

ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH



RAPPORT DE SOUS-MISSION A1

COLLECTE DES DONNEES ET ANALYSE DES ETUDES ANTERIEURES

VOLUME 1 DE 2 – RAPPORT PRINCIPAL

OCTOBRE 2006
N° 2 34 0074 R3

SOMMAIRE

RAPPORT (VOLUME 1 de 2)

1 ERE PARTIE – RAPPEL DES TERMES DE REFERENCES ET ORGANISATION	6
1. RAPPEL DES TDR ET DE L'APPROCHE METHODOLOGIQUE	6
1.1. TERMES DE REFERENCE DE LA MISSION A.....	6
1.2. METHODOLOGIE INITIALE ET RECADRAGE METHODOLOGIQUE.....	7
1.2.1. <i>Méthodologie initiale</i>	7
1.2.2. <i>Recadrage méthodologique</i>	7
2. ORGANISATION DU TRAVAIL ET STRUCTURATION DES MOYENS	9
2 EME PARTIE - ANALYSE DES ETUDES ANTERIEURES	10
3. ETUDE GENERALE DES AIRES D'IRRIGATION ET D'ASSAINISSEMENT AGRICOLE EN ALGERIE (SOGETHA – SOGREAH 1969)	10
4. ETUDE GENERALE DE LA PETITE ET MOYENNE HYDRAULIQUE AGRICOLE DE L'ALGERIE DU NORD (ENHYD/ENERGOPROJEKT 1991)	11
5. ETUDES DE PLANIFICATION DE L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU	13
5.1. PRESENTATION GENERALE DES ETUDES DISPONIBLES.....	13
5.2. REGIONS DE L'ALGEROIS & DU CONSTANTINOIS PNE 2005 PAR BCEOM.....	14
5.3. REGION HYDROGRAPHIQUE DE L'ORANIE-CHOTT CHERGUI PNE 2004 PAR GTZ.....	20
5.4. REGION HYDROGRAPHIQUE CHELIFF-ZAHREZ - PNE 93 PAR BETURE.....	24
5.5. REGION HYDROGRAPHIQUE DU SAHARA PAR BRL (PDGDRS).....	27
5.6. CONCLUSIONS SUR LES ETUDES DE PLANIFICATION DU SECTEUR DE L'IRRIGATION.....	31
3EME PARTIE - COLLECTE DES DONNEES ET SYNTHESE DES CONNAISSANCES	32
6. RESSOURCES EN EAU	32
6.1. RESSOURCES EN EAU DE SURFACE.....	32
6.1.1. <i>Eau de surface – Données extraites des études antérieures</i>	32
6.1.2. <i>Eau de surface – Données collectées auprès de l'ANRH</i>	35
6.1.3. <i>Ressources en eau de surface - Base de données et SIG</i>	37
6.1.4. <i>Mobilisation des eaux de surface - Base de données et SIG</i>	39
6.2. RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE.....	40
6.2.1. <i>Cadre géologique et hydrogéologique</i>	40
6.2.2. <i>Ressources en eau souterraine du domaine atlasique</i>	40
6.2.3. <i>Ressources en eau souterraine du domaine saharien</i>	45
6.2.4. <i>État d'exploitation des nappes du domaine atlasique</i>	53
6.2.5. <i>État d'exploitation des nappes du domaine saharien</i>	55
6.2.6. <i>Orientations et recommandations</i>	58
7. RESSOURCES EN SOLS	59
7.1. LA CLASSIFICATION DES TERRES IRRIGABLES (ANRH 2001).....	59
7.2. REPARTITION DES RESSOURCES EN SOLS.....	60
8. LES SYSTEMES D'IRRIGATION DE LA PMH	62
8.1. STATISTIQUES PMH - CONFRONTATION DES DONNEES.....	62

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

8.2.	CONDITIONS DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH	65
8.3.	SYSTEMES D'IRRIGATION DE LA PMH	65
8.3.1.	<i>Présentation des systèmes d'irrigation en Algérie</i>	65
8.3.2.	<i>Typologie des systèmes d'irrigation existants</i>	66
8.3.3.	<i>Exploitation des ressources en eau non conventionnelles</i>	73
8.3.4.	<i>Systèmes d'irrigation et consommation d'eau</i>	73
9.	SYSTEMES AGRAIRES ET SYSTEMES DE PRODUCTIONS DE LA PMH.....	76
9.1.	STATISTIQUES AGRICOLES ET LECTURES EVOLUTIVES DE LA PMH	76
9.1.1.	<i>Statistiques agricoles de base</i>	76
9.1.2.	<i>La Générale des Concessions Agricoles (G.C.A.)</i>	77
9.1.3.	<i>Situations mensuelles communales des spéculations végétales et animales</i> <i>(agrégation par Subdivision de l'Agriculture des Daïras)</i>	79
9.1.4.	<i>Etat des réalisations « Autres Projets » hors PMH par commune et par Subdivision</i> <i>de l'Agriculture des Daïras</i>	79
9.2.	REGIONS AGRICOLES ET SYSTEMES AGRAIRES DE PMH	80
9.2.1.	<i>Régions agricoles</i>	80
9.2.2.	<i>Systèmes agraires</i>	84
9.2.3.	<i>Superficies cultivées, productions et exploitations</i>	88
9.3.	STRUCTURES AGRAIRES ET FONCIERES	106
9.4.	SYSTEMES DE PRODUCTION AGRICOLE EN PMH	112
9.5.	SYSTEMES CULTURAUX, ITINERAIRES TECHNIQUES ET INDICATEURS DE PERFORMANCES.....	114
9.6.	ENVIRONNEMENT AMONT/AVAL - ORGANISATIONS DES FILIERES DE PRODUCTION EN IRRIGUE	117
9.6.1.	<i>Première approche de filières agricoles liées à la PMH</i>	117
9.6.2.	<i>Recherche-développement, formation et vulgarisation</i>	126
9.6.3.	<i>Stockage, conditionnement et transformation</i>	126
9.6.4.	<i>Commercialisation</i>	127
9.6.5.	<i>Crédit</i>	127
9.6.6.	<i>Organisations professionnelles</i>	127
10.	CADRE HUMAIN, JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL	128
10.1.	INTRODUCTION.....	128
10.2.	ACQUIS BIBLIOGRAPHIQUES DANS LE DOMAINE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES	129
10.3.	DEMOGRAPHIE ET IRRIGATION.....	129
10.4.	REPERES SOCIO-ECONOMIQUES ET IRRIGATION	134
10.5.	REPERES HISTORIQUES – SOCIETE HYDRAULIQUES & STRUCTURES SOCIALES	140
10.5.1.	<i>PMH antiques, tribales et arabo-andalouses</i>	140
10.5.2.	<i>Repères anthropologiques historiques</i>	143
10.6.	INSTITUTIONS ET ACTEURS.....	146
10.6.1.	<i>Départements ministériels clé et organismes sous tutelle</i>	146
10.6.2.	<i>Autres Départements Ministériels concernés</i>	147
10.6.3.	<i>Autres acteurs formels et informels concernés ou impliqués</i>	147
10.7.	CADRE JURIDIQUE DE LA PMH	147
10.7.1.	<i>Loi sur l'eau et droits d'eau</i>	147
10.7.2.	<i>Droit foncier et droit d'exploitation et de concession</i>	151
10.7.3.	<i>Droit associatif</i>	152
10.7.4.	<i>Droit de l'environnement</i>	152
10.7.5.	<i>Autres références juridiques</i>	153

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

10.8. CONNAISSANCES DE TERRAIN A COMPLETER - ELEMENTS DE SOCIOLOGIE ET DE PSYCHOSOCIOLOGIE : «IRRIGANTS», ETAT ET AUTRES ACTEURS.....	153
11. CARTOGRAPHIE, TELEDETECTION ET LECTURE DE L'OCCUPATION DU SOL	155
11.1. CARTOGRAPHIE DE L'ALGERIE	155
11.1.1. <i>Cartes topographiques : les produits INCT</i>	155
11.1.2. <i>Les cartes géologiques</i>	156
11.2. CONTRIBUTION DE LA TELEDETECTION A L'INVENTAIRE DE LA PMH	156
11.2.1. <i>Présentation de l'activité télédétection dans le cadre de l'étude</i>	156
11.2.2. <i>Utilisation des images satellitaires pour l'inventaire de la PMH</i>	157
11.3. UN NOUVEAU PRODUIT INTERESSANT : GOOGLE EARTH	159
11.4. LECTURE DE L'OCCUPATION DU SOL	159
12. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE ET BASE DE DONNEES.....	160
12.1. GENERALITES	160
12.1.1. <i>Intégration du Système d'Information Géographique dans le cadre de l'étude</i>	160
12.1.2. <i>Test du système d'information proposé</i>	161
12.1.3. <i>Rappel succinct de quelques notions de base en matière de SIG et BdD</i>	161
12.2. BUTS ET UTILISATION DU SYSTEME D'INFORMATION	164
12.2.1. <i>But du système d'information</i>	164
12.2.2. <i>Utilisation du système</i>	166
12.2.3. <i>Matériels et logiciels</i>	166
12.3. CONCEPTION DU SIG	167
12.3.1. <i>Classification du contenu du SIG</i>	167
12.3.2. <i>Le modèle conceptuel des données</i>	169
12.3.3. <i>Codage des données et des couches d'information</i>	170
12.3.4. <i>Système de projection géographique adopté</i>	170
12.4. COLLECTE ET INTEGRATION DES DONNEES DANS LE SYSTEME.....	171
12.4.1. <i>Sources et disponibilité des données</i>	171
12.4.2. <i>Intégration des données issues de la télédétection</i>	172
12.5. PREMIERES UTILISATION DU SIG	172
4 EME PARTIE - PREMIERE EVALUATION DE LA POLITIQUE DE LA PMH	174
13. CADRAGE HISTORIQUE	174
13.1. PMH TRIBALE ET PMH COLONIALE.....	174
13.2. POLITIQUE D'IRRIGATION ET PMH COLONIALES	174
13.2.1. <i>La grande hydraulique et la politique des grands barrages</i>	174
13.2.2. <i>La Petite et Moyenne Hydraulique</i>	178
13.2.3. <i>Le Sahara</i>	180
13.2.4. <i>Conclusion</i>	181
13.3. LA POLITIQUE HYDRO-AGRICOLE DE L'ALGERIE INDEPENDANTE	182
13.3.1. <i>Les hésitations de la planification socialiste (1962-1980)</i>	182
13.3.2. <i>Nouvelle politique et impasse hydro-agricole des années 80-90</i>	184
13.4. LES NOUVELLES ORIENTATIONS DES ANNEES 2000	186
14. EVALUATION DE LA POLITIQUE DE LA PMH PAR COMPOSANTE	187
14.1. EN MATIERE DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU	187
14.1.1. <i>Gestion macroscopique</i>	187

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

14.1.2.	<i>Gestion des eaux de surface pour les GPI</i>	190
14.1.3.	<i>Gestion des eaux pour la PMH</i>	191
14.2.	EN MATIERE DE CHOIX TECHNIQUES ET DE POLITIQUE TECHNOLOGIQUE.....	193
14.3.	EN MATIERE D'ORIENTATION DES PRODUCTIONS ET D'ECONOMIE AGRICOLE	195
14.4.	EN MATIERE DE POLITIQUE SOCIALE ET DE DEVELOPPEMENT PARTICIPATIF ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE.....	197
14.5.	EN MATIERE DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE	198
14.6.	EN MATIERE DE POLITIQUE MACRO-ECONOMIQUE, DE SUBVENTIONS ET D'INVESTISSEMENTS .	200
14.6.1.	<i>Importance de l'irrigation dans la politique d'investissement de l'Etat</i>	200
14.6.2.	<i>La politique d'investissement de l'Etat dans la PMH</i>	202
14.7.	EN MATIERE D'ORGANISATION INSTITUTIONNELLE ET DE GESTION.....	207
14.7.1.	<i>En matière de gestion des aménagements de PMH par la concession</i>	207
14.7.2.	<i>Gestion technico-administrative</i>	209
14.8.	EN MATIERE D'INSTRUMENTS DE MISE EN ŒUVRE	210
14.8.1.	<i>Planification, programmation, suivi-évaluation</i>	210
14.8.2.	<i>Maîtrise d'Ouvrage, Maîtrise d'œuvre et ingénierie, réalisation</i>	214
14.8.3.	<i>Recherche-développement, formation et vulgarisation</i>	215
14.8.4.	<i>Contrôle et police des eaux</i>	217
14.8.5.	<i>Organisations professionnelles et gestion participative</i>	218
14.9.	EN GUISE DE CONCLUSION PROVISOIRE	219
5 EME PARTIE - TESTS D'INVENTAIRE (ANTICIPATION SUR MISSION A2)		221
15. PRINCIPES ET JUSTIFICATION DES TESTS D'INVENTAIRE.....		221
15.1.	RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS DE L'INVENTAIRE	221
15.2.	PRINCIPE ET JUSTIFICATION DES TESTS D'INVENTAIRE	221
15.3.	PROPOSITION DE CHOIX DE WILAYAS POUR LES TESTS D'INVENTAIRE	222
15.4.	EBAUCHE D'ORGANISATION POUR LES TESTS D'INVENTAIRE	224
15.4.1.	<i>Préambule</i>	224
15.4.2.	<i>Wilaya de Tlemcen – Contexte local</i>	224
15.4.3.	<i>Contenu des tests d'inventaire</i>	225
15.4.4.	<i>Méthodologie par composante des tests d'inventaire</i>	228
15.4.5.	<i>Equipe et moyens des tests d'inventaire</i>	228
15.4.6.	<i>Préalables en vue du lancement des tests d'inventaire</i>	229
6 EME PARTIE – SEMINAIRE ATELIER DE RESTITUTION / REFLEXION DE PHASE A1.....		231
16. LE SEMINAIRE ATELIER.....		231
16.1.	OBJECTIFS.....	231
16.2.	DEMARCHE PROPOSEE :	231
16.3.	METHODOLOGIE POUR LA CONDUITE DES ATELIERS	233

ANNEXES :

ANNEXE 1 – ORGANIGRAMME DE L'ÉTUDE
ANNEXE 2 – ACQUIS BIBLIOGRAPHIQUES
ANNEXE 3 – SERIES B 2000-2005
ANNEXE 4 – RÉGIONS AGRICOLES
ANNEXE 5 – SYTEMES AGRAIRES
ANNEXE 6 – AGRICULTURE SAHARIENNES
ANNEXE 7 – REPÈRES SOCIO-ÉCONOMIQUES ET IRRIGATION
ANNEXE 8 – CONSISTANCE DES CONNAISSANCES DE TERRAIN A COMPLETER :
SOCIOLOGIE ET DE PSYCHOSOCIOLOGIE DES « IRRIGANTS » - ETAT - AUTRES
ACTEURS
ANNEXE 9 – BREF APERÇU DE L'ÉVOLUTION HISTORIQUE DES TECHNIQUES
HYDRAULIQUES DANS LE TOUAT-GOURARA-TIDIKELT

PLANS (VOLUME 2 de 2)

Agronomie :

AG1 -Assolements irrigués par régions agricoles
AG2 - Statut foncier par régions agricoles
AG3 - Equipement irrigation par régions agricoles
AG4 - Evolutions des superficies irriguées entre 2000 et 2005 par Wilaya (2 feuilles)
AG5 – Exploitations irriguées par régions agricoles

Démographie :

DE1 – Population et surface irriguée par Wilaya (2 feuilles)
DE2 – Population totale et nombre de ménages par exploitation par Wilaya (2 feuilles)

Ressources en eau :

RE1 – Localisation des postes pluviométriques
RE2 – Evapotranspirations potentielles moyennes annuelles de l'Algérie du Nord
RE3 – Principaux aquifères du Nord de l'Algérie
RE4 – Principaux aquifères du domaine saharien de l'Algérie
RE4 – Principaux aquifères et géologie de l'Algérie

1 ERE PARTIE – RAPPEL DES TERMES DE REFERENCES ET ORGANISATION

1. RAPPEL DES TDR ET DE L'APPROCHE METHODOLOGIQUE

1.1. Termes de référence de la mission A

Conformément aux termes de référence, l'étude a pour objet :

- L'élaboration d'un inventaire des superficies irriguées à partir d'ouvrages de PMH;
- La définition d'une politique de développement de la PMH avec définition d'un programme prioritaire ;
- L'étude de schémas d'aménagement types concernant les projets de PMH.

Ce qui correspond aux missions suivantes :

- Mission A : Inventaire des superficies irriguées
- Mission B : Définition d'une politique de développement de la PMH.
- Mission C : Etude de schémas d'aménagement types.

La zone d'étude couvre l'ensemble du territoire national et les aménagements de PMH à prendre en compte concernant toutes les aires d'irrigation dont la superficie est inférieure à 1000 ha et qui sont situées en dehors des grands périmètres d'irrigation.

La mission A se décompose en quatre sous-missions dont la première est la Sous-mission A1 – Collectes des données et analyse des études antérieures.

Les termes de référence pour la sous-mission A1 sont les suivants :

« Le chargé d'études collectera et analysera toutes les données existantes, au niveau central et local, concernant les superficies irriguées en PMH ainsi que l'environnement socio-économique de ces aménagements.

L'objectif est de rassembler, d'analyser et de synthétiser l'ensemble des données de base concernant notamment les ressources en eau et en sol, les aménagements de PMH existants, la production agricole, les aspects socio-économiques et les modes et structures de gestion des différentes aires d'irrigation. Le chargé d'études fera une analyse critique de toutes les études antérieures se rapportant à la PMH. Le chargé d'études produira une synthèse sur l'état actuel des connaissances en matière de PMH. Il établira un diagnostic de la situation actuelle et donnera son avis sur l'évolution de la politique de développement de la PMH ».

Ce rapport est le rapport produit dans le cadre de l'exécution de cette sous-mission A1.

Les autres sous-missions de la mission A sont les suivantes :

- A2 – Définition d'une méthodologie d'inventaire
- A3 – Réalisation de l'inventaire
- A4 – Evaluation de l'impact de la PMH

1.2. Méthodologie initiale et recadrage méthodologique

1.2.1. Méthodologie initiale

La méthodologie initiale pour la sous-mission A1 prévoit le recensement et l'archivage dans la « Data Room » du projet de l'ensemble des études antérieures qui ont contribué à la structuration de la PMH en Algérie et qui doivent éventuellement être utilisées pour alimenter les bases de données à constituer.

Elle concerne également les documents de base utiles pour la constitution d'un SIG et les opérations d'inventaire.

Trois étapes sont prévues :

- Un parcours rapide des documents pour sélectionner les documents susceptibles de contribuer véritablement au travail d'analyse et de synthèse.
- La présentation du contenu des documents les plus importants eu égard à leur contribution à la réflexion générale sur la PMH.
- L'identification des lacunes ou des insuffisances de ces documents.

