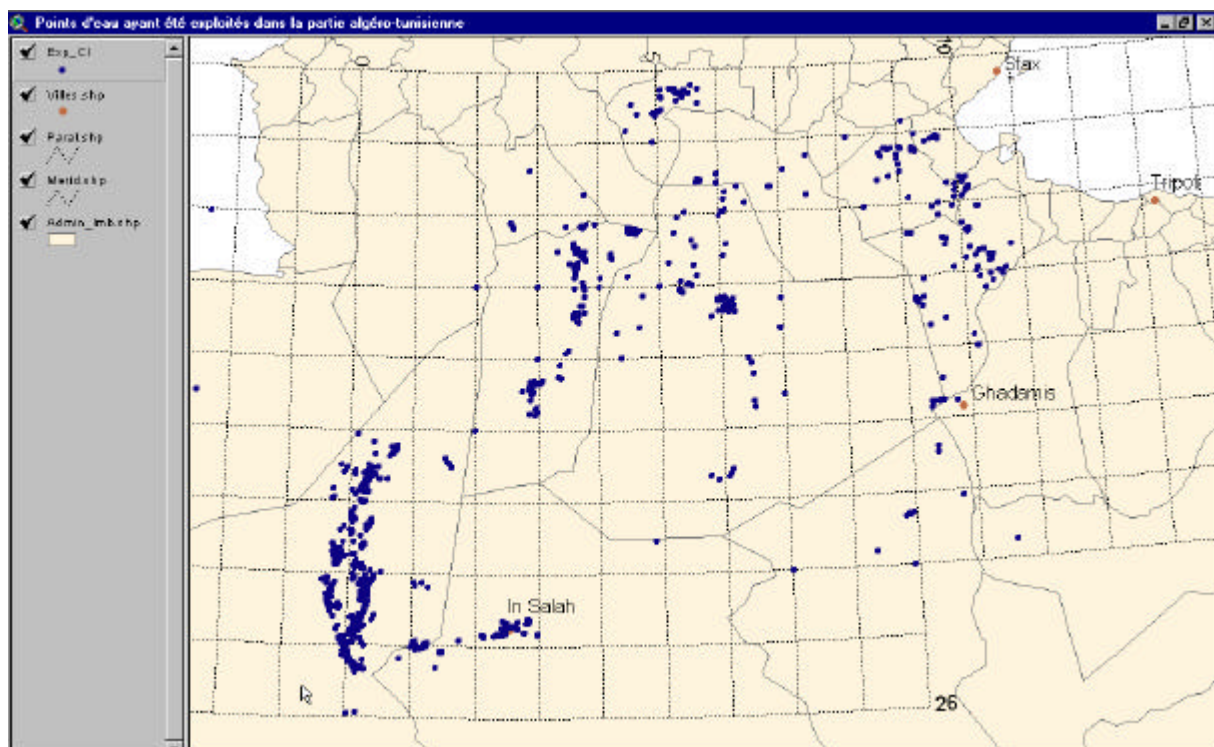
• Historiques des prélèvement

Pour les parties algérienne et tunisienne ces historiques (1950-1981) ont été en majorité reconstitués à partir des études réalisées dans la zone : ERESS, RAB, ARMINES/ENIT

Lorsque l'information par point d'eau n'est pas retrouvée (l'un des inconvénients des études anciennes est de tout ramener à la maille), un point d'eau fictif est créé avec comme coordonnées le centre de la maille.