C'est à ce stade que des données brutes doivent être traitées pour apporter un premier éclairage sur certains thèmes mal étudiés jusqu'ici. Les points restant obscurs, et sur lesquels des données complémentaires sont nécessaires doivent être listés.

Dans le chronogramme des tâches de la méthodologie initiale, la collecte, l'analyse et la synthèse des données existantes et les sous-missions A2, A3 et A4 sont présentées comme devant être exécutées successivement, d'une manière linéaire. Ce point a fait l'objet de discussions au cours des réunions de démarrage de l'étude et un recadrage méthodologique a dû être effectué au cours des premiers mois de l'étude.

1.2.2. Recadrage méthodologique

Sur la base des réunions de lancement de l'étude du 20 février 2006 et du 4 avril 2006 et dans le déroulement des 6 premiers mois de l'étude, le Consultant a procédé à un recadrage méthodologique qui a porté sur les points suivants :

Planning de l'étude

Il a été convenu avec la DHA que quel que soit le résultat de l'approfondissement de la méthode de travail, les délais globaux de réalisation de l'étude (33 mois) seront maintenus, en prenant pour point de départ la date de l'ordre de service du 15 mars 2006. Il a été admis que le planning détaillé pourra comporter des réajustements des délais intermédiaires des phases et sous phases, qui pourront se recouvrir.

Il a été en effet reconnu que le planning des études présenté dans le contrat est un exercice linéaire qui ne tient pas compte du déroulement réel des différentes activités à exécuter.

ter, de l'interactivité et du caractère itératif de certaines des sous-missions et tâches clés de l'étude et de son inventaire. A ce titre les activités majeures suivantes ont été démarrées au cours de la sous-mission A1. Les résultats de ces activités sont présentés dans ce rapport A1 :

- La détermination de la structure du SIG et sa construction étaient prévus en mission A2 alors que le Consultant a démarré cette activité dès la mission A1.
- La définition de la méthodologie d'inventaire était prévue en sous-mission A2 alors qu'au cours de la sous-mission A1 le Consultant a produit une méthodologie préliminaire d'inventaire et proposé 3 wilayas pour conduire ce test avant sa mise au point définitive et sa mise en œuvre pour l'ensemble du pays. Cette notion d'inventaire « test » ne concernait que 2 communes dans la méthodologie initiale du Consultant.
- Le traitement des images satellitaires était prévu en mission A3 alors que le Consultant a considéré que dès la mission A1 il convenait d'arrêter le choix des images, et de préparer les documents pour effectuer les tests d'inventaire sur le terrain.

Séminaire de restitution/réflexion :

La DHA et le Consultant sont d'accord pour considérer le séminaire prévu au mois 3 du chronogramme des activités original comme un temps fort pour la restitution de l'avancement de l'activité A1 concernant la collecte des données et analyse des études antérieures.

Sur la question de la date, il a été convenu avec la DHA que le mois 3 n'était pas obligée pour ce séminaire, et que ce qui était important c'est qu'il ait lieu quand le bureau d'études serait prêt.

Ce séminaire de restitution/réflexion qui doit se dérouler les 5 et 6 novembre a été déplacé compte tenu du temps préalable nécessaire pour des visites des experts du Consultant au niveau de wilayas en vue d'une imprégnation de la diversité des situations et problématiques régionales et locales, et de la formulation d'une premières analyses thématiques en termes de régions agricoles et de systèmes agraires.

Visites de PMH dans les wilayas

En termes de temps, les visites de sites de PMH dans les wilayas ont représenté une activité significative sur l'agenda du Consultant. Elles ont été effectuées au cours de la sous-mission A1 de l'étude.

Les wilayas visitées sont réparties sur l'ensemble de l'Algérie. Elles ont été les suivantes : BISKRA, BATNA, ANNABA, DJELFA, ORAN, AIN TEMOUCHENT, TLEMCEN, MASCARA, M'SILA, SÉTIF, CONSTANTINE, TIZI OUZOU et BÉJAIA.

Les objectifs de ces visites préliminaires étaient les suivants :

- Identifier les acteurs du secteur de la PMH,
- Vérifier le niveau d'information de ces acteurs en ce qui concerne l'étude de la PMH,
- Tester les relations entre acteurs, leurs interactions, leur disponibilité,
- Identifier la nature des données existantes au niveau des wilayas,
- Visiter un certain nombre d'aménagements de type PMH,

- Rencontrer des irrigants sur le terrain.

Ces visites à travers plusieurs wilayas ont permis aux experts du Consultant de visualiser le terrain avec ses différentes régions, son agriculture et en particulier la PMH, de rencontrer les responsables des différents services (DHW, DSA, Chambres de l'agriculture, les agriculteurs etc...).

De plus elles ont aussi permis d'établir une première typologie du secteur avec l'identification d'une série de régions agricoles homogènes et de systèmes agraires. Une grande partie de la méthodologie d'inventaire et du travail à venir reposera sur ces typologies qui seront affinées au fur et à mesure de l'avancement de l'étude.

Finalement ces visites ont permis également de constater :

- L'importance du développement de la PMH depuis le lancement du PNDA en 2000 par le Ministère de l'agriculture,
- La dynamique créée par ce programme et l'apparition d'un néo-paysannat (présence de jeunes dans le cadre des concessions agricoles et APFA),

Elles ont permis de mieux comprendre les attentes de la DHA en ce qui concerne cette étude et les résultats attendus.

On trouvera dans le second rapport d'avancement trimestriel (n° 2 34 0074 R2 de septembre 2006) les enseignements tirés de ces visites.

2. ORGANISATION DU TRAVAIL ET STRUCTURATION DES MOYENS

Au cours de la mission A1 les experts clés suivants ont été mobilisés, soit en France soit en Algérie :

- M. BOLZE Maurice, Directeur de projet,
- M. BENBERNOU, Consultant, Assistant au Directeur de projet
- M. POTIN Christian, Consultant en sociologie, institutions et participation,
- M. BAK Henri, Consultant en pédologie et agronomie,
- M. SAUVAGERE Jean Pierre, Ingénieur aménagiste et spécialiste SIG,
- M. ODEYER Christian, Hydrologue,
- M. DILUCA Jérôme, Hydrogéologue,
- Mme CABAL Agnès, Spécialiste bases de données
- Melle THEVENOT Agnès, Ingénieur SIG
- M. COIRON Bertrand, Ingénieur traitement images satellitaires.

Les moyens nécessaires pour le travail en bureau à Alger ont été acquis et installés dans les bureaux de Sogreah Algérie : personnel d'appui aux ingénieurs ci-dessus, ordinateurs, traceur, véhicule etc.

L'organigramme de l'équipe de l'étude est présenté en Annexe 1 à ce rapport.

Par ailleurs, une bibliographie conséquente a pu être rassemblée. Ces acquis bibliographiques sont donnés en Annexe 2 à ce rapport.

2 EME PARTIE - ANALYSE DES ETUDES ANTERIEURES

3. ETUDE GENERALE DES AIRES D'IRRIGATION ET D'ASSAINISSEMENT AGRICOLE EN ALGERIE (SOGETHA – SOGREAH 1969)

Objectifs de l'étude :

Cette étude conduite par SOGETHA-SOGREAH en 1969 avait pour objectifs :

- D'estimer les potentialités en eau et en sols irrigables dans la partie non sahélienne de l'Algérie,
- De dresser un inventaire des aménagements existants en moyenne hydraulique (périmètres irrigués de plus de 50 ha),
- De définir, à partir d'unités de confrontation des potentialités avec l'exploitation existante des ressources en eau, les possibilités d'actions nouvelles,
- De proposer les études complémentaires requises pour préciser les possibilités d'actions nouvelles identifiées.

Globalement, le principal objectif de l'étude était de faire le point sur la situation hydro-agricole existante et les potentialités de développement du secteur en 1969 à partir de bilans portants sur les ressources en eau et les ressources en sols. Il s'agissait de proposer un outil dynamique susceptible de perfectionnement et de mise à jour régulière.

S'agissant d'un exercice portant uniquement sur l'utilisation des ressources naturelles, l'analyse et la prise en compte des aspects sociologiques et institutionnels du développement hydro-agricole ne faisaient pas partie des objectifs de l'étude.

Résultats de l'étude :

Le résultat de l'étude est la présentation de bilans par grands bassins versant, à l'intérieur de chaque bassin hydrographique, des ressources en eau disponibles, des ressources en sols disponibles et des nouvelles possibilités de mise en valeur hydro-agricole à partir de ces ressources encore disponibles.

Le format de présentation des résultats est le suivant :

- Un dossier de synthèse au niveau national,
- Dix dossiers régionaux comprenant chacun :
 - o Une note de synthèse,
 - o Des cartes au 1/200.000 présentant la situation existante en 1969, les aménagements existants et les nouvelles zones où une mise en valeur est possible,

- Des fiches descriptives par unité hydrologique, hydrogéologique, pédologique et par périmètre existant ou projeté.
- Un descriptif des compléments d'études complémentaires nécessaires en vue de programmer de nouveaux aménagements de mise en valeur hydroagricole.

Cette étude a fait référence dans les 35 dernières années, mais force est de constater que son intérêt est plutôt d'ordre historique dans la mesure où la situation de la PMH en 2006 est une situation tendue en ce qui concerne l'utilisation des ressources naturelles alors qu'en 1969 il y avait un potentiel certain pour l'expansion du secteur de la PMH.

En termes quantitatifs, le bilan 1969 est présenté par bassins versants. Pour l'ensemble des bassins étudiés, il peut se résumer comme suit :

Tableau 1 : Etude Sogetha-Sogreah 1969 – Bilans et perspectives

Zone de l'étude	Disponibilités en eau (hm ³)	Disponibilités en sols (ha)	Superficie irriguée (ha)		Possibilités nouvelles (ha)		
			Epannage	Autre	Création	Amélioration	Epannage
Nord de l'Algérie, partie non saharienne	1.600	870.000	130.000	175.000	210.000	15.000	45.000

4. ETUDE GENERALE DE LA PETITE ET MOYENNE HYDRAULIQUE AGRICOLE DE L'ALGERIE DU NORD (ENHYD/ENERGOPROJEKT 1991)

Cette étude est restée inachevée, cependant un certain nombre de résultats d'analyse ont pu être produits.

Un inventaire de la PMH

Un inventaire des périmètres de PMH avec une limite inférieure fixée à 10 ha, hors GPI, a été effectué. Cet inventaire a permis d'établir la situation du secteur en 1989 et la méthodologie utilisée comprenait :

- L'analyse des rapports et études antérieures :
- L'étude SOGETHA-SOGREAH de 1969,
- L'inventaire 1988 du Ministère de l'hydraulique, par entités administratives (wilayas, communes), recueilli sur support informatique.
- Des enquêtes effectuées par le consultant en 1989.
- Le traitement images satellitaires suivant le découpage administratif du pays, avec une restitution au 1/200.000

Il en résulte une série de tableaux avec les superficies de PMH par commune (avec leur code), les totaux par Wilaya, l'identification des terres en irrigation localisée, ainsi que des tableaux comparant les résultats des enquêtes 1989 aux résultats des inventaires antérieurs (Sogetha-Sogreah, MHF 1988).

Bien qu'on relève des incohérences entre les superficies données dans le rapport de Sogreah-Sogreah de 1969 et celles reprises par Energoproject, cette comparaison démontre une progression significative PMH entre 1969 et 1989 et met en évidence des déficits significatifs entre PMH inventoriées (irriguées) et PMH télédétektées.

Une analyse des ressources en eau souterraines

Une analyse des ressources en eau souterraines sur la base d'un découpage de la région nord de l'Algérie en unités hydrogéologiques a été effectuée. La méthodologie utilisée comprend l'utilisation des informations suivantes :

- Les cartes géologiques et hydrogéologiques 1/500.000; 1/200.000; 1/100.000 et 1/50.000 au nord de la latitude 34°,
- Des cartes lithologiques dressées en 1992-1993
- Des thèses et études régionales
- Les fichiers des forages de l'ANRH 1900-1989, mis à jour à partir des données des DHW.

Ces données ont été jugées insuffisantes en ce qui concerne les données sur les niveaux piézométriques, les débits prélevés, les variations dans le temps.

Des unités hydrogéologiques ont été définies. Elle coïncidant souvent avec des bassins hydrographiques. Chaque unité a fait l'objet d'une fiche de caractérisation : dénomination, localisation, unités hydrologiques concernées, géologie, travaux effectués, exutoires, description formation aquifères, bilan, qualité, références bibliographiques.

Des calculs de bilan de nappes :

Des calculs de bilan de nappes ont été effectués sur la base méthodologique suivante :

- Les infiltrations ont été calculées suivant la méthode FAO pour la Tunisie, sur la base de 5 classes de perméabilité définies en fonction de caractéristiques lithologiques et en utilisant les pluies annuelles moyennes 1947-1987 tirées des cartes de précipitation au 1/200.000. En fonction des degrés de perméabilités, les estimations des infiltrations varient entre 3% des précipitations pour les dépôts quaternaires et 20% dans les calcaires fissurés.
- Pour le calcul des potentialités réelles des nappes, il a été tenu compte d'un coefficient d'abattement qui intègre divers facteurs limitants pour l'exploitation de ces nappes. Les ratios globaux donnent des potentialités réelles de 60 à 70% des potentialités totales calculées.
- En tenant compte du calcul des ressources mobilisées à partir de l'inventaire des utilisateurs, il résulte que seules 3 unités présentent une situation de déficit (secteur 2) : Mitidja, bas Cheliff, haute et moyenne Mina.

On remarquera que l'estimation des potentialités réelles est largement arbitraire et que les résultats optimistes des bilans contredisent la réalité rencontrée sur le terrain au cours des enquêtes effectuées (nombreux puits et forages abandonnés par manque d'eau).

Une analyse hydrologique :

La méthode utilisée s'appuie sur l'« Etude méthodologique sur l'hydrologie des retenues collinaires et mise au point d'outils de calculs pratiques à l'usage des directions de l'hydraulique des wilayas » Sogreah, 1989.

Les données de base ont été les précipitations de la période 1947-1987, les cartes isohyètes correspondantes, les données des stations hydrométriques, les apports annuels aux stations, les données hydrogéologiques.

Un modèle spacio-temporel régional des écoulements de surface a été utilisé qui a permis la reconstitution des écoulements naturels.

5. ETUDES DE PLANIFICATION DE L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU

5.1. Présentation générale des études disponibles

L'ensemble de l'Algérie a été découpé en 5 régions hydrographiques qui ont fait l'objet d'études de planifications au cours de la dernière décennie. Ce découpage en régions est le suivant :

- Région " Oranie-Chott Chergui "
- Région " Cheliff-Zahrez "
- Région " Constantinois-Seybouse-Mellegue."
- Région " Algérois-Hodna-Soummam"
- Région " Sahara "

Un plan National de l'Eau (PNE 93) a été exécuté entre les années 1993 et 1997 par le groupement BETURE-CARL BRO-CES Salzgitter. Il concerne uniquement les quatre régions nord de l'Algérie, hors Sahara.

Il propose un certain nombre de schémas d'aménagement. Les orientations stratégiques résultent d'un exercice de confrontation et de mise en adéquation des ressources et des besoins. Ces schémas d'aménagement n'ont pas fait l'objet d'une validation en bonne et due forme.

Des études ultérieures ont été lancées par région, pour la mise à jour de ce PNE 93. Elles comprennent :

- L'étude d'actualisation et de finalisation du Plan National de l'Eau concernant les régions hydrographiques Centre (Algérois) et Est (Constantinois), par le groupement BCEOM, SOGREAH et BG, complété en 2005, (désignée ci-après par PNE 2005),
- L'étude du plan régional de l'eau concernant la région hydrographique de l'Oranie-Chott Chergui par la coopération allemande, GTZ et AHT GROUP AG, complété en 2004, (désignée ci-après par PNE 2004)

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Pour la région hydrographique Cheliff-Zahrez, la mise à jour du PNE est prévue par la GTZ. L'étude du plan d'aménagement des ressources en eau à l'horizon 2020, le PNE 93, est le plus récent document disponible à la date de ce rapport.

En ce qui concerne la région saharienne, l'étude faisant référence est l'étude du Plan Directeur Général de Développement des Régions Sahariennes (PDGDRS) par BRL et le BNEDER, complété en 1999.

5.2. Régions de l'Algérois & du Constantinois PNE 2005 par BCEOM

Le PNE 2005 concernant les régions hydrographiques Centre (Algérois) et Est (Constantinois) est une révision du PNE 93. Il comprend une évaluation de la situation du secteur de l'agriculture irriguée en 2002 ainsi qu'un bilan général ressources en eau / besoins en eau. Ces éléments sont rappelés ci-après.

Données de base sur le secteur de l'agriculture irriguée

Dans le PNE 2005 les superficies retenues pour la PMH résulteraient des statistiques par wilaya tenues par la DHA. Elles sont rappelées dans le tableau ci-après :

Tableau 2 : Algérois et Constantinois – PMH 2002 (PNE 2005)

Wilaya (Algérois)	Superficies irriguées (ha)	Wilaya (Constantinois)	Superficies irriguées (ha)
Tipaza (49%)	8 015	Jijel	6 140
Blida	22 140	Skikda	3 110
Alger	12 550	Annaba	1 890
Boumerdes	7 350	El Tarf	8 250
Bouira	2 980	Constantine	2 560
Tizi Ouzou	5 400	Guelma	6 325
B.B.Arreridj	3 740	Souk Ahras	3 195
Setif	11 700	O. El Bouaghi	11 130
M'sila	18 710	Mila	8 060
Béjaia	7 320	Batna	3 030
Médea (52%)	3 230	Tebessa (50%)	4 185
		Khenchela (50%)	5 225
Total	103 135	Total	63 100
Total général		166 235 ha	

Pour les même wilayates, à partir des mêmes statistiques tenues par la DHA, les superficies pour les années 2003 à 2005 sont les suivantes :

Tableau 3 : Régions de l'Algérois et du Constantinois – PMH 2003, 2004, 2005 (DHA)

Statistiques DHA sur les mêmes Wilayas		Totaux Algérie
Année	ha	ha
2 003	209 539	612 292
2 004	232 034	661 684
2 005	234 216	701 508

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Dans le même rapport, il est constaté que les surfaces irriguées sont très différentes selon les sources. L'état suivant a été établi :

Tableau 4 : Algérois et Constantinois – PMH 2001, 2002 (PNE 2005)

Source	Algérois	Constantinois	Total
RGA 2001 (ha)	140 199	112 279	252 478
MRE 2002 (ha) Environ	115 000	70 000	185 000

L'incohérence des données disponibles est manifeste. Une explication du PNE 2005 est que le RGA prend en compte les cultures isolément, c'est-à-dire sans introduire le taux d'intensification culturale (nombre de cultures pendant une année) qui est largement supérieur à 1 dans les conditions algériennes.

Une autre explication plus crédible est la fiabilité relative des informations élaborées au niveau régional et collectées au niveau central. Comme la PMH est généralement moins contrôlée que l'irrigation dans les GPI, les informations disponibles à ce sujet sont souvent contradictoires.