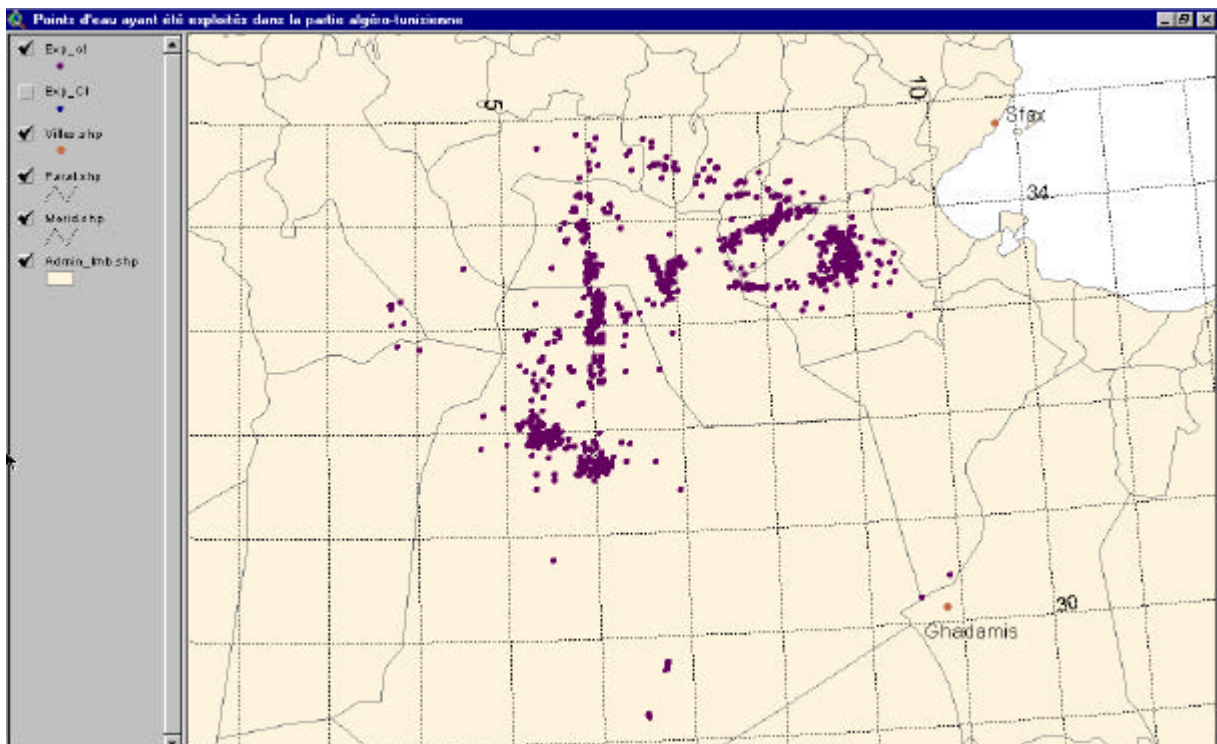
Répartition des points d'eau en exploitation (ou ayant été exploités) dans les parties algérienne et tunisienne :

Dans le CI



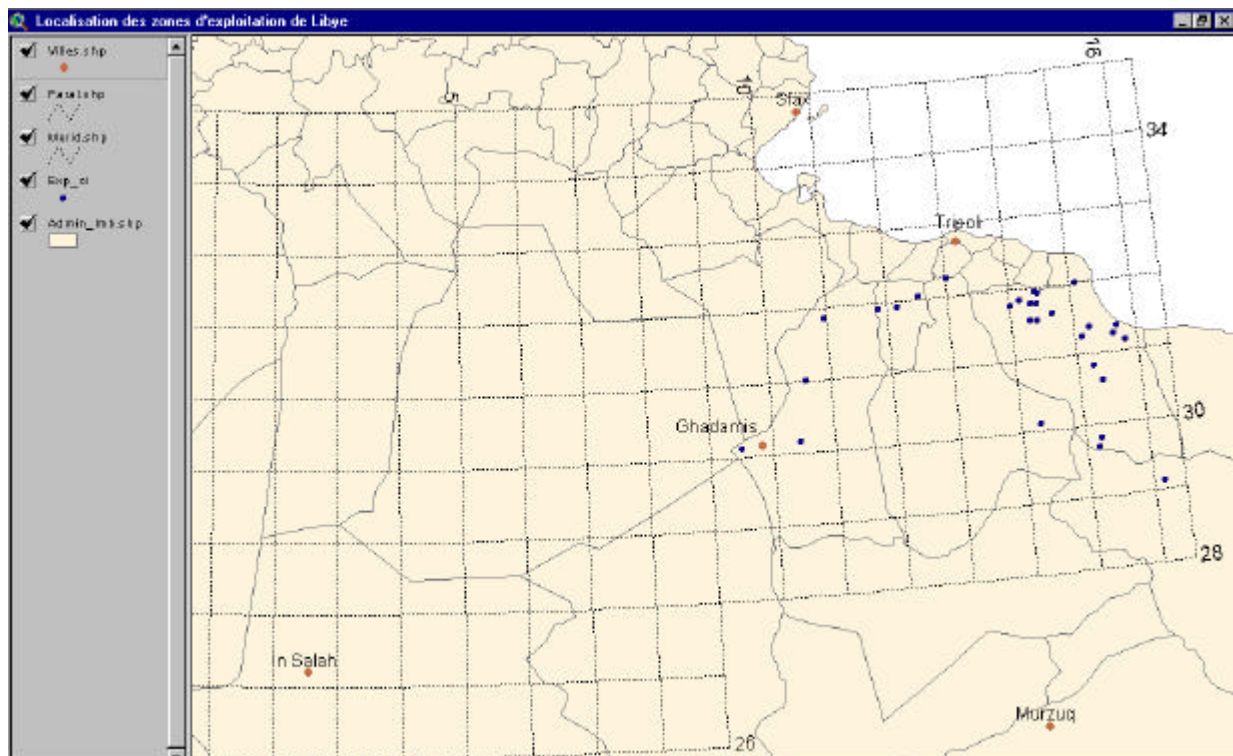
Il faut souligner que les foggaras sont également représentées par groupes (170 au total situées dans la région d'Adrar).