Un des enjeux de l' « Etude d'inventaire et de développement de la PMH » est de lever ces incohérences au cours des inventaires prévus dans le cadre de cette étude.

En ce qui concerne les GPI, la situation suivante a été rapportée :

Tableau 5 : Algérois et Constantinois – GPI 2001, 2002 – PNE 2005

Zone	Périmètre	Superficies équipées	Superficies irrigables	Superficies irriguées	
				En 2001	En 2002
ALGEROIS					
Mitidja, Sahel Algérois	Hamiz	17 000	11 000	2 050	897
	Mitidja Ouest	8 600	7 500	970	0
	Isser	2 300	1 800		
Souman	MChedellah	1 600	1 000	0 ?	0 ?
	Soummam	3 500	3 500	0 ?	0 ?
Arribs	Arribs	2 200	1 900	0 ?	895
Oued Sébaou	Sébaou	1 400	1 300	0 ?	0 ?
	Bas Sébaou	2 500	2 500	0 ?	0 ?
	Ksob	5 000	4 000	?	1 200
Total Algérois		44 100	34 500	3 020	2 992
CONSTANTINOIS					
Plaines côtières	Saf Saf	5 656	4 000	680	0
Plaine d'Annaba	Bouamoussa	16 500	14 800	2 187	0
Haute Seybouse	Guelma Bouche-gouf	12 900	4 200	3 075	4 200
Total Constantinois		35 056	23 000	5 942	4 200
Total général		79 156	57 500	8 962	7 192

A titre de comparaison, les données fournies par la DHA (Note sur la campagne d'irrigation 2005) donnent les superficies suivantes :

Tableau 6 : Algérois et Constantinois – GPI 2005 (DHA)

Région	Superficies irrigables (ha)	Superficies irriguées (ha)
Algérois	34 676	7 324
Constantinois	29 386	5 781
Total général	64 062	13 105

On constate une cohérence d'ordre de grandeur entre superficies irrigables dans les GPI, de nouveaux périmètres ayant été mis en exploitation en 2005 (Sahel Algérois Ouest et Mitidja Ouest tranche 2). Pour les superficies irriguées, en 2005 il y aurait eu une amélioration de la situation depuis les années 2001-2002, réputées comme années sèches.

Poids respectif de la PMH et des GPI suivant PNE 2005

La petite et moyenne hydraulique représente environ 167 000 ha irrigués (2002) dans les régions Centre et Est, soit plus de 2 fois les superficies théoriques actuellement irrigables dans les GPI et près de 10 fois plus que les superficies réellement irriguées dans ces mêmes grands périmètres. La PMH tient donc une place prépondérante dans l'agriculture irriguée avec plus de 80% de la ressource utilisée qui provient des eaux souterraines (forages, puits, plus rarement sources). La pression sur les ressources souterraines est d'autant plus significative que des terres irriguées dans les GPI tirent très souvent une grande partie de leur eau à partir de forages et de puits dont certains, en principe illicites, mais éventuellement subventionnés, sont implantés à l'intérieur même des GPI.

Bilan général ressources en eau / besoins en eau pour l'agriculture irriguée

A partir des superficies irriguées précédentes, d'hypothèses de dotations à l'ha standards et de données sur l'origine des prélèvements, le PNE 2005 montre qu'en 2002 l'hydraulique agricole consomme de 1.000 à 1.100 millions m³ d'eau, que près de 90 % des prélèvements concernent la PMH et que plus de 800 millions m³, soit près de 80 % du total, proviennent des nappes souterraines.

Le PNE indique que ces chiffres ne peuvent être considérés que comme des ordres de grandeur étant données les incertitudes sur les consommations en eau des plantes et l'efficacité des périmètres. Ils sont cependant suffisamment parlants : les allocations d'eau à l'agriculture dans les grands périmètres irrigués ne sont finalement qu'un résidu des allocations d'eau des barrages qui sont réservées en priorité à la satisfaction des besoins des zones urbaines et des industries.

Bilan général ressources en eau / besoins en eau

Le PNE 2005 a développé un outil informatique de modélisation de l'utilisation des ressources en eau dans les régions Centre et Est, tous secteurs confondus. Ce modèle a permis une analyse de la situation 2002, par la confrontation des ressources en eau et des besoins.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Les résultats obtenus à partir du modèle mathématique réalisé au cours de l'étude sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau 7 : Algérois et Constantinois – Offre/Demande GPI (PNE 2005)

GPI	Demande (Hm3)	Fourniture (Hm3)	Satisfaction %
GPI MITIDJA OUEST T2	55.10	0.00	0
GPI HAMIZ	46.70	0.00	0
GPI BOUNAMOUSA	88.80	43.08	49
GPI MITIDJA OUEST	31.80	0.00	0
GPI SOUMMAM	12.50	0.00	0
GPI ARRIBS	12.50	1.09	9
GPI KSOB	25.20	14.94	59
GPI ISSER ALGEROIS	9.10	0.00	0
GPI SEBAOU	6.50	0.00	0
GPI GUELMA BOUCHEGOUF	24.00	24.00	100
GPI SAF SAF	24.00	24.00	100

Tableau 8 : Algérois et Constantinois – Offre/Demande l'AEPI (PNE 2005)

N°	Wilaya	Demande (Hm3)	Offre (Hm3)	Satisfaction %
5	BATNA	79.82	27.49	34
19	SETIF	98.29	49.22	50
9	BLIDA	80.12	39.60	49
15	TIZI OUZOU	86.72	51.40	59
25	CONSTANTINE	102.01	67.83	66
6	BEJAIA	74.17	42.63	57
43	MILA	45.79	18.29	40
16	ALGER	372.62	345.23	93
18	JIJEL	45.38	20.07	44
40	KHENCHELA	32.19	13.22	41
34	BORDJ BOU ARRERIDJ	40.90	22.02	54
35	BOUMERDES	48.00	31.23	65
28	M'SILA	64.82	48.26	74
10	BOUIRA	37.57	21.66	58
26	MEDEA	35.28	20.94	59
4	OUM EL BOUAGUI	43.17	32.42	75
12	TEBESSA	34.45	27.66	80
21	SKIKDA	79.10	72.93	92
23	ANNABA	85.77	83.15	97
17	DJELFA	5.43	2.90	53
24	GUELMA	36.93	35.71	97
44	AIN DEFLA	2.66	2.20	83
41	SOUK AHRAS	27.46	27.46	100
36	EL TARF	33.56	33.56	100
42	TIPAZA	33.93	33.93	100

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Tableau 9 : Algérois et Constantinois – Offre/Demande PMH (PNE 2005)

Localisation PMH	Demande (Hm3)	Offre (Hm3)	Satisfaction %
PMH Jijel	76.56	31.73	41
PMH El Tarf	76.58	41.50	54
PMH Bejaia	74.57	41.15	55
PMH Mila	69.99	39.35	56
PMH Skikda	37.05	15.99	43
PMH Annaba	31.26	10.59	34
PMH Guelma	47.16	31.75	67
PMH Batna	30.71	17.06	56
PMH O.El Bouaghi	84.16	71.60	85
PMH Tizi Ouzou	38.79	28.11	72
PMH Bouira	24.57	17.17	70
PMH B.B.Arreridj	26.52	20.95	79
PMH Setif	68.66	63.39	92
PMH Tebessa (50%)	35.27	30.30	86
PMH Constantine	20.18	15.49	77
PMH Souk Ahras	18.86	16.15	86
PMH M'sila	119.24	118.60	99
PMH Boumerdes	39.50	40.30	102
PMH Medea (52%)	29.06	31.80	109
PMH Khenchela (50%)	53.48	58.15	109
PMH Alger	46.36	65.90	142
PMH Tipaza (49%)	50.13	85.40	170
PMH Blida	94.23	132.60	141

La modélisation de l'état existant a permis de cerner les problèmes d'alimentation en eau qui touchent les régions hydrographiques l'Algérois et du Constantinois pour des données concernant une période réputé particulièrement sèche de 2000 à 2002.

Il apparaît que les infrastructures de mobilisation et de distribution de l'eau ne permettent pas de couvrir les besoins réels des différents utilisateurs de la ressource en eau.

La situation est décrite comme critique en ce qui concerne les aquifères qui sont en général surexploités, ce qui met en péril la pérennité de la ressource.

Quelques aquifères et barrages offrent des potentialités ponctuelles mais en ce qui concerne les barrages, les maigres ressources disponibles sont déjà destinées au programmes ambitieux de nouvelles GPI.

Dans la mesure où la ressource en eau est un facteur limitant, le choix d'une stratégie de développement de l'agriculture irriguée, soit à travers des GPI, soit à travers la PMH, est une vraie question qu'il faudra se poser dans le cadre de l'étude de la PMH. Il va de soi que la répartition spatiale de la ressource sera un des paramètres de discussion pour le choix des stratégies au niveau local.

Projections du PNE 2005 relatives à la PMH et les GPI

Les GPI

Pour le futur, plusieurs scénarios ont été envisagés pour le développement des GPI.

Le premier consiste à poursuivre la politique actuelle d'équipement de superficies importantes dont une grande partie ne peut être irriguée que de manière aléatoire. Cette politique est coûteuse en investissements d'irrigation dont une partie est peu utilisée, elle est coûteuse en fonctionnement pour entretenir des équipements peu utilisés, et elle incite les agriculteurs à s'équiper de manière individuelle pour compenser les aléas du service de l'eau de la grande hydraulique.

Le deuxième scénario consiste à réduire les superficies équipées de manière à leur garantir un approvisionnement moins aléatoire qu'aujourd'hui. C'est certainement la solution pour que les ressources en eau disponibles pour l'agriculture soient mieux garanties qu'aujourd'hui. Elle devrait être associée à une gestion des barrages et des périmètres permettant d'adapter les plans de culture aux quantités d'eau disponibles en début de chaque campagne d'irrigation.

En tenant compte des objectifs de l'ONID en matière de développement des GPI, il faut prévoir d'ici l'horizon 2030 le scénario suivant de mobilisation de la ressource en eau:

Tableau 10 : Algérois et constantinois – Projections pour les GPI (PNE 2005)

Horizons		2002	2010	2020	2030
Algérois	Superficie équipée	57 200	87 688	123 488	143 688
	Superficie irrigable	43 700	68 700	90 700	106 600
Constantinois	Superficie équipée	28 761	60 752	129 931	123 931
	Superficie irrigable	22 800	49 800	92 000	97 000
Ensemble des 2 régions	Superficie équipée	85 961	148 440	253 419	267 619
	Superficie irrigable	66 500	118 500	182 700	203 600
Besoins totaux (Hm3)		341,1	590,4	883,2	947,8

Ces données ne tiennent compte que des possibilités de réalisation des aménagements pour de nouveaux périmètres GPI, elles ne préjugent pas des dates de construction des barrages qui pourraient retarder la mise en valeur des périmètres.

Les conséquences de ces grands périmètres sur la consommation d'eau ne seront pas indépendantes de celles requises pour la PMH. Sachant que dans la situation de référence du PNE (2002) les besoins en eau de la GPI n'étaient que peu satisfaits par la grande hydraulique existante et que la PMH à l'intérieur des GPI s'était en partie substituée aux réseaux d'irrigation GPI.

La PMH

La PMH irriguée à partir des nappes souterraines, encouragée par le Ministère de l'Agriculture, va continuer à jouer un rôle prépondérant dans les surfaces irriguées, y compris sur les sites des GPI. Elle offre en effet beaucoup d'avantages aux agriculteurs. La sécurité de l'approvisionnement en eau et la flexibilité de gestion par rapport à un calendrier fixe imposé par les organismes de gestion représentent des avantages important du point de vue des irrigants.

Les projections du PNE 2005 pour le développement de la PMH sont rapportées ci-dessous :

Tableau 11 : Algérois et constantinois – Projections pour la PMH (PNE 2005)

Horizons	2010	2020	2030
Superficies (ha)	184 795	207 995	231 195
Besoins en eau (Hm3)	1 002	1 131	1 260

Conclusions générales du PNE 2005

Le PNE 2005 a essayé de déterminer les grandes lignes de la situation actuelle et de la situation future probable des besoins en eau de l'agriculture irriguée sur les régions hydrographiques de l'Algérois et du Constantinois.

Les besoins en eau actuels globaux ont été évalués à 1 069 millions de m3 pour la PMH, dont 806 millions de m3 puisés dans les aquifères, alors qu'ils varient de 50 à 100 millions de m3 pour les GPI.

Les ressources en eau pour le développement de la PMH, essentiellement des ressources souterraines, représentent un potentiel limité qui se traduit actuellement par une surexploitation de certains aquifères. Les perspectives d'évolution ne permettent pas d'entrevoir d'ici 2030 une augmentation substantielle des prélèvements pour la PMH.

Le développement des GPI devrait permettre de limiter la demande PMH lorsqu'en raison d'un l'approvisionnement insuffisamment garanti par la grande hydraulique elle s'est développée au sein des GPI.

Le PNE 2005 évoque l'utilisation de la grande hydraulique pour aider à recharger les nappes, ce qui pourrait conduire à une meilleure exploitation des ressources en eau. Par ailleurs, le PNE 2005 suggère qu'une meilleure sécurité d'approvisionnement des GPI pourrait être atteinte à travers plus de concertation entre les différents ministères, les organismes chargés des irrigations et les organisations de producteurs afin d'éviter que ceux-ci cessent de considérer les GPI comme un appoint aléatoire à la petite irrigation.

D'après le plan, d'autres progrès sont à poursuivre en matière d'utilisation des ressources en eau. Il convient de noter que les agriculteurs sont très sensibles aux incitations financières et qu'avec l'octroi de subventions limitées, nombre d'agriculteurs sont passés de l'irrigation traditionnelle à l'irrigation localisée. Changer le mode d'irrigation n'est cependant pas le seul progrès à promouvoir. Il faut aussi que ceux-ci puissent maîtriser les nouveaux systèmes mis en place.

5.3. Région hydrographique de l'Oranie-Chott Chergui PNE 2004 par GTZ

Le PNE 2004 est une révision du PNE 93 pour la région hydrographique de l'Oranie-Chott Chergui. Il comprend une évaluation de la situation du secteur de l'agriculture irriguée en 2002 ainsi qu'un bilan général ressources en eau / besoins en eau. Ces éléments du plan sont rappelés ci-après :

Données de base sur le secteur de l'agriculture irriguée

D'après le PNE 2004 pour la région Oranie-Chott Chergui, la répartition de l'agriculture irriguée par Wilaya, GPI et PMH, est comme indiquée dans les tableaux suivants :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Tableau 12 : Région de l'oranaï – Superficies irriguées GPI (PNE 2004)

Périmètre	Superficie irriguée (ha)
Ain Skhouna	2 000
Habra	6 500
Maghnia	4 000
Sig	4 500
Total	17 000

A titre de comparaison, la note de la DHA sur la campagne d'irrigation de 2005 ne décompte que 9 932 ha irrigués pour les périmètres de Habra, Sig et Maghnia, au lieu des 15.000 ha du tableau.

Pour les superficies irriguées en PMH, les données ont été collectées au niveau des Directions des Services Agricoles des Wilayas, par commune. Le tableau ci-dessous donne le total par Wilaya. Il n'y a pas de données pour Naama, El Bayadh et Saida.

Tableau 13 : Région de l'Oranaï – Superficies irriguées PMH (PNE 2004)

Wilaya	Superficies irriguées (ha)	%
Tlemcen	16 917	23,1
Tiaret	2 577	3,5
Mascara	23 234	31,8
Mostaganem	18 342	25,1
S.B.Abbès	4 178	5,7
El-Bayadh	?	0
A.Temouchent	1 482	2
Naama	?	0
Saida	?	0
Oran	5 311	7,3
Laghouat	1 035	1,4
Total	73 076	100

Pour les mêmes wilayates, à partir des mêmes statistiques tenues par la DHA, les superficies pour les années de 2003 à 2005 sont les suivantes :

Tableau 14 : Région de l'oranaï – Superficies PMH 2003, 2004 et 2005 (DHA)

Statistiques DHA sur les mêmes wilayates		Totaux Algérie
Année	ha	ha
2 003	106 864	612 292
2 004	120 735	661 684
2 005	120 559	701 508

L'incohérence des données disponibles est évidente. Même en tenant compte des wilayates de Naama, El Bayadh et Saida (environ 15.000 ha) la progression des superficies en PMH n'est pas crédible.

Bilan général ressources en eau / besoins en eau pour l'agriculture irriguée

L'agriculture est le secteur le plus important au niveau de la demande en eau dans la région de l'oranais. Actuellement, celle-ci est déjà de l'ordre de 580 hm³/an en période sèche.

Actuellement, les ressources disponibles en eau de surface sont de l'ordre de 517 hm³/an en année moyenne. Une augmentation ultérieure du volume régularisable par la construction de nouveaux barrages restera minime (seuls les barrages de Sikkak et Berkèche sont prévus en région Oranaise).

La situation actuelle telle qu'inventoriée dans le PNE 2004 montre que la capacité totale des retenues collinaires existantes représenterait un volume disponible de 1,5 hm³, ce qui est négligeable.

Avec des prélèvements de l'ordre de 312 hm³/an, l'exploitation des eaux souterraines a atteint ses limites et même dépasse les potentialités naturelles.

Le recyclage des eaux usées traitées n'existe pas encore. Le retard en matière de construction de stations d'épuration est important. Si toutes les eaux usées urbaines et industrielles étaient traitées actuellement, ceci représenterait une ressource de l'ordre de 195 hm³/an, pour l'agriculture principalement.

Bilan général ressources en eau / besoins en eau

Le PNE 2004 comprend une analyse détaillée des différents postes d'offre et de demande en eau. Le bilan 2003, hors transferts en cours de réalisation et hors la nouvelle ressource que constitue l'unité de déminéralisation de Bredeah, est fortement déficitaire comme le montre le tableau ci-après.

Tableau 15 : Région de l'oranais – Bilan ressources en eau 2003 (PNE 2004)

Situation 2003	Type d'année	
	Moyenne (Mm ³)	Sèche (Mm ³)
Offre		
Eau souterraine	312.3	260.3
Grands barrages	205.3	191.9
Retenues collinaires	0.0	0.0
Dessalement	0.0	0.0
Eaux usées non traitées	20.7	20.7
Eaux usées traitées	172.9	172.9
Transfert importation	0.0	0.0
Total Offre	711.4	647.6
Demande théorique		
AEP urbaine	184.4	184.4
Pertes [AEPU]	122.9	122.9
AEP rurale	34.2	34.3
Pertes [AEPR]	22.7	22.8
Touristique	2.0	2.0
Pertes [AEPT]	1.3	1.3

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Situation 2003	Type d'année	
	Moyenne (Mm ³)	Sèche (Mm ³)
AE industrielle	47.6	47.6
Pertes [AEP]	28.6	28.6
GPI	156.3	187.5
PMH	335.3	402.3
Transfert	0.0	0.0
Total Demande	935.3	1 033.6
Bilan	-224.0	-385.7

Le déficit énorme constaté pour la région hydrographique de l'Oranais a conduit à des limitations drastiques de l'utilisation des ressources en eau disponibles, qu'il s'agisse de l'eau potable ou de l'eau pour les irrigations.