Et dans le CT

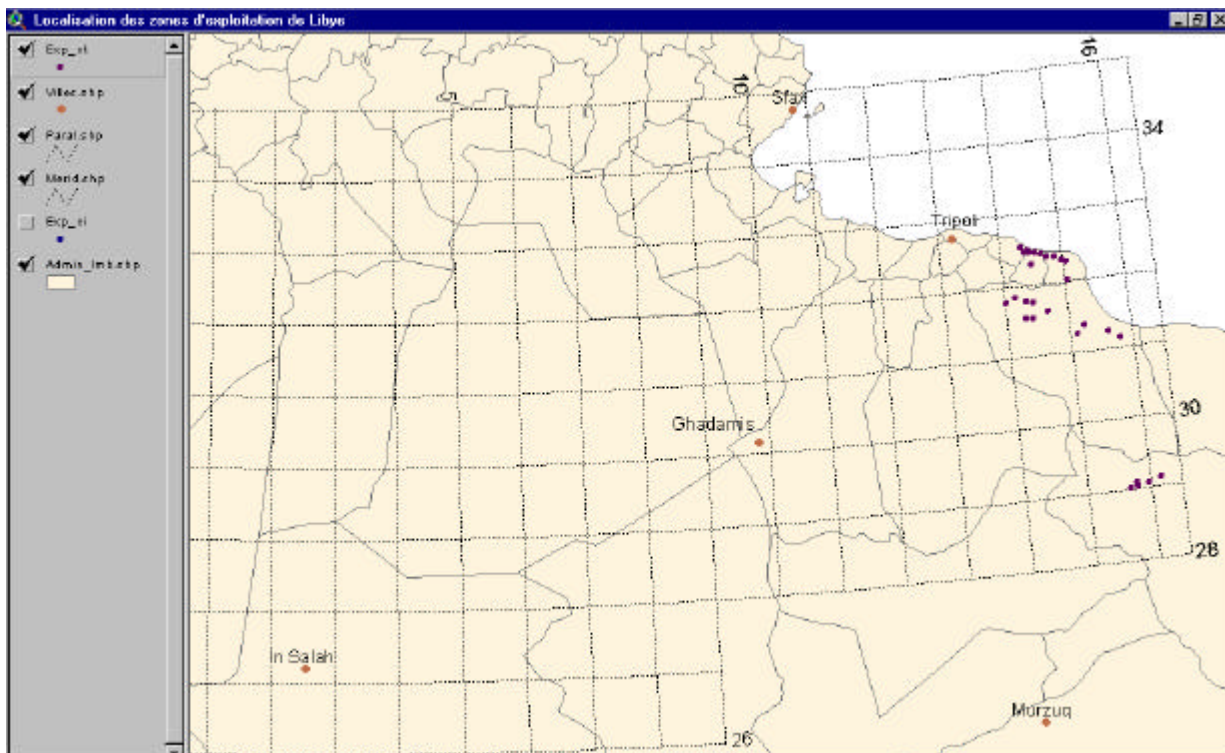


Dans la partie libyenne, les prélèvements sont fournis par zone de prélèvement au nombre de 37. Ces centres ont été inventoriés et localisés à l'aide de GPS. Les cartes suivantes montrent leur répartition spatiale :

Dans le CI



Et dans le CT



• Historiques piezométriques

Comme pour les prélèvements, toutes les sources connues ont été exploitées pour élaborer les historiques de niveaux. Les séries suivantes ont été saisis par l'équipe du SASS :

- 1950-1981 pour les parties algérienne et tunisienne
- la totalité des historiques pour la partie libyenne

le tableau suivant montre la répartition temporelle des mesures piezométriques collectées pour chacun des deux aquifères principaux :

Aquifère	1950	1960	1970	1981	1990	2000
CI	04	13	77	20	56	202
CT	19	60	219	87	146	66

La DGRE et la GWA effectuent un suivi régulier des niveaux par le biais d'un réseau. Ce qui n'est pas le cas de l'ANRH qui recueille ces informations au moment des inventaires ou à l'occasion d'études.