Les nappes souterraines sont surexploitées, avec la construction d'un grand nombre de forages illicites.

Les Wilayas présentant les déficits les plus grands sont :

- Mascara : avec une forte demande pour les GPI, la PMH et les transferts vers Oran,
- Mostaganem : avec une forte demande pour la PMH,
- Oran : avec une forte demande pour l'AEP de la ville, les industries et la PMH.
- Tlemcen : avec les transferts vers Oran.

Projections du PNE 2004 relatives à la PMH et les GPI

La PNE 2004 prévoit une croissance significative de la demande future en eau d'irrigation

Partant de la situation actuelle, le programme proposé prend en compte les hypothèses de croissance de l'ONID. De quelques 90.000 ha aménagés pour l'irrigation en 2003, dont 17.000 en GPI et 73.000 en PMH, les projections jusqu'à 2020 prévoient 155.000 ha, dont 48.000 ha en GPI et 106.000 ha en PMH. Ceci représente une croissance de l'ordre de 100% de la demande en eau.

Conclusions générales du PNE 2004

Le bilan hydrique pour 2003 présente une demande totale de 935 hm³ avec un déficit d'environ 225 hm³. Sur la base du développement proposé, à ressources égales, le déficit global augmenterait jusqu'à 830 hm³ à l'horizon 2020, avec une demande totale de 1603 hm³.

Pour obtenir un bilan hydrique équilibré à l'horizon du plan, les mesures suivantes sont proposées :

- Amélioration de l'efficacité des réseaux d'eau potable,
- La mobilisation des eaux de surface offre peu de perspectives. Les deux barrages envisagés ne vont pas augmenter de manière significative les ressources futures.

- En ce qui concerne la construction de retenues collinaires, il n'y a que très peu d'informations disponibles. Il est nécessaire de vérifier les possibilités de développement de ce type d'aménagement à vocation PMH.
- Pour les ressources d'eau souterraine, aucun développement ultérieur n'est possible. Cette ressource est d'ailleurs la plus menacée par les pollutions d'origines diverses.
- Le programme de développement de l'agriculture irriguée, tel qu'il a été déterminé, ne peut pas être réalisé dans sa totalité avec les ressources en eau qu'il est prévu de mobiliser pour l'horizon 2020. Ceci serait particulièrement incontournable pour les GPI et la PMH dans les Wilayas de Mostaganem et de Mascara, sauf à avoir recours à des transferts.

Il convient de noter ici que dans les calculs de bilan réalisés dans le cadre du PNE 2003, les apports de ressource en eau du futur système MAO ont été pris en compte pour l'alimentation du périmètre de Habra et de l'eau du système de Gargar a été réservé pour l'alimentation en eau potable d'Oran.

- Pour la Wilaya de Mostaganem, il faudra également geler le développement de nouveaux PMH au niveau actuel.
- La construction de stations de dessalement est considérée comme incontournable pour Ghazaouet, Mostaganem, Marset, El Hadjadj, Arzew, Beni Saf, Ain el Turk, Ain Temouchent, ainsi que la station de déminéralisation de Brédéah, l'ensemble pour un total de 286 hm³/an.

Afin d'atteindre une situation équilibrée en 2020, le PNE recommande de rassembler tous les secteurs concernés afin de déterminer les mesures et les moyens à entreprendre de manière concertée et cohérente.

5.4. Région hydrographique Cheliff-Zahrez - PNE 93 par BETURE

Pour la région hydrographique Cheliff-Zahrez, la référence bibliographique est le PNE 93. Il serait sur le point d'être révisé par la GTZ.

Données de base sur le secteur de l'agriculture irriguée

Le bassin du Cheliff est le bassin principal de la région couvrant 80% de sa superficie totale. Toutes les infrastructures de mobilisation de l'eau sont situées dans ce bassin.

Dans les années 1972-1975 l'étude Hydrotechnique prévoyait la mise en valeur de 200.000 ha avec un volume d'eau alloué de 1.406 hm³ qui comprenait non seulement la ressource à partir des barrages du bassin mais aussi la réutilisation des eaux usées d'Alger.

Dans les années 1980, le schéma directeur préparé par SOGREAH prévoyait une extension des superficies irriguées de 66 000 ha avec un volume d'eau alloué de 628 hm³.

Reprenant les résultats de ce schéma, le plan cadre des aménagements hydrauliques de 1990 prévoyait la mise en valeur de 88 500 ha et un volume alloué de 738 hm³.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Au moment du PNE 93 la situation du secteur de l'agriculture irriguée se présentait de la manière suivante :

Les GPI

Tableau 16 : Région du Chleff – GPI équipées et extensions en 1996 (PNE 93)

Périmètre	Existant ou à réhabiliter (ha)	Extension en cours (ha)	Total (ha)
Haut Cheliff	16 300	-	16 300
Amra El Abadia	-	8 000	8 000
Moyen Cheliff	17 600	3 000	20 600
Bas Cheliff	9 300	-	9 300
Mina	7 800	3 600	11 400
Total	51 000	14 600	65 600

Pour une demande en eau théorique de 482 hm³

Le PNE 93 présente les superficies réellement irriguées et leurs besoins en 1996. Ces données sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Région du Chleff – GPI – Superficies irriguées en 1996 (PNE 93)

Périmètre	Superficie irriguée en 1996 (ha)	Besoins (hm ³)
Haut Cheliff	3 441	25,4
Moyen Cheliff	3 022	26,3
Bas Cheliff	2 650	30,9
Mina	3 400	38,7
Total	12 513	121,3

En 2005, suivant la note sur la campagne d'irrigation préparée par la DHA, la superficie irrigable est de 44 000 ha, la superficie irriguée est de 8 500 ha et le volume d'eau utilisé pour l'irrigation des GPI est de 87 hm³.

Ces chiffres parlent d'eux-mêmes. Ils illustrent la situation de pénurie d'eau passée et actuelle dans la région.

La PMH

A partir des chiffres fournis par les services de l'agriculture des wilayates, le PNE 93 dresse un bilan pour la PMH qui est rappelé dans le tableau ci-après. A titre de comparaison, les superficies disponibles à la DHA pour les années 2003, 2004 et 2005 ont été présentées dans le même tableau :

Tableau 18 : Région du Chleff – Evolution de la PMH (PNE 93)

Wilaya	Superficies 1993 (ha)	DHA 2003 (ha)	DHA 2004 (ha)	DHA 2004 (ha)
Relizane	7 283	10 035	11 671	12 056
Chleff	3 376	14 769	17 639	18 042
Ain Defla	5 815	26 880	16 030	30 045

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Wilaya	Superficies 1993 (ha)	DHA 2003 (ha)	DHA 2004 (ha)	DHA 2004 (ha)
Tissemsilt	150	5 710	6 594	5 388
Tiaret	8 093	14 966	19 880	-
Djelfa	11 169	17 543	17 543	17 543
Total	38 755	89 903	89 357	83 074

Même si comme déjà souligné la validité des chiffres restent à vérifier, on note la croissance très significative du secteur de la PMH. Ceci est certainement la mise en évidence du développement des prélèvements individuels dans une région où le service de la GPI n'est pas satisfaisant.

En 1993 la dotation en volume pour la PMH représentait environ 100 hm³/an, soit une dotation par ha de l'ordre de l'ordre de 2 500 m³/ha/an, ce qui est inférieur aux besoins théoriques. Ceci signifierait qu'il n'y a pas de cohérence entre les superficies annoncées et le volume estimé des prélèvements.

Bilan général ressources en eau / besoins en eau

Les ressources en eau totales disponibles au moment de l'étude du PNE 93 ont été estimées à 565 hm³/an. Ce volume se décompose comme suit :

- L'ensemble des écoulements de surface représente 1.825 hm³/an, dont les ¾ se déversent dans la Méditerranée. Seule une partie de ce volume est mobilisable. Les simulations effectuées montrent que les ouvrages de retenue existants régularisent 322 hm³/an
- Les ressources en eau souterraines sont globalement faibles, à partir de données de l'ANRH et des DHW celles-ci devraient atteindre 243 hm³.

La demande au moment de l'étude (1995) a été estimée en faisant l'hypothèse d'une satisfaction de celle-ci à la hauteur des besoins réels, ce qui donne :

Besoins en eau potable : 271 hm³
Besoins des industries : 8 hm³
Besoins des GPI : 130 hm²
Besoins de la PMH : 370 hm³
Total : 859 hm³

Cette approche est globale. Elle ne reflète pas une répartition spatiale qui peut être contrastée d'une Wilaya à l'autre et d'une commune à l'autre. Cependant elle illustre l'écart énorme entre ressources et besoins dans la région hydrographique du Chleff.

Projections du PNE 1993 relatives à la PMH et les GPI

Les projections à l'horizon 2020 du PNE 93 pour le développement du secteur de l'agriculture irriguée sont les suivantes :

- GPI : 90 600 ha
- PMH : 51 400 ha

Pour les GPI, il s'agit de toutes les superficies des périmètres anciens, après réhabilitations et extensions, ainsi que des nouveaux périmètres envisageables.

Soit une demande totale de 878 hm³/an

Conclusions générales du PNE 1993

Les projections de ressources mobilisables du plan sont calculées en tenant compte des nouveaux ouvrages de retenue identifiés dans la région et d'une analyse par sous-régions de confrontation de l'offre et de la demande.

Les calculs font apparaître que l'équilibre ressources / demande ne sera satisfait à l'horizon 2020 que si les dispositions pour le moins ambitieuses suivantes sont retenues :

- Mise en œuvre d'un programme de construction d'ouvrages de mobilisation (8 barrages),
- Mise en œuvre d'un programme de transfert de sous-régions excédentaires à sous-régions déficitaires,
- Limitation des infrastructures d'irrigation dans certaines sous-régions,
- Réhabilitation des réseaux d'AEP,
- Limitation des allocations d'eau par ha irrigué (au détriment des rendements agricoles)
- Transfert d'eau à partir de l'Algérois, réaffectation du transfert Gargar-Oran,
- Transfert d'eau à partir du sud de la région

La conclusion de l'étude est que la mise en œuvre du plan proposé implique des investissements considérables, que l'administration devra d'une part être en mesure de mobiliser et d'autre part être en mesure de maîtriser.

5.5. Région hydrographique du Sahara par BRL (PDGRS)

Méthodologie par Régions Naturelles Saharienne (RNS)

L'étude du plan directeur général de développement des régions sahariennes propose une approche synthétique de l'analyse de l'utilisation des ressources naturelles en s'appuyant sur un découpage de la région en RNS (Régions Naturelles Sahariennes). Chaque RNS présente une problématique homogène pour l'utilisation de ces ressources naturelles.

Evolution de l'agriculture dans les 2 dernières décennies

Le Sahara a connu des évolutions rapides dans les années récentes qui ont considérablement modifié les données de l'agriculture dans certaines régions.

Le PDGRS a recueilli les données des annuaires statistiques par wilaya pour les campagnes des années 1984-85, des années 1989-90 et des séries A et B pour les années 1995-96.

Ces chiffres sont rappelés dans le tableau ci-après avec les données 2005 de la PMH, telle que recueillies auprès de la DHA.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Tableau 19 : Région du Sahara – Evolution du secteur de l'agriculture (PDGDRS)

Wilaya	Palmier (ha)			Céréale hiver (ha)			Maraîchage (ha)			PMH 2005
	1985	1990	1996	1985	1990	1996	1985	1990	1996	
Adrar	10000	10600	18759	2250	5020	11136	1880	4100	4308	40401
Bechar	5170	3350	4410	2320	2530	0	880	2010	1442	13062
Biskra	18020	19670	23031	10590	11580	44036	15120	14540	13163	103739
El Oued	21090	24930	26334	60	490	1782	3560	5460	7900	24166
Ghardaïa	3150	5500	4177	570	690	2026	970	1710	2084	16465
Illizi	200	250	442	0	0	5	110	70	123	1354
Ouargla	10530	12170	15489	0	2140	2065	1090	2360	2123	23871
Tamanrasset	880	910	1715			602	710	0	728	10769
Tindouf	30	30	43			26	30	20	37	435
Total	69 970	78 270	94 411	15790	22 450	61 677	24 350	30 270	31 908	234 262

Même s'il n'est pas possible d'ajouter directement les superficies des différentes cultures (intensité culturale supérieure à 1), on constate la croissance rapide des superficies cultivées. Ceci illustre la pression sur la ressource en eau dont l'exploitation atteint et même dépasse les taux de renouvellement, comme évoqué dans les descriptions des RNS ci-après.

Scénarios de développement testés

Plusieurs scénarios d'utilisation future des ressources en eau ont été testés par le moyen des modèles hydrogéologiques. Chaque scénario testé a fait l'objet d'une définition en termes agricoles, permettant d'évaluer une surface mise en valeur, la nature des cultures envisagées et les volumes d'eau nécessaires. Pour mémoire les différents scénarios testés sont les suivants :

- Poursuite de l'état actuel : il s'agit, de façon fictive, d'identifier le comportement des aquifères dans le futur, si rien n'était changé par rapport à la situation actuelle. C'est la situation de référence projetée, qui met en évidence les impacts tendanciels.
- Scénario de 170 000 ha, tel que défini lors de la conférence interministérielle d'octobre 1998,
- Scénario de 68 000 ha défini en se référant aux périmètres en cours de réalisation,
- Scénario de 50 000 ha défini par BRLi,
- Scénario de 140 000 ha défini par le CDARS après examen des résultats des scénarios précédents.

Résultats qualitatifs de l'analyse par RNS

Les résultats de l'analyse par Région Naturelle Saharienne sont présentés ci-après.

RNS des Zibans

Cette RNS présente les caractéristiques suivantes :

- Forte pression sur les aquifères. Pour celle de Tolga les prélèvements sont 10 fois supérieurs à la recharge.
- Les prélèvements dans le CI (Continental intercalaire) par forages très profonds (2.000m) sont possibles mais le rabattement de cet aquifère a déjà dépassé 80m en 30 ans.
- La valorisation des eaux de surface est intense grâce à des barrages et des collinaires et la pratique de la culture de décrue.

En conclusion les Zibans ne présentent pas de conditions favorables pour un développement massif des irrigations. Cette région est déjà dans une situation à risque. Le développement futur passe par la réutilisation des eaux usées et le développement de techniques d'irrigation économes en eau.

RNS du Pays des Dayas et le Ksour

Pour le Pays des Dayas la mobilisation des eaux souterraines a un coût élevé (CI et Mio-pliocène). Malgré une forte variabilité interannuelle, les eaux de surface constituent la principale ressource en eau exploitée pour la céréaliculture (14.000 ha des 15.500 ha recensés).

Pour le Ksour, pas de ressources en eau souterraine notables, forte dépendance des eaux de surface, faible potentiel de développement de l'agriculture.

RNS de Oued Righ, du Souf et de Ouargla

Ces 3 RSN se trouvent en situation d'intense exploitation des eaux souterraines. Les prélèvements dans le CI et le CT (Complexe terminal) sont coûteux et représentent le 1/3 des prélèvements sur ces aquifères, sans compter les prélèvements sur la nappe de Tolga. Rabattements très importants de ces aquifères. Remontée d'eau et salinisation des sols en l'absence de drainage.

Si la ressource en sols pour la RSN de Ouargla existe, l'eau reste un facteur limitant et les problèmes de drainage sont à prendre en compte.

RNS La Saoura

RNS à fort potentiel en sols mais faibles ressources hydriques. Potentiel souterrain de faible à limité au nord de la région. Les ressources en eaux de surface sont aléatoires (difficultés de remplissage du barrage de Torba pour la plaine d'Abadla). Noter la compétition entre l'AEP pour Bechar et l'irrigation.

Ces conditions ne permettent pas de planifier une augmentation des superficies irriguées.

RNS du M'Zab

RNS à fort potentiel en sols. La culture du blé dur irrigué par pivots, et la phoeniculture sont importants.

Ressources en eau souterraines disponibles à partir du CI avec des pompages à 400-1000 m de profondeur. Le rabattement est modéré (de 20 à 30m en 30 ans).

Un accroissement des superficies cultivées en irrigation est envisageable.

RNS du plateau du Tademaït

Cette zone s'étend sur les RNS de Gourara, Touat et Tidikelt présente un potentiel réel. Les ressources proviennent du CI mais elles sont disponibles à faible profondeur, avec une salinité et une température relativement faibles. Les prélèvements par pompages actuels (7.3 m³/s) sont en compétitions avec les foggaras qui ont vu leurs débits diminuer.

Phoeniculture est importante (Gourara, 5.000 ha, Touat 12.000 ha et Tidikelt 3.000 ha). La céréaliculture représente 10.000 ha dans le Touat et surtout le Tidikelt. Activité maraîchère dans le Gourara (1.200 ha).

La mise en valeur future devrait porter sur les grandes culture, la tomate et les extra premiers.

RNS de Tindouf, de Tassili et du Hoggar

Ces régions possèdent des ressources en eau précaires et aléatoires car en relation avec les ruissellements. Les aquifères sont surexploités et l'agriculture pourrait rapidement entrer en compétition avec l'AEP. Possibilités d'accroissement modeste des superficies irriguées dans certaines communes.

Le facteur humain

En ce qui concerne le facteur humain, le PDGDRS avait effectué les analyses suivantes :

- Une analyse quantitative objective du « facteur humain » aux plans socio-démographique et socio-économique (paramètres communaux des RGPH)¹ sur l'ensemble des régions sahariennes, non limitée à la PMH oasienne ;
- Un cadrage ethno-historique et sociétal synthétique global de quelques pages : cadrage historique de la tribalité sédentaire/nomade, des pouvoirs théocratiques locaux, de la période coloniale et la politique de recasement des populations sans terres, changements de l'Algérie indépendante (croissance démographique, urbanisation, industrialisation, activités pétrolières, accession à la propriété foncière agricole – APFA, à partir de 1983).

Ces données et analyses se trouvaient dans les rapports suivant :

- Phase I – Indicateurs de développement – Rapports « Vision d'ensemble du Sahara » et monographies régionales (14 Régions Naturelles Sahariennes – RNS2).
- Phase II – Recherche d'options de développement agricole.

¹Analyses par RNS à partir des données communales des RGPH 1977et 1987, et 1989 et 1995 (enquêtes spécifiques effectués pour les régions sahariennes seulement ?) : population totale, hors agglomération de chef-lieu, urbaine (ACL de plus de 2000 habitants), accroissement annuel 89/95 et 77/87, accroissements naturels et soldes migratoires 1989-1995, pyramides des âges par RNS (RGPH 1987), population active/occupée, occupation par secteur d'activité, infrastructures hôtelières et touristiques, enseignement par niveau et taux de scolarisation, indicateurs de santé, degré d'équipement socio-économique des logements, projections démographiques 2030 par wilaya.

² Gourara, Hoggar, Ksour, Souf, M'zab, Ouargla, Oued Righ, Pays des Dayas, Saoura, Tassili, Tidikelt, Tindouf, Touat, Ziban.

5.6. Conclusions sur les études de planification du secteur de l'irrigation

Les études les plus récentes concernant la planification de l'utilisation des ressources en eau et le développement de l'agriculture irriguée en Algérie conduisent aux constats suivants, quelque soit la région hydrographique considérée :

Les ressources en eau

Quelque soit la région considérée, les taux de mobilisation des ressources en eau sont élevés :

- Pour les eaux souterraines, les prélèvements atteignent ou dépassent pour de nombreux aquifères les taux de renouvellement de la ressource,
- Pour les eaux de surface, de nouveaux ouvrages de mobilisation et de transfert doivent être exécutés. Les programmes de réalisation en cours répondent à cette nécessité,
- En parallèle avec le renforcement de la mobilisation, des programmes d'amélioration des efficacités d'utilisation sont indispensables. Les programmes en cours pour réhabiliter les réseaux AEP et les incitations pour l'introduction de méthodes modernes d'irrigation sont les preuves de la volonté des autorités de mettre en œuvre cette stratégie,
- Malgré les actions mentionnées ci-dessus, l'augmentation des ressources en eau disponibles par des moyens non conventionnels est indispensable : construction d'unité de désalinisation, construction de stations d'épuration et réutilisation des eaux usées épurées. De vastes programmes sont en cours dans ces domaines.

L'agriculture irriguée

Quelque soit le plan pour les régions nord de l'Algérie, les projections pour le développement de l'agriculture irriguée, sous forme de GPI ou de PMH, sont basées sur des taux de croissance importants. Pour le nord de l'Algérie, seul le plan pour le Cheliff évoque la nécessité de modérer ce développement dans certaines sous-régions où la tension sur la ressource en eau persistera à long terme.

Les programmes de mise en valeur actuellement en cours à l'ONID sont cohérents avec ces objectifs ambitieux de croissance.

Pour la région du Sahara, le plan recommande partout la prudence pour le développement des irrigations, sauf pour la sous-région de Gourara, Touat et Tidikelt où la ressource en eau présente encore quelques potentialités.

Cette analyse des documents d'évaluation des ressources en eau et de planification de leur utilisation montre que dans le cadre de l'étude d'inventaire et de développement de la PMH il conviendra d'intégrer le paramètre stratégique important de l'utilisation de la ressource en eau avec une attention particulière pour les ressources en eau souterraines.

3EME PARTIE - COLLECTE DES DONNEES ET SYNTHESE DES CONNAISSANCES

6. RESSOURCES EN EAU

6.1. Ressources en eau de surface

6.1.1. Eau de surface – Données extraites des études antérieures

La collecte des données au cours de la sous-mission A1 a été effectuée en 2 temps.

Dans un premier temps, un certain nombre de données disponibles dans les études antérieures rassemblées. Le Consultant avait d'ailleurs participé à certaines d'entre elles. Dans un deuxième temps, après identification des données manquantes, c'est auprès de l'ANRH que le Consultant a pu compléter sa base de données. A la date de ce rapport de fin de phase A1, la situation est la suivante :

Données issues du PNE 2005 – BCEOM-BG-SOGREAH

Les données pluviométriques : Données mensuelles de pluies à 593 postes pluviométriques des bassins hydrographiques suivants : 02, 09, 15, 05, 03, 10, 07, 14 et 12. Ces données sont sur des périodes diverses ont été complétées et corrigées. Elles n'excèdent pas 2001 en général. Ces données sont récupérables sur support magnétiques « Excel » par exemple, à partir de la base de données PNE).

Une carte de pluviométrie annuelle a été réalisée (sur la base de données antérieures à 1975). Cette carte est digitalisée et peut donc être récupérée. A partir de cette carte et des coefficients d'abatement élaborés au cours de l'étude du PNE il est possible de tracer la carte de pluviométrie annuelle « Après 1975 », qui reflète mieux la pluviométrie actuelle.

Les données ETP : La carte ETP de l'ANRH est disponible. Cette carte réputée de bonne qualité intéresse le nord de l'Algérie : elle ne s'étend pas au dessous du 33.5° nord. L'information pour la région hydrographique N°13 du Sahara est donc manquante.

On dispose de cartes papier des ETP mensuelles et des moyennes annuelles. Ce document n'a pu être recueilli sur support informatique auprès de l'ANRH. La carte ETP moyenne annuelle a donc été digitalisée par nos soins afin d'être introduite dans le SIG.

Les données sur les apports liquides de surface : Dans la base de données PNE 2005 ont été archivés des séries de débits moyens mensuels (et annuels) à 84 stations hydrométriques de la zone d'études. Ces données sont des données brutes critiquées. Pour l'élaboration des relations Pluie annuelle – Ecoulement annuel, seules les stations de bonne qualité ont été retenues et utilisées.

Par ailleurs dans rapport PNE 2005, Mission 2 _ Volet 5 sont listés par bassin hydrographique, les barrages existants, en construction ou en étude ainsi que leurs caractéristiques, et les « volumes régularisables » à l'échelle annuelle.

La relation pluie-débit à l'échelle annuelle est mise en évidence, à partir de la relation du type : $E_a (mm)^{0.5} = P_a (mm)^{0.5} - L$: L étant régionalisé entre 13.4 et 13.5 mm. Pour passer à l'échelle mensuelle, on pourra étudier la répartition mensuelle de l'apport annuel, et ceci région par région, afin de déterminer des valeurs mensuelles d'écoulement.

Dans ce même volet on dispose de la pluviométrie et de l'évaporation aux barrages existants (32) des deux régions hydrographiques étudiées.

On dispose également d'une carte informatisée de tous les bassins versants des bassins hydrographiques de l'Algérie, sauf ceux concernant le bassin n°13 (Sahara)

Données issues de l'étude de la PMH de l'Algérie du nord – Energoproject (1991) :

Cette étude couvre les bassins hydrographiques du nord le l'Algérie, du Maroc à l'ouest à la Tunisie à l'est. Elle est limitée au sud par le 34° de latitude nord. La zone a été découpée en 4 secteurs.

Pour chaque secteur et pour chaque station hydrométrique inventoriée, un modèle a été élaboré afin de déterminer l'écoulement de base et l'écoulement total à chacune d'elles. Sur cette base le consultant a établi :

- Une carte d'isolignes de lames d'eau ruisselées annuelles sur une reconstitution de 40 années (1947/48–1986/87),
- Une carte d'écoulement total – écoulement de base par wilaya

Données issues de l'étude de la Gde Sebkhah d'Oran – SOGREAH (2003)

Une carte pluie annuelle, climat actuel, et relation pluie / écoulement (mm) a été établie. Ce document couvre l'Algérie de la frontière Marocaine à l'ouest, au parallèle 35 °N au sud et à Arzew à l'Est. (Bassin hydrographique de l'Oranais). Elle est complétée par les données hydro-pluviométrique de l'ANRH pour les bassins hydrographiques 16, 11, 08 et 4 ouest et 4 Est (Partie Oranais – Chott Chergui).

Données issues de l'étude du plan de la région Oranais-Chott Chergui GTZ (2004)

Il s'agit d'une étude concernant les bassins hydrographiques n° 04, 16, 11 et 08 et qui a permis de recueillir l'inventaire des stations hydrologiques :

- Stations côtières : 3 dans le bassin 04
- Tafna 19 stations : Bassin 16
- Macta 21 stations : Bassin 11
- Chott Chergui 1 station : Bassin 08.
- La liste des 9 grandes retenues opérationnelles avec crues de projet, volumes totaux, volumes utiles, sédimentation, volumes régularisables disponible.
- Une base de données avec : 1 couche / table ETP mensuelles par sous bassin
- 1 table pluies mensuelles par sous bassin,
- Des tables ressources retenues collinaires et grands barrages.

Données issues de l'étude des problèmes agro-écologiques et leur implication pour la gestion des ressources naturelles – La ressource en eau BNEDER (1999)

Ce document a été établi pour toute l'Algérie, Sahara compris. Il est la compilation de documents ou études existants. Il présente un grand nombre de tableaux synthétiques sur la ressource en eau en général.

Il met également en lumière un certain nombre d'incertitudes » voire d'incohérences. Par exemple, la superficie du bassin du Chott Melghir varie suivant les sources de 31.380 km² à 68.750 km² (pages 28 et 29), celui des hauts plateaux Oranais de 19.000 km², à 49370 km². La superficie de l'Algérie du Nord varie suivant les sources de 217.000 km² à 294 000 Km².

Plusieurs évaluations de la pluviométrie annuelle moyenne par bassin sont présentées. Les ressources en eau de pluie varieraient de 80.634 Hm³/an, à 121.500 Hm³/an suivant les sources. Ces différences peuvent en grandes parties s'expliquer par les périodes climatiques utilisées pour déterminer ces valeurs.

En ce qui concerne l'Algérie du nord, une pluviométrie moyenne annuelle de 370.9 mm est annoncée p 36, soit un apport annuel moyen de 80.634 hm³/an (sur 217.413 km²). L'infiltration annuelle moyenne est estimée (toujours sur la même surface) à 4.444,6 hm³ (20.44 mm). Sur les bassins sahariens (100.000 km² à localiser) la précipitation moyenne annuelle est estimée à 75 mm/an soit 7.500 hm³/an.

Ces valeurs sont données comme ordres de grandeur à l'échelle du pays. Des informations plus détaillées essentiellement sur l'Algérie du Nord ont été présentées en annexe à ce rapport BNEDER. L'annexe 5 du rapport présente l'inventaire des barrages existants, en construction, et en projet par bassin hydrographique, avec leur caractéristiques : capacité, pluviométrie, apports, etc

Données issues du PDGDRS - BRL (1999)

Cette étude concerne les 9 Wilayas du bassin hydrographique du Sahara, soit 174 communes. Le bassin est découpé en 14 RNS (Régions Naturelles Sahariennes). Une base de données a été constituée avec l'année 1995 prises comme année de référence. Des données sur le milieu physique ont été mis dans la base de données (données pluviométriques, météorologiques, hydrologiques de surface et hydrogéologiques...). Cet outil a été implanté au siège du CDARS à Ouargla.

Il est noté que les ressources superficielles « très aléatoires.....ne sont guère valorisables que dans une économie extensive (épandage des crues) ».

Les eaux de surfaces sont caractérisées ainsi : « Volume total écoulé 540 à 970 hm³/an ce qui donne un débit moyen annuel compris entre 17.1 et 30.7 m³/s.

En matière d'ouvrages de contrôle des eaux de surface on notera :

- Les ouvrages traditionnels du M'Zab : 2 m³/s,
- L'épandage de crues du pied des Aurés
- 5 barrages offrant 140 Hm³ de régularisation annuelle,
- Une série de collinaires de piémont d'une capacité de 15 Hm³ ».

Il est rappelé le fort taux d'envasement de ces retenues et la forte évaporation.

Dans le volume « Ressources en sol », un tableau présente des valeurs de pluviométrie moyenne mensuelle à 10 stations, s'étendant du nord au sud, de Biskra à In Salah. Il n'est pas précisé sur quelles durées ont été calculées ces moyennes, ni si un éventuel changement climatique a été mis en évidence comme sur le nord du pays. D'autres informations synthétiques sont également présentées dans ce document comme des valeurs moyennes mensuelles d'ETP dans la région saharienne.

Pour compléter l'information disponible, on pourra toujours se reporter aux documents suivants :

- Le climat du Sahara : J Dubief 1959 : on y trouve la liste des stations climatologiques du Sahara algérien avec leurs coordonnées. On y trouve également des cartes de températures moyennes mensuelles couvrant toute l'Algérie (y compris le Sahara).
- L'hydrologie superficielle du Sahara : J Dubief 1950 : on y trouve des tableaux de pluies mensuelles moyennes (périodes antérieures à 1950 mais cependant avec des durée d'observation significatives), ainsi que des information qualitatives seulement) sur des crues observées. Tout cela est présenté par bassin versant des oueds non pérennes de tout le Sahara.
- Le climat de l'Algérie par Seltzer : Données et statistiques anciennes ainsi que les stations climato de l'époque (et une carte pluviométrique s'étendant jusqu'à Ghardaïa (1913-1938)

6.1.2. Eau de surface – Données collectées auprès de l'ANRH

Une collecte complémentaire de données a été réalisée auprès de l'ANRH avec l'appui de la DHA. Elle a porté sur les données suivantes :

Les données pluviométriques:

Les données pluviométriques recueillies sont les suivantes :

- Pluviométrie mensuelle à 68 stations du bassin 04,
- Pluviométrie mensuelle à 162 stations du bassin 01,
- Pluviométrie mensuelle à 11 stations du bassin 17,
- Pluviométrie mensuelle à 25 stations du bassin 08,
- Pluviométrie mensuelle à 120 stations du bassin 11,
- Pluviométrie mensuelle à 52 stations du bassin 16,
- Pluviométrie mensuelle à 52 stations du bassin 13 ,
- Pluviométrie mensuelle à 27 stations du bassin 06. Ces 27 stations viennent compléter les données déjà recueillies par ailleurs.

Ces données pluviométriques ont été fournies par l'ANRH sous forme de fichiers informatiques, comportant par stations les pluviométries mensuelles, le total de pluie annuelle et les pluies maxima journalières de chaque mois.

Un extrait de fichier de pluviométrie est donné pour exemple ci-dessous, pour la station du bassin 13 « 130356 », et sur 3 années : 1972 à 1974.

130356 1972

3.0 6.0 14.0 0.0 0.0 7.0 0.0 35.0 9.3 9.0 0.0 0.0 83.3
3.0 3.3 14.0 0.0 0.0 7.0 0.0 15.0 7.0 7.0 0.0 0.0 15.0

130356 1973

0.0 0.0 28.7 29.7 0.7 4.5 31.1 71.5 0.0 24.6 7.5 0.0 198.3
0.0 0.0 16.0 10.0 0.7 4.5 14.0 40.0 0.0 22.0 3.7 0.0 40.0

130356 1974

10.6 13.0 1.9 4.6 1.2 21.2 13.7 41.6 21.6 7.5 0.0 0.0 136.9
6.5 13.0 1.6 2.3 1.2 17.0 12.8 17.8 7.0 7.0 0.0 0.0 17.8

Les données recueillies couvrent bien évidemment des périodes différentes. Pour les besoins de la présente étude, on ne s'intéressera qu'à la période récente, post 1975. En effet c'est aux environs de cette date que le changement du régime pluviométrique est apparu. La période post 1975 est donc seule caractéristique du régime actuel.

Par ailleurs, ces données présentent des lacunes. Afin de valoriser au mieux les données existantes, on effectuera une reconstitution des valeurs manquantes lorsque cela est possible. Pour cela on utilisera les observations aux stations pluviométriques voisines et on se fixera des règles visant à reconstituer « raisonnablement » les périodes manquantes.

Au-delà d'un certain pourcentage de la pluie moyenne annuelle, par exemple, on s'interdira toute reconstitution hasardeuse. Cette reconstitution est en cours à la date de rédaction du présent rapport.

On notera que les données recueillies auprès de l'ANRH, n'excèdent pas 1998. Les années récentes n'ayant visiblement pas été encore introduites dans la base de données. Il n'est donc pas possible à ce jour d'obtenir des données plus récentes quelque soit le bassin.

Une carte de localisation des postes pluviométriques dont nous disposons les données est présentée dans le volume 2 de 2 de ce rapport.

La répartition temporelle de la pluviométrie au cours de l'année a également été entreprise. Pour chaque région on propose de définir mois par mois la répartition moyenne de la pluviométrie annuelle. Cette étude de la répartition temporelle de la pluviométrie est actuellement réalisée pour environ 50 % des régions.

On peut estimer qu'à la date de rédaction du présent rapport que la collecte de données pluviométrique est terminée. Le traitement des données recueillies est en cours. Il viendra compléter les données analysées, et validées en 2005, pour le nord, nord-est de l'Algérie dans le cadre de l'actualisation du PNE 93. L'information collectée concerne environ 1100 stations pluviométriques. Ces données comprennent bien évidemment des périodes d'observations diverses.

Les données d'apports liquides de surface

En compléments aux données issues du récent PNE, concernant les région du Nord Est de l'Algérie, nous avons collecté auprès de l'ANRH les données hydrométriques concernant les débits moyens mensuels ou apports moyens mensuels aux stations hydrologiques gérées par l'ANRH pour les bassins suivants :

- Bassin 01 :27 stations,
- Bassin 02 : 1 station,
- Bassin 04 : 4 stations,
- Bassin 11 : 20 stations,
- Bassin 13 : 2 stations
- Bassin 16 : 11 stations
- Apports annuels à une station du bassin 08,
- Apports annuels à une station du bassin 13,
- Apports annuels à une station du bassin 17.

Les apports annuels des stations ci-dessus sont constitués de séries de courtes durées d'observation (quelques années). Les séries de débits ou apports mensuels sont quant à elles constituées d'observations sur de plus longues périodes (entre 25 et 30 ans). Si la qualité de ces séries est confirmée elle seront une bonne base pour la détermination des apports liquides de surface.

La phase suivante de l'étude va donc consister à utiliser ces données pour déterminer régionalement les ressources en eau de surface, et compléter ainsi les valeurs élaborées lors du récent PNE sur le nord et l'est du pays, afin de pouvoir renseigner la base de données de l'étude.

6.1.3. Ressources en eau de surface - Base de données et SIG

Les termes de référence de la présente étude de la PMH stipule que l'on « rassemblera, analysera et synthétisera l'ensemble des données de bases notamment les ressources en eau »....et « ...les structures de gestion des différentes aires d'irrigation ».

La proposition technique de SOGREAH inclu la création d'une base de données et d'un SIG comprenant entre autres une sous base de données hydrologique et climatologique. Cette base de données / SIG en cours de construction sera basée sur des cartes topographiques à diverses échelles. Elle comportera entre autres les informations suivantes :

- En terme de climat : des informations pertinentes et utiles à la détermination des ressources en eau, comme la pluviométrie et l'évapotranspiration,
- En terme de ressources en eaux de surface : des informations du type limite de bassins versants, tracé des principaux oueds, implantations des stations limnimétriques...etc.

L'Algérie a été le cadre d'un changement climatique sensible, qui a été observé à partir des années 1975. Ce changement s'est essentiellement manifesté par une diminution sensible de la pluviométrie annuelle. Cette diminution, variable suivant les régions atteint par endroit plusieurs dizaines de %.

Ce phénomène maintenant bien identifié sera pris en compte dans la constitution de la base de données. En effet, considérer toute la période de données disponibles biaiserait notablement la connaissance de la pluviométrie affectant chaque région et par là la ressource en eau superficielle. La prise en compte de la seule période récente (à partir de 1975) donnera une information beaucoup plus réaliste.