• Historiques de salinité

Les fichiers fournis par les pays comportent quelques valeurs de résidu sec. Celles-ci ont été transférées par programme dans la base de données.

D'autres informations ont été extraites des divers documents et rapports d'études et saisies par l'équipe du SASS.

Le tableau suivant synthétise l'évolution du nombre d'observations de Résidu sec par période :

Période Aquifère	Avant 1972	Entre 1972 et 1981	Entre 1982 et 1990	Après 1990
CI	165	256	262	73
CT	803	1853	803	347

3.3 Origines des données

- Prélèvements

Pays	Origine des données	Nombre de mesures	Mode d'entrée dans la BD
Algérie	ERESS	120	Saisie par le SASS
	RAB	298	Idem
	Inventaires ANRH	2490	Transfert par programme
	Inventaires Foggaras	176	Idem
Libye	SASS	36	Saisie par le SASS
Tunisie	ERESS	290	Saisie par le SASS
	RAB	280	Idem
	Réseau DGRE	964	Transfert par programme

- Piezométrie

Pays	Origine des données	Nombre de mesures	Mode d'entrée dans la BD
Algérie	ERESS	131	Saisie par le SASS
	RAB	30	Idem
	Fichiers ANRH	2050	Transfert par programme
	BRL 98	22	Saisie par le SASS
Libye	ERESS	1	Saisie par le SASS
	GEOMATH	119	Idem
	BRL	45	Idem
	GWA	26	Transfert automatique
Tunisie	ERESS	4	Saisie par le SASS
	RAB	5	Idem
	ARMINES / ENIT	131	Idem
	Réseau DGRE	265	Transfert par programme
	Rapport inédit DGRE	232	Saisie par le SASS

3.4 Synthèse des données recueillies dans le cadre du projet

Après divers allers – retours entre le SASS et les trois administrations pour corrections et comblement des lacunes, le niveau maximum de fiabilité des données a été atteint. Toutes les possibilités ont en effet été exploitées pour ce faire :

- outils de vérification et de détection d'anomalies
- corrections manuelles
- recoupement entre divers type de données
- déplacements des équipes nationales vers les structures régionales pour valider certaines informations.

Répartition par pays et par aquifère

Pays	Aquifère	CI	CT	Total
Algérie		2530	3979	6509
Libye		526	472	998
Tunisie		221	957	1178
	Total	3277	5408	8685

Nombre de points d'eau par type

Type points	Aquifère	CI	CT	GS	Total
Forage		2034	4463	15	6512
Forages artésiens		335	469	26	830
Grp_exploitation		22	29		51
Forage Pétrolier		37	174		211
Géologie (coupes)					238
Piezometre		8	3		11
Puits		3	129		132
Foggara		701	0		701
Source		3	0	07	10
					8696

Nombre de points avec caractéristiques hydrodynamiques

Pays	Aquifère	Débit essai	Niveau statique	Rabattement
Algérie	CI	583	732	43
	CT	1316	1506	474
Libye	CI	132	242	106
	CT	0	76	63
Tunisie	CI	18	6	17
	CT	205	155	197

Nombre de points d'eau avec historiques (exploitation, piézométrie et salinité)

Pays	Exploitation		Piézométrie		Salinité	
	CI	CT	CI	CT	CI	CT
Algérie	1148	1343	676	1469	256	835
Libye	29	29	187	205	129	108
Tunisie	127	759	98	366	82	510
Total	1304	2131	961	2040	467	1453

4 ANALYSE DES DONNEES ET LEUR VALIDATION

Le projet SASS a réuni une masse considérable d'informations issues de diverses sources. C'est la première fois que cette information est capitalisée pour qu'elle puisse servir dans le futur sans avoir à la collecter à travers des documents et fichiers disparates.