Il est donc proposé de réaliser une carte de pluviométrie annuelle à l'échelle du pays.

Cette carte, comme déjà évoqué, ne prendra en compte que la période récente (postérieure à 1975). Les données qui seront utilisées seront les données critiquées, complétées et validées lors de l'étude d'actualisation et de finalisation du PNE 2004 (BCEOM) et couvrant toute la partie Nord Est de l'Algérie). Cette étude a également mis en évidence les réductions de pluviométrie affectant chaque région de la zone d'étude.

Pour le Nord Ouest de l'Algérie, on s'appuiera sur la base de données de l'ANRH, car les informations contenues dans l'étude du Plan Régional de l'eau Oranie – Chott Chergui (GTZ / AHT Mai 2004) ne sont pas encore accessibles.

On étudiera également région par région, la répartition temporelles de la pluviométrie au cours de l'année, afin de définir pour chaque région, mois par mois, la répartition annuelle de la pluviométrie. On déterminera également les ratios entre année sèche (décennale sèche par exemple) et année moyenne, et entre année humide (décennale humide par exemple) et année moyenne. Le but de l'étude de ces ratios étant de pouvoir à partir du SIG et des bases de données, simuler plusieurs type de scénarios de développement.

En ce qui concerne les écoulements, notre connaissance de l'Algérie et les études récentes réalisées vont nous permettre de définir les lames d'eau ruisselées en fonction de la pluviométrie observée. Les relations que nous mettrons en évidence entre ces deux grandeurs (pluie – ruissellement) seront régionalisées. Tout comme les pluies, on étudiera à partir des meilleures stations hydrologiques, la répartition au cours de l'année de l'écoulement annuel.

La aussi, on s'appuiera sur les études récentes et les données contenues dans les bases de données de l'ANRH qui ont été recueillies.

Pour les données climatiques, on cartographiera, sur toute l'étendue du pays les données essentielles que sont l'ETP. L'ANRH a réalisé en 2002, en partenariat avec GTZ, un document unanimement reconnu : « La carte des évapotranspirations du Nord de l'Algérie ». Ce document, couvrant le Nord du pays (au nord du 34^{ème} parallèle) couvre donc la quasi-totalité des bassins hydrographiques Algériens à l'exception du bassin 13 : Sahara. Cet atlas cartographique présente mois par mois et en moyenne annuelle les courbes d'iso valeurs d'ETP sur toute l'Algérie du Nord.

Ce support sera donc à incorporer dans la base de données / SIG de la présente étude et complété par les informations d'ETP disponibles pour la région Saharienne.

6.1.4. Mobilisation des eaux de surface - Base de données et SIG

La mobilisation des eaux de surface pour la PMH peut être caractérisée par les chiffres suivants :

- Petits barrages pour la PMH : de l'ordre de 50 suivant les statistiques 2003, 2004 et 2005 de la DHA.
- Retenues collinaires pour la PMH : de l'ordre de 400 suivant les statistiques 2003, 2004 et 2005 de la DHA

En ce qui concerne les grands barrages, (d'après l'ANBT, situation 2005), 57 ouvrages sont en exploitation, avec un volume régularisé de 2,8 hm³ pour un volume de stockage de 5,7 hm³ (taux de 50%). A ces barrages s'ajoutent 8 barrages en construction et plusieurs dizaines d'autres à l'étude. L'objectif de l'ANBT à l'horizon 2020 est que l'Algérie dispose d'un volume de stockage de 10 hm³ permettant la régularisation de 5 hm³.

Cet objectif de l'ANBT peut être comparé aux estimations de l'ANRH qui en 1990 – soit pendant la période récente de sécheresse – donnait pour l'ensemble de l'Algérie :

- Volume potentiel des ressources en eau de surface : 12.410 hm³,
- Volume mobilisable : 6.200 hm³,
- Volume régularisable : 5.700 hm³.

Il y a cohérence entre ces chiffres et l'objectif de l'ANBT pour 2200, mais on constate qu'au-delà de cette échéance de 2020, sous réserve de réalisation de l'objectif de l'ANBT, l'ensemble des potentialités en eau de surface du pays seraient mobilisées.

La base de données comprendra donc les informations recueillies dans les études récentes et concernant les ouvrages de stockage existants et en projet (barrages et les retenues collinaires), à savoir :

- « Actualisation PNE 93 » BCEOM, 2004. Mission 2 Volet 5, barrages et grandes infrastructures » 2004 : synthèse des ouvrages existants, en construction et en projet.
- « Revue des problèmes Agro Ecologiques et leur implication pour la gestion des ressources naturelles », BNEDER, 1999. Caractéristiques des barrages existants et en construction sur tous les bassins hydrographiques y compris le Sahara (Annexe 5). Les retenues collinaires sont également listées. On notera que les retenues collinaires anciennes (quelques dizaines d'années), présentent des taux de sédimentation très élevés, réduisant sensiblement leurs capacités)
- Le Plan Régional de l'eau Oranais – Chott Chergui réalisé en 2004 présente également pour cette partie du pays l'inventaire des ouvrages existants et leurs caractéristiques.

Ces divers inventaires tous assez récents, seront actualisés et complétés au fur et à mesure du déroulement de l'étude PMH et de la phase d'inventaire de la sous-mission A2.

Les données seront utilisées pour confronter ressources et besoins pour chacun des bassins hydrographiques principaux de l'Algérie.

6.2. Ressources en eau souterraine

6.2.1. Cadre géologique et hydrogéologique

L'Algérie est divisée en deux unités tectoniques majeures séparées par la faille Sud atlasique :

- Le Nord de l'Algérie (domaine atlasique) portant l'empreinte de la tectonique alpine,
- La plate-forme saharienne (domaine saharien), relativement stable, où la tectonique est moins prononcée.

Le Nord de l'Algérie est délimité par les éléments de relief longitudinaux suivants :

- Au Sud, l'atlas saharien, une chaîne de montagnes d'origine alpine,
- Au centre, des plates-formes comme la Méséta Oranaise à l'Ouest et le môle d'Ain Regada à l'Est,
- Dans la partie septentrionale, l'Atlas Tellien est une zone complexe constituée de nappes mises en place au Miocène inférieur. Des bassins néogènes tardifs comme le Chélif et le Hodna se sont installés sur ces nappes.

Cette tectonique complexe et récente a provoqué une segmentation des principales entités géologiques en multitudes de bassins de taille réduite. Du point de vue hydrogéologique, on retrouve donc généralement dans le Nord de l'Algérie des entités hydrogéologiques d'ampleur relativement limitée et en nombre important.

Le domaine saharien est, quant à lui, situé au sud de l'Algérie alpine et appartient au Craton Nord Africain. Il comprend un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire, structurée au paléozoïque en plusieurs bassins séparés par des zones hautes.

Les dimensions des entités géologiques sont ici beaucoup plus importantes et les remplissages des grands bassins sédimentaires peuvent atteindre plusieurs milliers de mètres d'épaisseur. Même si le domaine saharien s'étale sur plus de 80 % du pays, le nombre d'entités hydrogéologiques significatives est quant à lui plus limité que dans le nord du pays.

Par ailleurs, compte tenu de la très faible pluviométrie du domaine saharien (< 100 mm/an), la recharge actuelle de ces aquifères est quasiment inexistante. L'exploitation des ressources en eau souterraine du Sahara est donc généralement de type 'minier', avec une baisse inexorable de la piézométrie.

Dans les parties suivantes, les principaux aquifères à la fois du domaine atlasique et du domaine saharien seront décrits plus en détails.

6.2.2. Ressources en eau souterraine du domaine atlasique

Préambule

Dans les études de ressources en eau récentes, le Nord de l'Algérie a été découpé en 4 secteurs correspondant aux grands bassins hydrographiques qui correspondent égale-

ment aux délimitations des Agences de Bassin Hydrographique (ABH) : Oranie-Chott Chergui ; Chélif-Zahrez ; Algérois-Hodna-Soummam ; Constantinois-Seybouse-Mellegue.

Dans ce qui suit seront décrits sommairement les caractéristiques des principaux aquifères en essayant de quantifier autant que possible les ressources en eau disponibles.

Oranie-Chott Chergui

Les principaux aquifères de ce secteur sont :

- Plaine de Maghnia. Cet aquifère se développe de part et d'autre de la frontière avec le Maroc et se compose de matériaux plio-quadernaire,
- Monts de Tlemcen. L'aquifère karstique est très développé dans les calcaires et fournit des débits quelquefois importants au niveau de certaines sources,
- Plaine de Sidi Bel Abbès. La principale nappe est celle du plio-quadernaire. D'autres formations aquifères existent notamment dans les calcaires éocènes et dans les dolomies et calcaires des monts de Sidi Ali Ben Youb (karstification),
- Djebel Mudjardjo-Brédéah. Les calcaires du Mudjardjo sont karstifiés de façon importante et alimentent quelques sources significatives (Ras El Aïn, Misserghin) et l'aquifère de Brédéah,
- Chott Chergui. Il existe de nombreuses formations potentiellement aquifères sur les plusieurs centaines de mètres de remplissage secondaire et tertiaire. Les aquifères les plus intéressants sont notamment les calcaires du Sénonien et les dolomies et calcaires du Jurassique supérieur,
- Chott Gharbi. L'ANRH réalise de nouveaux forages profonds pour préciser les ressources en eau souterraine de ce secteur,
- Plateau de Saida. L'aquifère est principalement développé dans des calcaires karstifiés,
- Plaine de Ghriss – Mascara. Trois principaux niveaux aquifères se rencontrent au niveau de la plaine de Mascara : nappe superficielle des alluvions quadernaires, la nappe des calcaires lacustres du mio-pliocène et la nappe des calcaires et dolomies du Jurassique,
- Plateau de Mostaganem. Cet aquifère se développe dans les sables et grès calabriens. Il alimente les aquifères voisins de la plaine de Bordjas et du synclinal de Bouguerat/Vallée de la Soif. La source captée d'Aïn Soltane (35 l/s) est l'un des exutoires importants de l'aquifère.

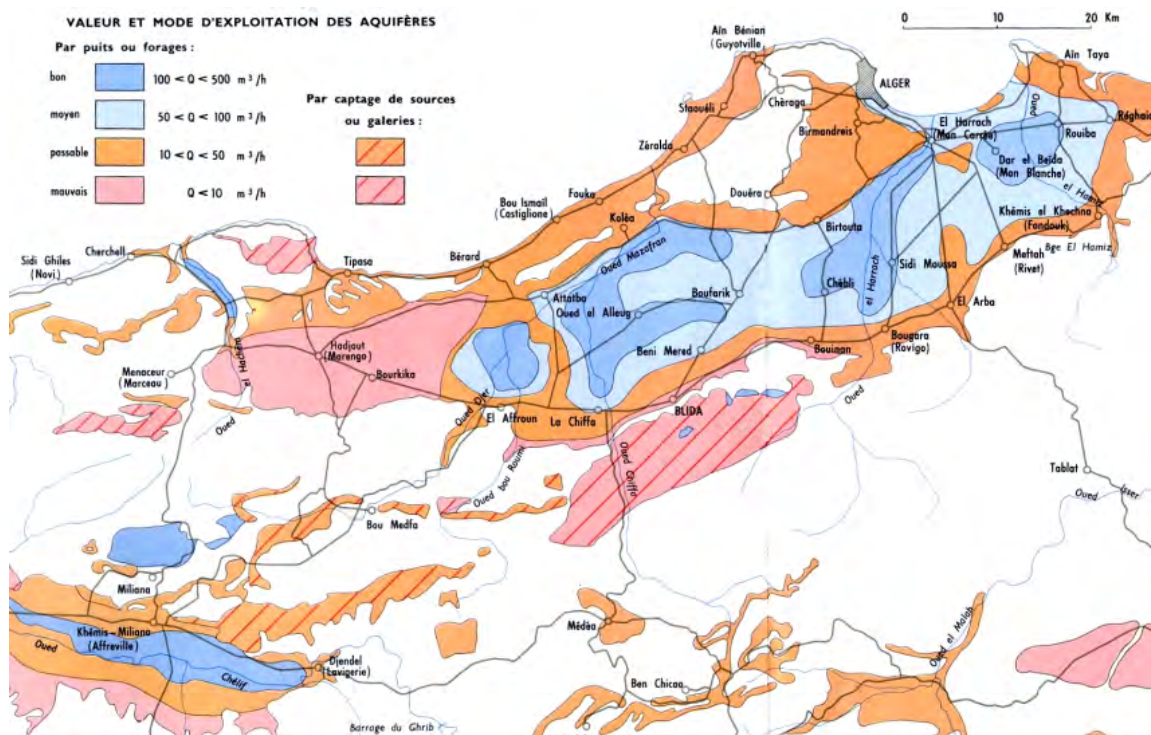
Cheliff-Zahrez

- Plateau Sersou. On distingue 3 principaux types d'aquifères : l'aquifère superficiel du plio-quadernaire, les grès du miocène inférieur, les calcaires et grès du Crétacé. L'aquifère des grès crétacé est le plus exploité,

- Monts de Saida. En plus des alluvions d'oueds, deux types de formations aquifères se rencontrent sur les monts de Saida : les grès argileux du Callovo-Oxfordien et Tertiaire et les dolomies du Jurassique,
- Plaine de la Mina. Cette plaine est limitée au Nord par la plaine alluviale du Chélif, à l'Ouest par la plaine de Ghriss et à l'Est par les calcaires de Zemmoura et au Sud par le plateau de Saida. On distingue 2 nappes principales : la nappe phréatique quaternaire (puits) et la nappe des grès de l'Astien (forages),
- Plaine de Aïn Oussera. Des puits traditionnels captent les formations superficielles quaternaires (calcaires, alluvions). Les formations gréseuses albiennes forment le principal aquifère de la région,
- Zahrez. L'aquifère siège dans les formations quaternaires constituées de sables avec intercalations d'argiles, des éboulis de pente, des dunes et des alluvions. L'épaisseur de ces matériaux peut atteindre 200 m,
- Plateau de Ksar Chellala,
- Vallée du Chélif. Elle délimitée en 3 tronçons bien individualisés : plaine du haut-Chélif, plaine du moyen Chélif, plaine du Bas Chélif. L'aquifère est localisé dans les alluvions grossières et dans la partie amont, le miocène conglomératique peut également être aquifère.

Algérois-Hodna-Soummam

- Plaine de la Mitidja. La plaine de la Mitidja est un bassin alluvial côtier où s'individualisent deux principaux ensembles aquifères : l'astien gréseux ou grésocalcaire et les alluvions quaternaires. Cet aquifère très exploité possède probablement les plus importantes ressources du Nord de l'Algérie,



Principales zones productives de la plaine de la Mitidja

- Plaine alluviale de l'Oued Djer. Cette plaine alluviale alimente au Sud-Est la plaine de la Mitidja,
- Nappes du Sahel. Ces nappes s'étendent de part et d'autres d'Alger, le long du littoral. Elles siègent dans les dunes généralement consolidées,
- Nappe d'accompagnement (inféro-flux) de l'oued Boudouaou,
- Vallée de la Soummam. Les alluvions quaternaires forment la nappe alluviale qui en liaison directe avec l'Oued Soummam qui draine la nappe en étiage et qui l'alimente lors des crues ou en hautes eaux, grâce à l'apport important de sources des reliefs (Issues des calcaires jurassiques du Djurdjura),
- Plaine alluviale de Bejaïa,
- Calcaire de Bejaïa,
- Calcaire de Toudja.

Constantinois-Seybouse-Mellegue

- Sebaou. Cet aquifère est scindé en 2 parties. Le Bas-Sébaou forme une vallée d'alluvions quaternaires, structurée en un complexe de terrasses emboîtées. La nappe libre du Haut-Sébaou, épaisse d'une dizaine de mètres, s'étale sur une longueur de 50 km (à proximité de Tizi Ouzou) et sur une largeur variant de 0,8 à 3 km, de l'amont vers l'aval,
- Chott El Hodna. Dans la plaine du Hodna, deux nappes de grande étendue se superposent, la nappe phréatique et la nappe captive qu sont en communications en fonction de leur charge et de la perméabilité du terrain intercalaire,
- Synclinal de Dekhla
- Plaine de Tebessa Morsot. La plaine d'effondrement de Tébessa-Morsott abrite un vaste système aquifère constitué de plusieurs nappes en continuité hydraulique,
- Plateau de Chrea,
- Oued Nil. Cet ensemble hydrogéologique est formé ar les alluvions de l'oued et par les formations dunaires,
- Oued Djendjen. L'ensemble est composé par les terrasses quaternaires, les alluvions récentes ainsi que les dunes anciennes,
- Plaine de Aïn M'Lila,
- Vallée de l'oued Safsaf. L'épaisseur d'alluvions quaternaires varie de 5 à 30 m suivant les secteurs. Le substratum est constitué d'argiles numidiennes et de marnes du piliocène,

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

- Plaine de l'Oued El Kébir. Cet ensemble aquifère s'étend sur près de 96 km². Sa puissance varie de 12 à 44 m et peut être captive sous des niveaux argileux, Le sens d'écoulement des eaux souterraines est parallèle à celui de l'oued avec lequel elle est en liaison hydraulique,
- Plaine de Guelma
- Plaine d'Annaba
- Plaine alluviale d'Isser
- Plaine de Biskra Tolga

Synthèse

Les ressources en eau souterraine contenues dans les nappes du Nord du pays sont estimées à environ 2 hm³/an. Ces nappes sont alimentées par les pluies : soit directement par infiltration directe, soit indirectement par l'infiltration des oueds.

L'alimentation en eau est donc conditionnée par la pluviométrie qui est caractérisée par une grande variabilité à la fois dans l'espace et dans le temps.

Evaluation des potentialités en eau des principaux aquifères du Nord de l'Algérie est récapitulée dans le tableau suivant (Ministère des Ressources en Eau) :

Tableau 20 : Potentialités en eau des principaux aquifères du Nord (MRE)

Nappes	Potentialités (hm ³ /an)	Nappes	Potentialités (hm ³ /an)
Plaine de Maghnia	15	Sebaou	53
Monts de Tlemcen	40	Chott El Hodna	133
Plaine de Sidi Bel Abbès	30	Synclinal de Dekhla	14
Djebel Murdjadjo - Bré-déah	12	Plaine de Tebessa Mor-sot	18
Chott Chergui	54	Plateau de Chrea	18
Plateau Sersou	12	Plaine de Biskra Tolga	60
Plaine de la Mina	17	Oued Nil	20
Plaine de Ain Oussera	27	Oued Djendjen	10
Zahrez	50	Plaine de Ain M'Lila	22
Plateau Ksar Chellala	14	Vallée de l'Oued Safsaf	12
Plaine de Bouira	15	Plaine de O. Kebir Ouest	15
Plaine cotière Bejaia	35	Plaine de Guelma	17
Vallée de la Soummam	100	Plaine d'Annaba	45
Plaine Alluv Oued Djer	20	Plaine alluviale Isser	35
Mitidja	328	Chellif	80
Sahel	28	Oued M'zi	223
Boudouaou	12	Chott Gharbi	40
Calcaire de Toudja	15	Plateau de Saida	50
Calcaire de Bejaia	17	Plaine de Ghriss	70
		Total	1 776

6.2.3. Ressources en eau souterraine du domaine saharien

Nappes du complexe terminal

Généralités sur le SASS et extension du complexe terminal

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) peut être divisé en deux parties côté algérien, séparées par l'anticlinal du M'Zab :

- Bassin occidental, compris entre le M'Zab, la vallée de la Saoura et la flexure atlasique,
- Bassin oriental, limité à l'Ouest par le M'Zab au sud par les plateaux du Tademaït et du Tinrhert et se prolonge vers l'Est en direction de la Tunisie et la Libye.

Verticalement, il est généralement admis que le Cénomaniens argilo-carbonaté constitue la base du Complexe Terminal. Spatialement, on limite généralement l'extension du Complexe Terminal vers l'Ouest au méridien passant par Ghardaïa même s'il est présent plus à l'ouest (mais difficile à différencier des autres entités). Le complexe terminal regroupe plusieurs aquifères et notamment :

- Sénonien,
- Eocène,
- Mio-pliocène.

Fonctionnement hydrogéologique

Une partie des aquifères du Complexe Terminal possède un exutoire au niveau des chotts. Ces chotts sont partiellement alimentés par une drainance ascendante provenant des eaux souterraines.

Recharge et potentialités en eau

L'étude intitulée « Etude des Ressources en Eau du Sahara Septentrional » ou ERESS (UNSECO) de 1972 était l'étude la plus complète réalisée jusqu'alors. Le modèle mathématique réalisé en régime permanent puis en régime transitoire avait alors permis de dresser le bilan de la nappe du complexe Terminal :

- Entrée d'eau dans le système : 18,5 m³/s,
- Sortie d'eau du système : 21,5 m³/s (dont 12,6 m³/s par les sources et forages).

Le bilan hydraulique du Complexe Terminal était donc, au début des années 1970, déficitaire d'environ 3 m³/s. Les prélèvements avaient augmenté de 9,3 à 12,7 m³/s en 1959 et 1970.

Nappe du continental intercalaire

Extension et aperçu géologique

Avec près de 800.000 km², le Continental Intercalaire (CI) est l'un des aquifères les plus étendus de la planète dont l'une des particularités est de constituer une ressource en eau

souterraine « fossile » puisque très peu alimentée avec les conditions climatiques actuelles.

Au Sud de l'Atlas, s'étend le domaine saharien. Les formations sédimentaires reposent sur le socle géologique formé par le bouclier (craton) africain. Sur ce bouclier composé de roches éruptives ou métamorphiques se sont déposées plusieurs milliers de mètres de terrains sédimentaires allant du Cambrien au Quaternaire. A la base de l'édifice sédimentaire, on retrouve des roches sédimentaires paléozoïques contenant des eaux salées et des hydrocarbures.

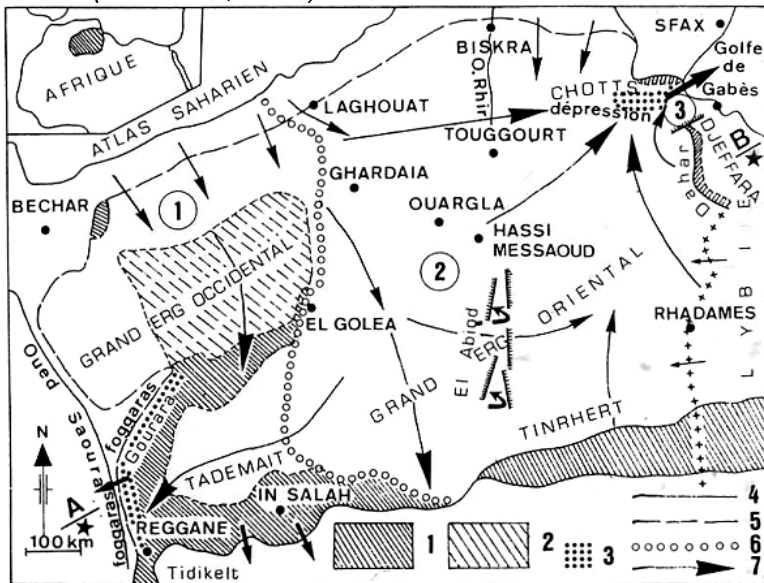
La nappe du Continental Intercalaire souvent appelée « Nappe de l'Albien » occupe une petite partie de ce remplissage sédimentaire. Le CI couvre donc les terrains dont l'âge va du Trias à l'Albien. A l'affleurement le CI se présente sous la forme d'une succession de bancs gréseux, de sables fins et de niveaux argileux. Les nombreux forages pétroliers qui ont traversé la totalité des terrains secondaires nous renseignent sur l'épaisseur totale et la lithologie du Continental Intercalaire. La puissance de cet aquifère est généralement comprise entre 200 et près de 1000 m. Certains forages d'AEP vont chercher l'eau à près de 2000 m de profondeur.

Fonctionnement hydrogéologique

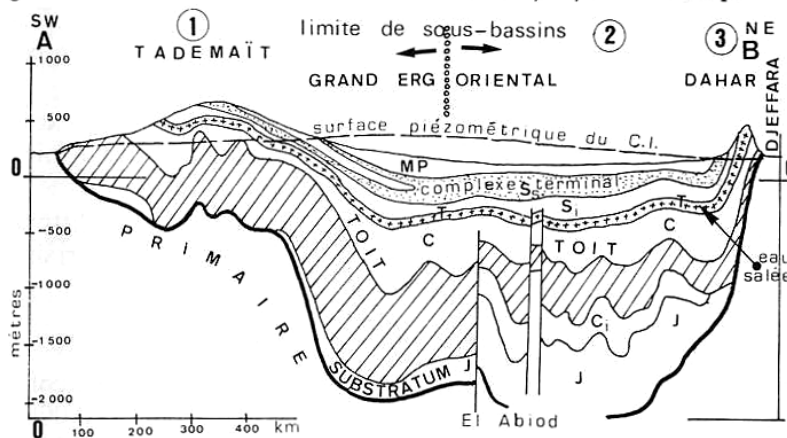
L'examen de la carte piézométrique permet de distinguer trois sous-bassins :

- A l'ouest, le sous-bassin occidental alimenté par le piémont de l'Atlas et le Grand Erg lui-même à l'occasion de précipitations exceptionnelles. L'écoulement des eaux se fait vers les foggaras des régions du Touat, du Gourara et du Tidikelt qui sont les seules sorties naturelles visibles puisque l'on peut considérer qu'elles se sont substituées aux sources originelles. Des sorties se produisent également par évaporation dans les sebkhas présentes au fond des dépressions de la région et vers le bassin de Taoudeni par un appendice de réservoir qui se développe vers le Sud au niveau de Régane.
- Au Nord-Est, le sous-bassin de Bas-Sahara alimenté également par le piémont de l'Atlas et qui a comme exutoire le Chott Fedjaj et la plaine côtière de Gabès. Le Chott Fedjaj est alimenté per ascensum par la nappe du CI alors que les autres chotts (Djerid, Melhrir et Merouane) évaporent des eaux superficielles et des eaux souterraines issues du Continental Terminal. La sortie des eaux vers la nappe côtière tunisienne par l'intermédiaire de la faille de Médenine (ou faille d'El Hamma) constitue l'exutoire majeur de la nappe du CI.
- Dans l'angle Sud-Est, le sous-bassin de Tinrhert-Grand Erg Oriental dont les eaux s'écoulent en direction du Nord, vers le même exutoire que celui évoqué précédemment (plaine de Gabès).

Carte et coupe hydrogéologiques schématiques du Système Aquifère du Sahara Septentrional (UNESCO, 1972) :



1, affleurements de la formation hydrogéologique perméable du C.I. ; 2, affleurements du C.I. sous les sables du Grand Erg occidental (alimentation par drainance descendante) ; 3, zone d'émergence des foggaras ; 4, limite du bassin hydrologique ; 5, limite du bassin hydrogéologique ; 6, ligne de partage des eaux souterraines ; 7, grands axes de flux de l'écoulement de l'eau souterraine ; AB, trace de la coupe



La recharge directe par les précipitations est quasi nulle tant la pluviométrie est limitée. La seule contribution potentielle par les pluies est liée à l'épandage des crues au pied des reliefs de l'Atlas Saharien. Même si les premières estimations aboutissaient à des chiffres plus importants, les dernières modélisations (BNEDER/BRL/Ecole des Mines de Paris) aboutissent à une recharge actuelle du CI de l'ordre de 8,5 m³/s, donc très faible par rapport au volume stocké.

L'exploitation de cette ressource s'apparente donc à un « gisement minier » dans lequel les prélèvements sont réalisés au détriment du stock. Cependant la totalité de l'eau présente dans un tel réservoir n'est pas mobilisable pour notamment des raisons économiques et pour raisons de qualité d'eau (salinité, température, ...). La réserve exploitable n'est pas une grandeur simple et figée dans le temps. Elle dépend du prix de revient de l'eau que l'on accepte de payer et des investissements financiers que l'on consent à engager.

Exemple d'exploitation traditionnelle des eaux souterraines : Foggaras

Description

Pour couvrir les besoins en eau et lutter contre l'aridité importante de la terre sans laisser prise à l'évaporation, il a fallu trouver un moyen d'irrigation adapté au milieu aride : la foggara.

Le Sahara algérien constitue l'une des zones où ce type de galerie drainante est le plus développé au monde après l'Iran (Qanat) d'où la foggara est originaire. La quasi-totalité des foggaras d'Algérie est située dans la wilaya d'Adrar, au niveau des régions du Touat, du Gourara et du Tidikelt. Ces foggaras captent les eaux du Continental Intercalaire dans une zone où naturellement l'aquifère émerge (sources). Quelques foggaras, aujourd'hui abandonnées, étaient présentes dans le lit des oueds du massif du Hoggar.

Une foggara est une galerie souterraine construite pour alimenter les jardins dans les palmeraies. Elle peut avoir un développement de 2 à 10, voire 15 kilomètres (Timimoun).

Les galeries suivent une faible pente et courent à environ 5 ou 10 mètres sous la surface du sol. La foggara proprement dite a un diamètre suffisant (1 m à 1,20 m) pour permettre le déplacement d'un homme courbé, progressant d'aval en amont au moment du creusement, et la circulation d'un ouvrier pour effectuer des travaux d'entretien.

Le fait de pouvoir capter de l'eau gravitairement, sans besoin d'énergie, constitue l'avantage principal de ce type de captage traditionnel.

D'un point de vue hydraulique, la foggara est donc scindée en deux parties :

- Une partie amont drainante et donc captante. Dans cette zone, le radier de la foggara est situé sous le niveau piézométrique de la nappe,
- Une partie aval destinée à l'adduction de l'eau jusqu'à la palmeraie (fuites potentielles dans cette partie adduction). Dans cette zone, le radier de la foggara est situé au dessus du niveau piézométrique de la nappe.

Sauvegarde du débit des foggaras

En 1960, des enquêtes avaient permis d'inventorier environ 1 millier de foggaras (3,6 m³/s) dans les régions de Gouara (Timimoun), Touat (Adrar) et Tidikelt (Aïn Salah) avec les débits respectifs suivant : 887 l/s , 2.085 l/s et 693 l/s.

Au début des années 2000, un nouvel inventaire des foggaras a été réalisé par la Délégation Régionale Sud-Ouest (Adrar) de l'ANRH. Les débits unitaires sont faibles puisque 90% des foggaras ont un débit inférieur à 10 l/s. La longueur moyenne des foggaras est de 3 km.

En comparant, les foggaras présentes dans les 2 inventaires, il a été possible d'estimer une baisse du débit d'environ 16 % entre 1960 et 2000. Le débit actuel drainé par l'ensemble des foggaras est de l'ordre de 3 m³/s.

Plusieurs solutions sont envisagées pour optimiser le débit des foggaras de la wilaya d'Adrar :

- Imperméabilisation de la zone inactive (aval) pour récupérer le volume d'eau qui s'infiltre. Ces travaux peuvent se faire par bétonnage ou pose de conduite étanche le long de la partie non drainante de la foggara.
- Réduire le débit des forages situés à proximité de la partie drainante des foggaras afin de limiter les interférences entre les deux types de captage des eaux souterraines.
- Moderniser les outils de curage et de creusement pour faire baisser le prix de l'eau provenant des foggaras
- Mise en place de puits de pompage à faible débit (solaire ou éolien) dans la partie aval (non drainante) de la foggara afin de combler le déficit de débit lié à la baisse piézométrique.

Nappes du primaire

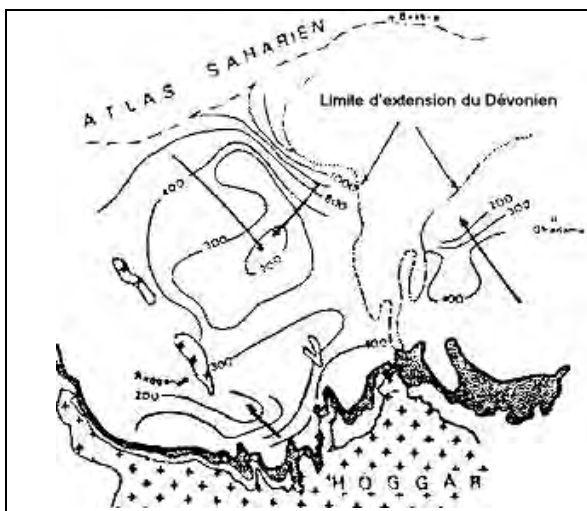
Nord du Hoggar

Les aquifères du paléozoïque forment à l'affleurement une auréole autour du massif du Hoggar. Ces aquifères sont constitués des grès Cambro-Ordovicien et du Dévonien inférieur, séparés par une épaisse série de schistes siluriens

Cambro-ordovicien

Il constitue le principal aquifère du paléozoïque. Les grès sont très fissurés à proximité du Hoggar où il affleure. L'écoulement se fait en direction de la partie centrale du bassin du Sahara Septentrional. Les forages captant cet aquifère peuvent fournir jusqu'à 5 à 20 l/s. Même si, dans certaines zones, les eaux sont douces en profondeur (Illizi Sud, Amguid, Mouydir, ...), en général la minéralisation des eaux augmente avec la profondeur. Les eaux sont donc généralement très fortement minéralisées sauf en bordure sud de bassin, c'est-à-dire à proximité des zones d'alimentation. Les eaux possèdent un faciès bicarbonaté calcique, sodique, et calco-magnésien.

Dévonien inférieur



Le Dévonien est présent dans deux sous-bassins localisés de part et d'autre de la Dorsale méridienne passant par l'extrémité septentrionale du Hoggar.

Comme pour le Cambro-Ordovicien, plus les terrains sont situés en profondeur, plus les eaux sont minéralisées. Les eaux sont donc de meilleure qualité à proximité des zones d'affleurement des grès du Dévonien inférieur. L'exutoire doit probablement être un écoulement vertical *per ascensum* vers les aquifères post-paléozoïques.

Sud Hoggar

Bassin du Niger

Le bassin du Niger est constitué de sous-bassins qui peuvent contenir des quantités importantes d'eau souterraine (nappes du CI et CT du sous-bassin des Illumedden). Dans la partie septentrionale du bassin du Niger, seul le sous-bassin de Tin Séririne est situé en Algérie.

Deux unités se distinguent : à l'Est, entre l'Aïr et le Hoggar, le synclinal de Tin Séririne dont la fermeture Nord est visible en Algérie et à l'Ouest d'In Guezzam une série de synclinaux presque entièrement masqués par les couvertures sédimentaires quaternaires. A l'ouest d'In Guezzam, très peu d'informations existent sur les aquifères du primaire.

Au niveau du synclinal de Tin Séririne, deux nappes principales peuvent être présentes dans les formations primaires : la nappe du cambro-ordovicien et la nappe du dévonien inférieur.

L'aquifère du Cambro-Ordovicien est constitué de grès très grossiers à micro-conglomératiques. Le substratum de l'aquifère est représenté par le socle géologique. Son extension souterraine méridionale n'est connue que dans le synclinal de Tin Séririne où sont concentrés les 56 forages qui captent l'aquifère.

Du point de vue hydro chimique, la salinité de l'aquifère cambro-ordovicien varierait entre 0,1 et 0,6 g/l entre l'amont hydraulique et la frontière algéro-nigérienne. Des études anciennes ont montré que les valeurs de réserves en eau dans le cambro-ordovicien étaient de l'ordre de 100 milliards de m³ dont environ 60 % en Algérie et le reste côté nigérien.

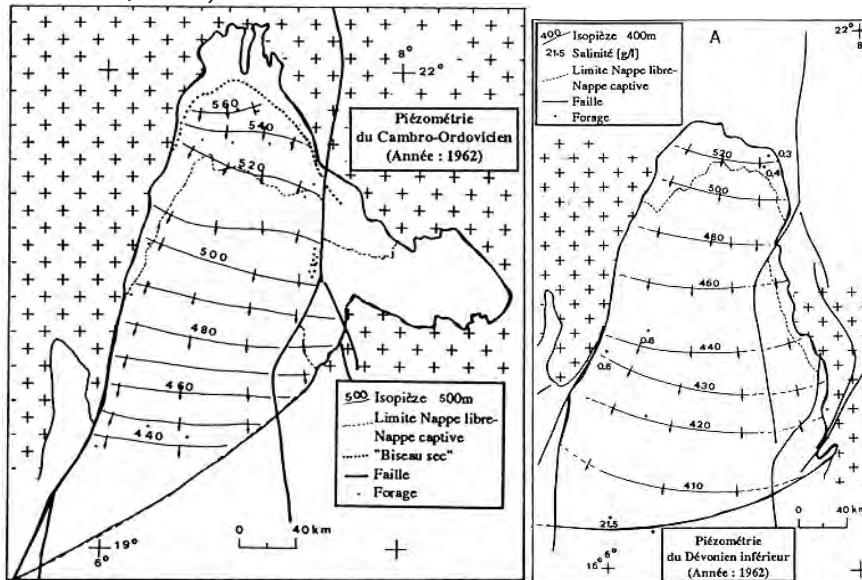
Les différentes cartes piezométriques disponibles et notamment la carte hydrogéologique du Hoggar et des Tassilis (ANRH) mettent en évidence un écoulement globalement orienté Nord-Sud, c'est-à-dire en direction du Niger. Le niveau piézométrique est généralement à moins de 80 m de profondeur et la nappe est en grande partie captive.

L'aquifère du Dévonien inférieur est constitué de grès conglomératiques à la base, fins à grossiers au sommet. L'épaisseur moyenne de l'aquifère est de l'ordre de 100 m. L'aquifère est captif sauf dans sa partie périphérique septentrionale.