Mais la diversité des de ces sources entraîne fatalement des risques d'anomalies qu'il a fallu repérer :

- d'abord pour les besoins de l'étude, pour fournir au modèle une information la plus fiable possible en procédant à certaines corrections (comblement de lacunes, recoupements avec d'autres sources d'information...)
- ensuite pour les actualisations futures en préconisant un programme de contrôle minutieux de la part des administrations concernées, à l'aide des outils et méthodes élaborés durant le projet SASS

Une bonne partie des données et plus particulièrement les historiques de prélèvement et de piézométrie ont fait l'objet d'une analyse et d'un contrôle de validité.

Cette analyse a touché plusieurs aspects :

- problèmes de localisation des points d'eau
- erreurs dans les unités de mesure
- harmonie des séries chronologiques
- répartition spatiale des points disposant de mesures piézométriques ou d'historiques de prélèvement
- comblement de données manquantes.

Plusieurs étapes ont été nécessaires pour ce processus d'analyse, de correction et de validation.

4.1 Traitements préliminaires sur les données brutes

Ces traitements consistent en l'identification et la localisation la plus précise possible des points d'eau. La priorité a été accordée à ceux qui comportent un historique de prélèvement ou de piézométrie.

• Traitements sur les coordonnées

Un travail important de mise en forme, de correction et de transformation a été réalisé pour permettre une représentation des points d'eau sur un même système de projection. Les erreurs généralement constatées sont dues au fait que les renseignements sur les coordonnées n'ont jamais été traités à l'aide de SIG. Ce qui a eu pour effet :

- l'absence de renseignements concernant le système de projection, les unités (grades ou degrés), le fuseau UTM, ...
- la mauvaise transcription des valeurs qui ne sont pas vérifiées (puisque souvent non utilisées).

Les structures des trois BD nationales ont été améliorées pour prendre en charge ces questions.

Le tableau suivant montre les problèmes rencontrés dans ce domaine :

Pays	Problèmes et erreurs constatés	Traitements réalisés
Algérie	<ul style="list-style-type: none"> - absence d'indication des unités (Grades ou degrés) - Absence d'indication sur la position par rapport au méridien de Greenwich - interversion des longitudes et latitudes - Absence totale de coordonnées - Non indication de la zone Lambert (Nord ou Sud) 	<ul style="list-style-type: none"> - Correction des anomalies par l'équipe ANRH. - Correction, mise en forme et transformation en degrés décimaux, puis en Lambert Sud - Reconstitution approximative par l'équipe ANRH en fonction d'autres paramètres (agglomération, commune, ...)
Libye	<ul style="list-style-type: none"> - non indication du type de coordonnées et du fuseau UTM - interversion des longitudes et latitudes - erreurs de positionnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Correction par la GWA - mise en forme et transformation en degrés décimaux, puis en Lambert Sud
Tunisie	<ul style="list-style-type: none"> - absence de précision sur l'origine et les unités (grades Paris ou degrés) - points sans coordonnées - erreurs de positionnement 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrections effectuées par l'équipe DGRE - Mise en forme et transformation en degrés décimaux, puis en Lambert Sud

• Identification unique des points d'eau

Dans une base de données, chaque enregistrement doit être identifié de façon unique par un numéro de classement : Souvent, cet identifiant est absent pour diverses raisons. Les lacunes constatées proviennent essentiellement des:

- données recueillies à partir des rapports d'études où ce numéro n'est pas spécifié (souvent c'est le nom, la région ou la maille qui sont utilisés)
- fichiers issus des inventaires ANRH
- fichiers provenant du réseau piezométrique libyen

Pour pouvoir les intégrer dans la base de données, il a fallu leur attribuer un numéro fictif si, après un contrôle manuel, on s'aperçoit de l'inexistence de ces points dans la BD. Cette situation peut conduire à une présence de doublons car les points ainsi intégrés sont peut être déjà identifiés auparavant. Nous avons tout de même préféré ce risque afin de disposer d'un maximum de données.

Un programme de contrôle systématique a été proposé aux équipes afin de disposer d'une base de données plus « propre »

- **Comblement des lacunes et homogénéisation**

Les données disponibles au sein des trois pays se présentent de façon différentes : certaines rubriques essentielles ne figurent pas toujours ou ne sont pas codifiées de la même manière.

Ces rubriques étant indispensables pour le projet ont été reconstituées pour certaines d'entre elles, ou complétées manuellement pour d'autres :

- type de points d'eau (forage, piezomètre, puits, foggara, groupe d'exploitation)
- aquifère capté (CI, CT, ...)
- entités spatiales (Wilaya, commune, région, zone de prélèvement, ..)
- dates des historiques

Pour la reconstitution des données spatiales, un utilitaire a été mis au point à l'aide du langage « *Avenue* » pour acquérir la valeur de l'attribut et mettre à jour automatiquement la base de données.

4.2 Analyse statistique des données

Des requêtes et tableaux croisés ont été élaborés en vue de procéder à des contrôles de vraisemblance, notamment pour les historiques de prélèvement, et de repérer les erreurs éventuelles. Les tableaux synthétiques par aquifère, par pays, unité administrative ont permis de vérifier la cohérence globale et le degré de fiabilité.

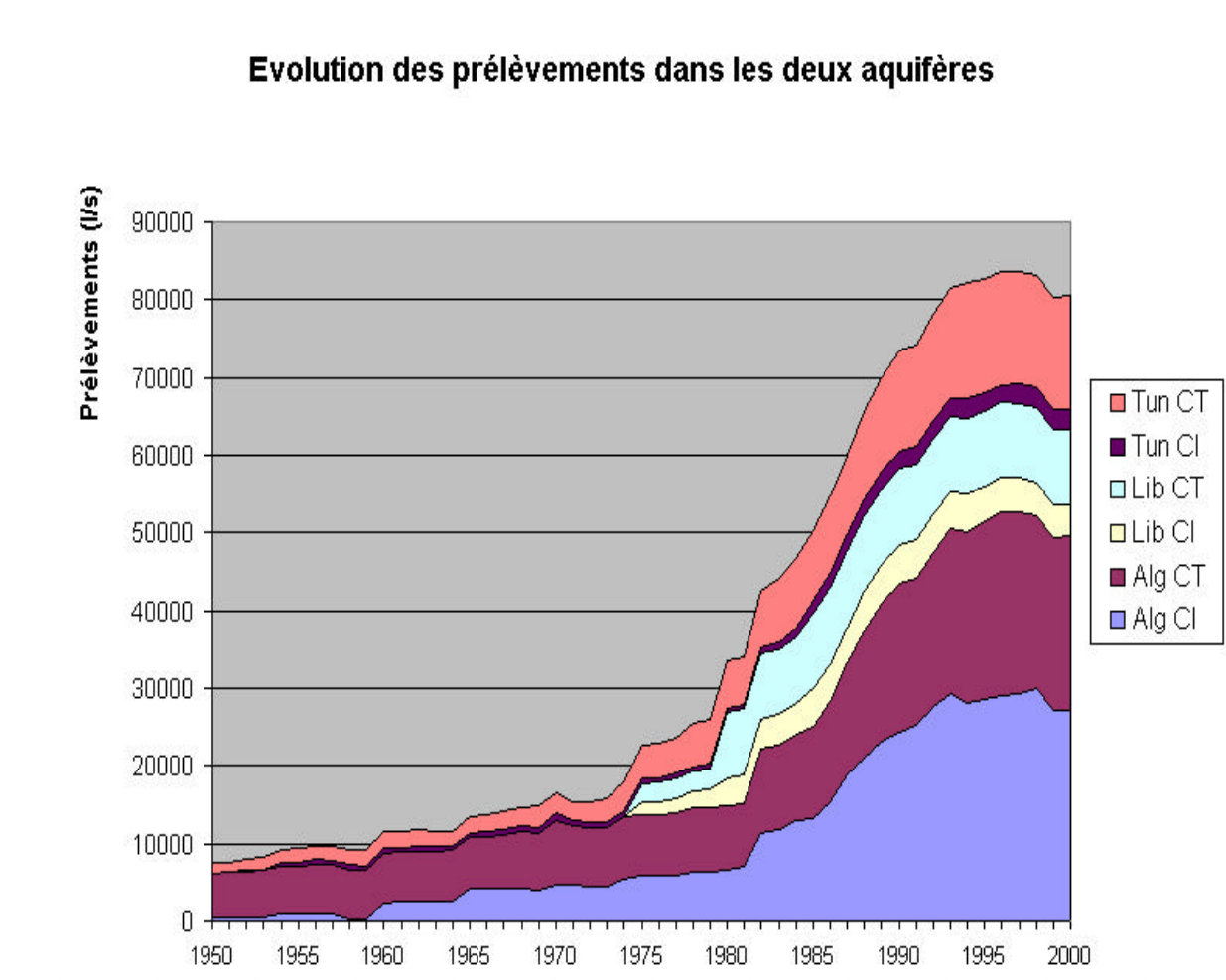
Ces tableaux ont été complétés par des représentations graphiques et cartographiques pour faciliter la détection des anomalies.

Evolution des prélèvements par unité administrative (en m3/s)

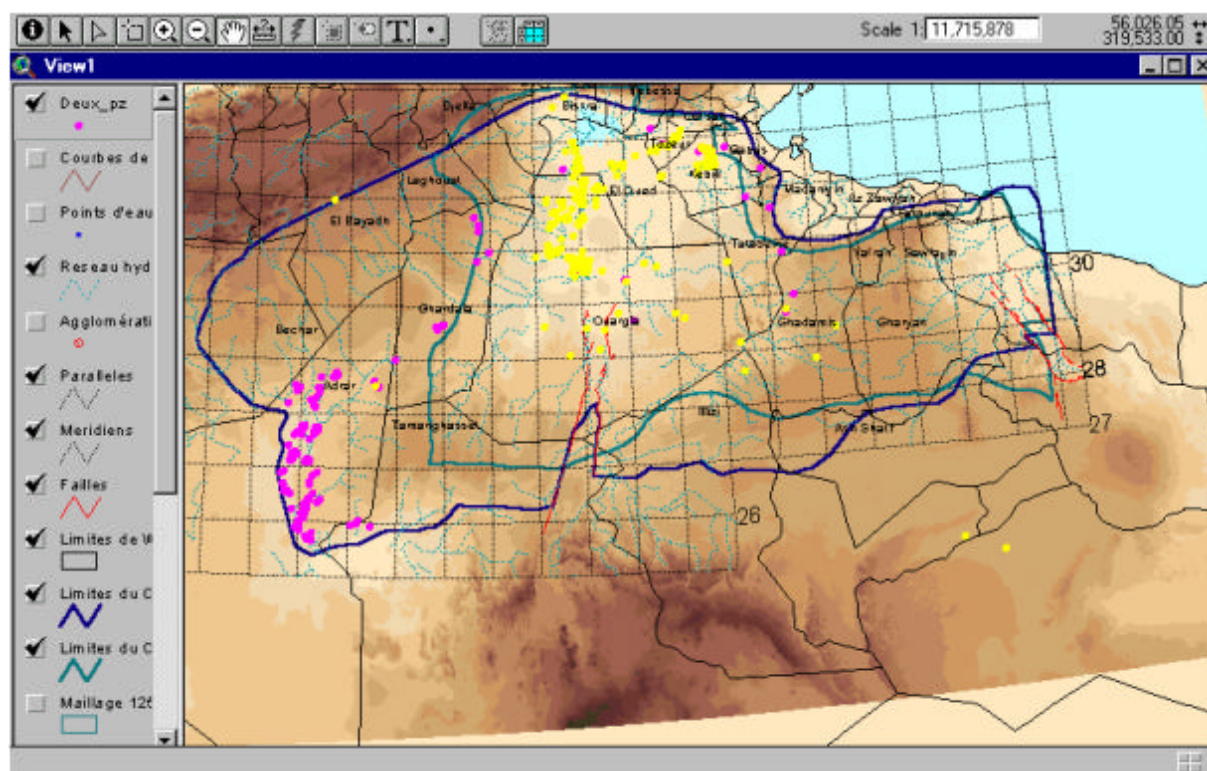
Aquifère	Pays	Wilaya	1950	1960	1970	1980	1990	2000
CI	Algérie	Adrar		0	0	0	163	200.5
		Biskra		3.2	3.2	14.7	51.3	51.3
		El Oued	5.5	6.8	13.9	21.8	71.7	71.7
		Ghardaia	4.9		27.2	39.4	144.2	252.8
		Illizi					22.9	32.5
		Ouargla		0.3	34.9	54.5	145.6	148
		Tamanghasset	5			0.1	84.8	100.4
	Libye	Al Jufrah					5	14
		Ghadamis			0.1	4.3	4.3	4.3
		Gharyan				1.6	1.6	0
		Misratah				0	20	6
		Sawfajjin				45	117.6	64.7
	Tunisie	Gabes		2.2	7.5	3.4	14.8	24.9
		Kebili		2.8	5.4	2.1	26.6	38
		Medenine					0.1	0.1
		Tataouine	0.1	1.6	14.2	12.2	8	9.1
		Tozeur					8.4	9.3
	Total CI		15.5	16.9	106.4	199.1	889.9	1027.6

CT	Algérie	Biskra	3.7	10.1	13.1	10.5		
		El Oued	94.9	95.7	135.2	127.9	201.6	294.2
		khenchela					9	9.6
		Ouargla	83.4	93.9	110.6	112.9	387.6	391.3
		Tebessa					8.1	7.2
	Libye	Al Jufrah	2	3	10	94	130	107.8
		Al Khums	0.5	0.5	1	12	13	14
		Misratah	28.9	24.7	16.9	58	55.9	57.4
		Sawfajjin				1	7	27
		Zlitan	2	3.1	4.6	6	21.2	26.2
	Tunisie	Gafsa					4.9	2.8
		Kebili	30.6	50.4	56.5	111.1	240.2	318.2
		Tataouine					1.4	1.5
		Tozeur	10.1	15.8	26.9	80	159.1	132.5
	Total CT		256.1	297.2	374.8	613.4	1239	1389.8
	Total général		271.6	314.1	481.2	812.5	2129	2417.4

Graphique d'évolution des prélèvements dans les deux aquifères principaux (I/s)



Carte des points d'eau disposant d'au moins 3 mesures de niveau (en jaune les points répondant au critère)



CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les informations collectées durant le projet ont permis pour la première fois un traitement uniforme sur l'ensemble du bassin transfrontalier. Le niveau de précision exigé pour cette première étape est peut-être suffisant pour ce qui concerne la représentation globale des systèmes aquifères, l'estimation des prélèvements au niveau des mailles du modèle et le comportement du niveau des nappes selon divers scénarios d'exploitation.

Mais ce degré de fiabilité devient insuffisant si on veut affiner les connaissances dans certaines zones et parvenir à une meilleure précision. Il faudrait pour cela des modes de collecte basés sur un réseau de mesure qui reste à définir, des procédures claires et uniformisées de recueil et de traitement et un dispositif organisationnel adéquat d'actualisation régulière du système d'information.

Mais, le plus urgent consiste «nettoyer» la BD actuelle pour se rapprocher un peu plus de la situation réelle. Cette opération qui devra impliquer essentiellement les équipes des pays va consister en les tâches suivantes :

- recherche et identification des doublons éventuels engendrés par la multiplication des sources de données
- vérification minutieuse des coordonnées
- comblement des lacunes qui n'a pu être réalisé pour tous les champs
- vérification des historiques constitués dans le cadre du projet.
- Saisie des données sur les usages et affectation précise du groupe d'exploitation aux points d'eau.

Sur le plan du SIG, il y a lieu de réaliser une cartographie numérique plus précise des zones présentant un intérêt hydrogéologique particulier : fond topographique à grande échelle, MNT plus précis, limites des zones agricoles et des extensions envisagées, ...

Les tâches à mener par pays sont récapitulées dans le tableau ci-après :

Pays	Tâches
Algérie	<ul style="list-style-type: none"> - Vérification des données d'inventaire, affectation d'un numéro d'identification et élimination des doublons - Saisie des informations manquantes : coordonnées, profondeur, formation captée, altitude, dates de réalisation et d'arrêt, état, , ... - Confrontation des historiques de prélèvement avec les informations disponibles au niveau des usagers - Constitution de la table des groupes d'exploitation et le rattacher aux points d'eau - Vérification des informations concernant la géologie - Délimitation précise des zones d'exploitation et leur cartographie
Libye	<ul style="list-style-type: none"> - confrontation les données saisies au niveau du SASS avec les forages existants réellement, élimination des doublons et affectation d'identifiants - constitution d'historiques de prélèvement par forage - Constitution de la table des groupes d'exploitation et le rattacher aux points d'eau - Vérification des informations concernant la géologie - Délimitation précise des zones d'exploitation et cartographie
Tunisie	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier les caractéristiques de points d'eau et compléter les informations manquantes - Constituer la table des groupes d'exploitation et le rattacher aux points d'eau - Vérifier les informations concernant la géologie - Délimiter avec précision les zones d'exploitation et les cartographier

Dans une première étape, il y a lieu de consolider les acquis du projet et de la dynamique qu'il a engendré par des actions suivantes :

- poursuivre les adaptations entamées sur les BD nationales et développer les outils de gestion au niveau local
- mettre en place un dispositif de transmission des données pour réaliser les actualisations et la mise à jour de la base de données commune

Dans une deuxième phase, il faudra s'attaquer au volet organisationnel pour permettre aux outils techniques de fonctionner convenablement :

- constituer une cellule de gestion et d'administration de la base de données et du SIG.
- Mettre au point des procédures et guides standardisés pour la collecte, le contrôle et la validation des données