Très peu d'informations sont disponibles sur les caractéristiques des eaux du Dévonien inférieur de ce secteur.

Le débit spécifique est compris est en moyenne entre 0,05 m³/h/m (nord) à 0,5 m³/h/m (sud). Les eaux sont douces au Nord (0,3 g/l) et très minéralisées au Sud (> 20 g/l).

Cartes piézométriques des principaux aquifères du sous-bassin de Tin Séririne (d'après A. DODO, 1992) :



Bassin du Taffassaset

Ce bassin est globalement identique à celui de Tin Siririne du point de vue géologique. L'aquifère est situé au sein d'une structure synclinale du Cambro-Ordovicien d'une puissance de 80 à 300 m.

Les réserves exploitables seraient de l'ordre de 77 000 m³/j pour 27 ans d'exploitation. Les débits spécifiques sont de l'ordre de 10 m³/h/m. L'eau est peu minéralisée (0,5 g/l). Le niveau piézométrique est généralement situé à moins de 50 m de profondeur.

Bassin de Tindouf

Le synclinal paléozoïque de Tindouf se situe à l'extrême sud-ouest de l'Algérie, à la frontière avec la Mauritanie. Les principaux aquifères identifiables sont ceux :

- Hamadien inférieur,
- Viséen supérieur (carbonifère inférieur) : calcaires dolomitiques,
- Dévonien inférieur (grès),
- Cambro-ordovicien (grès).

Dans la région de Tindouf, l'intense exploitation actuelle des nappes hamadienne et surtout viséenne entraîne une vidange accélérée de ces réservoirs.

Une nouvelle possibilité est représentée par les nappes du Dévonien inférieur et du Cambro-Ordovicien, nappes confinées encore peu exploitées.

Nappes d'oueds ou infero-flux

Dans le Hoggar, les nappes libres d'infero-flux sont localisées dans les alluvions et les altérites provenant de l'altération du socle (granite, ...).

Elles sont généralement pérennes dans le lit des oueds principaux (au moins 100 m de large), possédant un bassin versant conséquent, une épaisseur d'alluvions importante, et sont situées généralement au dessus de 1000-1200 m d'altitude.

Ailleurs, la présence de ces nappes est aléatoire compte tenu de la très faible pluviométrie (généralement inférieure à 50 mm/an). Les nappes d'inféro-flux liées aux oueds de taille réduite sont rarement pérennes et se tarissent généralement quelques mois après la période de recharge.

Quelques oueds prenant leur source dans le massif de l'Atakor possèdent des ressources en eau en général pérenne, notamment :

- L'Oued Tamanrasset
- L'Igharar (Oued) oua-n'outou et l'Oued Tit formant l'Oued Abalessa

Localement, à la faveur d'un contexte géologique favorable, une nappe d'inféro-flux peut se développer alors que les critères précédents ne sont pas tous intéressants. Par exemple, une nappe significative existe dans les alluvions de l'Oued Ihéir, entaillant le Tassili et drainant les sources émergeant probablement de l'aquifère Cambro-Ordovicien.

Du point de vue des eaux superficielles, il est à noter que plusieurs plans d'eau permanents (guelta ou aguelmam) sont localisés dans le massif de Hoggar et sont généralement de taille et volume limités.

Autres principaux aquifères

Dans le secteur de Béchar, plusieurs aquifères sont représentés sur la carte hydrogéologique au 1/ 500.000ème dressée par l'ANRH :

- Nappe de la Hamada du Guir. Assez peu de forages exploite cet aquifère. Le village d'Hamaguir est alimenté en eau à partir de forages captant la nappe de la Hamada du Guir,
- Nappe du Complexe Terminal (Sénonien et Eocène Sup.) drainée par l'Oued Saoura qui prend sa source dans l'Atlas, côté marocain,
- Nappe des calcaires Turoniens. Cet aquifère transfrontalier correspond au bassin d'Er Rachidia-Boudenib. La majeure partie du bassin est située au Maroc. L'alimentation de la nappe est assurée par les précipitations et par l'infiltration des eaux d'oueds, là où la nappe n'est pas mise en charge par le Sénonien. Le gradient piézométrique est de l'ordre de 0,3 % et la pente est orientée vers le Sud-Ouest. Le niveau statique plonge de 20 à plus de 100 m en allant vers l'aval,
- Nappe des calcaires namuriens (Carbonifère).

Synthèse des ressources en eau souterraines du Sahara

Mises à part, les nappes d'inféro-flux des massifs du Hoggar et du Tassili, les seules ressources en eau souterraines importantes sont localisées dans les matériaux sédimentaires des grands bassins sédimentaires situés au sud de l'Atlas et de part et d'autres du Hoggar.

Les connaissances hydrogéologiques de certains aquifères sont encore limitées et notamment en ce qui concerne les aquifères profonds des bassins de Tindouf et du Taoudeni.

Dans tous les cas, les deux aquifères les plus importants en terme de débit exploitable concernent :

- Les nappes du Complexe Terminal,
- Les nappes du Continental Intercalaire et notamment celle de l'Albien.

Il est important de retenir, que même si ces ressources peuvent être très importantes, elles sont dans tous les cas très peu renouvelées par la recharge pluviométrique actuelle.

Leur exploitation est donc de type minière, avec une exploitation du stock d'eau disponible. Les réserves exploitables, sans risque de déséquilibre hydrodynamique, sont estimées à 5 milliards de m³/an.

6.2.4. État d'exploitation des nappes du domaine atlasique

Ressources globales

Les données du Ministère des Ressources en Eau indiquent que sur les 38 principaux aquifères du Nord de l'Algérie (potentialité > 10 hm³/an), seuls une quinzaine pourrait contenir des possibilités d'augmentation des prélèvements sans compromettre leur équilibre hydrogéologique.

Au total, selon ces données, il resterait un potentiel d'exploitation d'environ 200 à 300 L/s sur l'ensemble du Nord de l'Algérie.

Tableau 21 : Principaux aquifères avec possibilités d'augmentation des prélèvements

Nappes	Potentialités (hm ³ /an)	Prélèvements (hm ³ /an)
Chott Chergui	54	32
Plaine de la Mina	17	14
Plaine de Ain Oussera	27	9
Zahrez	50	16
Plateau Ksar Chellala	14	10
Plaine cotière Bejaia	35	17
Vallée de la Soummam	100	80
Sebaou	53	33
Chott El Hodna	133	81
Oued Nil	20	16
Plaine de Ain M'Lila	22	8
Plaine de O. Kebir Ouest	15	10
Plaine alluviale Isser	35	12
Chellif	80	72
Oued M'zi	223	210
Chott Gharbi	40	3

Oranie-Chott Chergui

La Direction Régionale Ouest de l'ANRH (Oran) suit régulièrement, d'un point de vue quantitatif environ 200 points d'eau (niveau, débit, ...). A partir de ces données, le diagnostic par aquifère est le suivant :

L'aquifère transfrontalier de Maghnia a subi une baisse significative de la piézométrie depuis le début des années 1970. La baisse moyenne est de l'ordre d'une dizaine de mètres et peut atteindre localement plus de 20 m. Cette dépression de la piézométrie est inquiétante compte tenu du fait que la partie productive de l'aquifère n'était initialement que d'une cinquantaine de mètres. Entre 1982 et 1996, le nombre de points d'eau aurait triplé. De plus, depuis le début des années 2000, de nombreux forages (profonds) illicites sont réalisés accentuant la surexploitation de la nappe.

Le niveau de la nappe de Sidi Bel Abbès a baissé en moyenne de 5 m sur la plaine, avec une baisse maximum dépassant une quinzaine de mètres dans le secteur oriental. Les sources ayant un débit inférieur à 5 l/s en 1970 ont aujourd'hui tari. Les débits des sources plus importantes, ont chuté de 40% à plus de 90 % entre 1970 et aujourd'hui.

Le niveau piézométrique du plateau de Mostaganem a baissé depuis le début des années 1970 de quelques mètres à près de 20 m suivant les secteurs du plateau. Le débit des sources de trop plein a également diminué de façon très importante : à Aïn Soltane le débit est passé de 120 l/s à 30 l/s environ, en une vingtaine d'années. La multiplication d'ouvrages à vocation agricole (pour la plupart illicites) aurait fait doubler les prélèvements agricoles entre 1970 (11,5 hm³/an) et 1997 (23 hm³/an). Même si localement certaines sources sont encore pérennes, globalement l'aquifère est surexploité.

Sur la plaine du Ghriss (Wilaya de Mascara), 2 sources dont le débit était suivi par l'ANRH ont tari ces dernières années. Les sources de Tizi (tarissement en 1972) et de Ain Fekan (tarissement depuis 1986) constituaient l'exutoire du système multi-couches. Depuis ces dates, le niveau piézométrique des eaux souterraines a considérablement baissé. Par endroit, le niveau des nappes a chuté de plus de 30 m lors des 10 dernières années, notamment à cause de l'augmentation des pompages. La plaine du Ghriss est donc actuellement surexploitée de façon très importante. L'ANRH considère que la plaine du Ghriss constitue l'entité la plus critique en terme de surexploitation de toute la région ouest.

Entre 1996 et 2000, les niveaux d'eau de l'aquifère du flanc Sud du Murdjardjo ont baissé de 2 à 3 m globalement. Ce déséquilibre est lié à une surexploitation de la nappe. Au niveau de Brédéah, cette surexploitation a accentué le phénomène de salinisation des eaux pompées.

La plaine de Mleta semble avoir subi une baisse de 1 à 2 m entre 1996 et 1999.

L'exploitation des eaux souterraines a des vocations agricoles s'est beaucoup développé ces dernières années et pourrait être en grande partie à l'origine de la surexploitation de la nappe.

Algérois- Hodna-Soummam

Un suivi piézométrique existe sur la plaine de la Mitidja. Depuis le début des années 1970, la piézométrie aurait baissé de 10 à plus de 30 m suivant les secteurs, indiquant un déséquilibre entre les apports et les prélèvements.

De plus, la pression hydraulique d'eau douce à l'aval du système ne suffit plus à contenir la progression du biseau salé.

Ces considérations hydrodynamique et de qualité d'eau mettent en évidence une forte surexploitation de cet aquifère fortement sollicité.

Constantinois-Seybouse-Mellegue

La plaine de Tébessa-Mosott est suivie d'un point de vue piézométrique par l'ANRH. Depuis 1995, il ne semble pas y avoir eu d'évolution piézométrique significative.

6.2.5. État d'exploitation des nappes du domaine saharien

Complexe terminal

Une exploitation significative du CT existait avant 1900, sans que l'on connaisse la production des différents forages (quelquefois artésiens) et de toutes les sources.

Côté algérien la nappe était exploitée essentiellement dans le secteur de l'oued Rhir alors qu'elle était également intensément exploitée côté tunisien.

En 1970, la baisse de piézométrie entraînait de plus en plus à pomper. Les débits extraits dans la région de l'Oued Rhir étaient alors de l'ordre de 10 m³/s (BURGEAP, 1970). Les débits extraits à cette même période étaient légèrement inférieurs à 9 m³/s selon le rapport ERESS (UNESCO, 1972).

Depuis assez peu de données fiables sont interprétables. Le rapport BNEDER/BRL/Ecole des Mines de Paris indique un débit prélevé de l'ordre de 16 m³/s en 1998 tout en indiquant que ces chiffres sont probablement assez incertains. Le débit prélevé dans le CT aurait globalement doublé entre 1970 et 1998.

La piézométrie actuelle du CT est relativement mal connue. Il est également difficile de dégager des tendances évolutives en terme de piézométrie. Néanmoins, certains indicateurs comme la diminution de la zone d'artésianisme ainsi que le tarissement de sources notamment dans le secteur de l'Oued Rhir laisse penser que le bilan hydraulique de la nappe est déficitaire et donc que la nappe du CT est surexploitée. Dans le cadre de l'étude BNEDER/BRL/Ecoles des Mines de Paris, différents scénarios de pompages ont été simulés à l'aide d'un nouveau modèle numérique :

- Prolongement dans le temps des pompages actuels,
- Mise en place d'un nouvel aménagement agricole lié à la mise en valeur d'environ 170.000 ha, dont 83.000 ha seraient alimentés à partir de prélèvements dans le CT.

Les conclusions issues des résultats du modèle sont les suivantes :

- Le prolongement des pompages actuels risque de créer des rabattements très importants dans certains secteurs (surexploitation). Des réductions de prélèvement dans le CT sont à envisager notamment dans le secteur de l'Oued Rhir,

- La réalisation du nouveau plan d'aménagement de 170 000 ha n'est pas hydrauliquement envisageable car il provoquerait une baisse de la piézométrie pouvant dépasser une centaine de mètres d'ici 2040.

Il existe donc actuellement une surexploitation locale des nappes du CT. Pour le futur, des aménagements de taille réduite captant l'aquifère du CT seraient néanmoins envisageables tout en gardant à l'esprit que ces réserves seraient très peu renouvelées par rapport au débit extrait

Continental intercalaire

Les premiers sondages mécaniques ont été réalisés vers la fin du 19^{ème} siècle: El Goléa, en 1890 et Zaouia El Khala, en 1904.

Depuis les années 1950, date à laquelle l'exploitation de cette nappe a réellement débuté, le niveau piézométrique du CI est suivi régulièrement. La baisse du niveau piézométrique est très variable suivant les secteurs :

- De l'ordre de 1 m dans la partie libre de l'aquifère (Aïn Salah, El Goléa, Timimoun),
- De l'ordre de 50 m, sur l'axe Hassi Messaoud Oued Rhir où elle peut atteindre localement une centaine de mètres (Tougourt, Ziban).

De façon générale, le niveau piézométrique a baissé de plusieurs dizaines de mètres au cours de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, sur la majeure partie de la zone. L'examen de l'évolution des débits mesurés aux exutoires naturels (foggaras, chotts, ...) montre une baisse significative globale de 22 % entre 1957 et 1998. Les foggaras du Touat sont très touchées par cette réduction du débit (48 %) entre ces deux dates.

Remontée des nappes phréatiques liée à l'exploitation des nappes profondes

Au Sahara, les nappes profondes sont de plus en plus exploitées. Dans certains secteurs à la topographie particulière des quantités importantes d'eaux usées provenant des nappes profondes (CT et CI) se sont ajoutées aux eaux naturellement présentes dans la nappe phréatique, située à quelques mètres sous la surface topographique.

La capacité de la nappe à évacuer les eaux étant limitée principalement par sa très faible pente (bassin endoréique sans exutoire), des remontées importantes de la nappe phréatique se sont accentuées ces dernières années et posent aujourd'hui de réels problèmes (assainissement, irrigation) principalement au niveau des palmeraies de Ouargla et d'El Oued.

Ces phénomènes de remontée de nappe peuvent provoquer notamment une salinisation des sols (par remontée capillaire) et à terme la disparition de certaines palmeraies. Les palmeraies du Souf, dans le secteur d'El Oued, sont particulièrement affectées par ce phénomène.

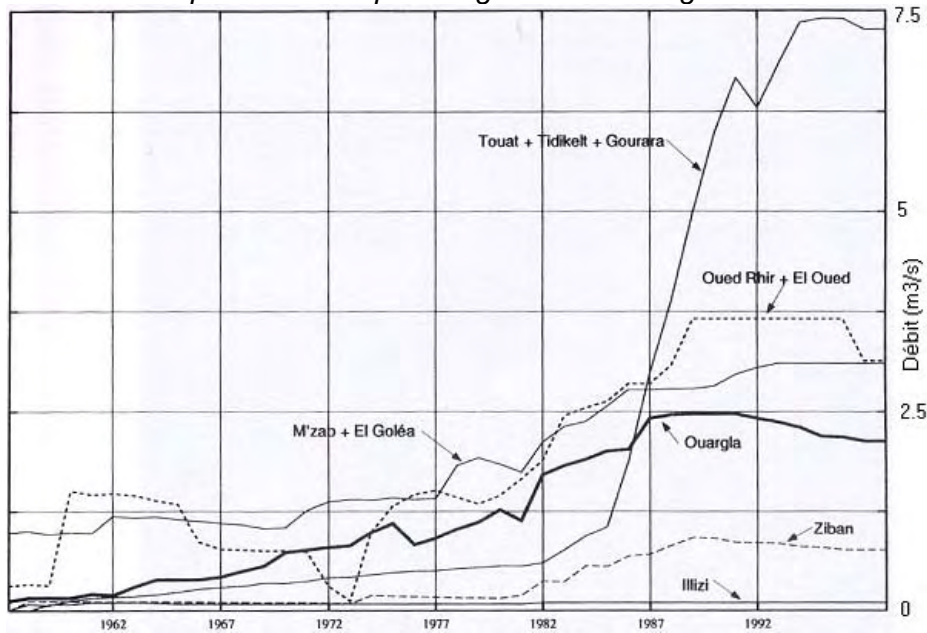
En plus de ce problème quantitatif, les remontées de nappe ont provoqué une contamination de la nappe car son pouvoir auto-épurateur n'est plus adapté au débit qui y transite.

Un projet important a été lancé ces dernières années pour endiguer ce phénomène, en évacuant les eaux excédentaires vers un autre chott, situé à une cinquantaine de kilomètres au Nord d'El Oued.

Évolution des prélèvements et synthèse

L'historique simplifié des prélèvements par forage dans le CI est le suivant : 1960 : 3,0 m³/s; 1970 : 3,1 m³/s; 1980 : 5,3 m³/s; 1990 : 15,9 m³/s; 1998 : 16,5 m³/s.

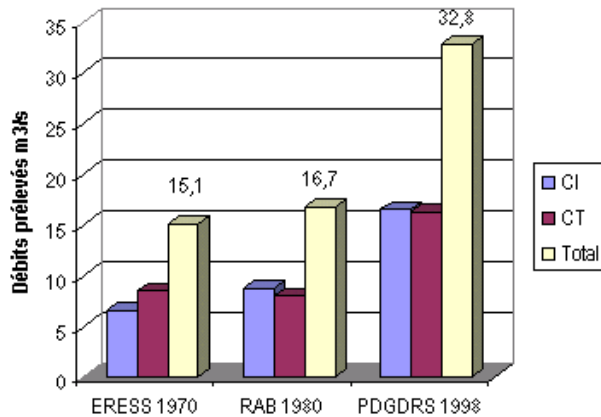
Evolution des prélèvements par forage dans le CI algérien



L'interprétation de ce graphique amène à formuler trois remarques principales :

- La plus grande partie des prélèvements par forage sont réalisés dans les régions du Touat, Gourara et du Tidikelt (44 %),
- Entre 1980 et 1990, les prélèvements ont été multiplié par 3 sur l'ensemble du CI (et notamment sur les régions du Tout – Gourara – Tidikelt),
- L'importance de l'artésianisme qui représente à peu près la moitié du débit pompé malgré la baisse significative de la piézométrie lors des dernières décennies.

Evolution des prélèvements dans les principaux aquifères du Sahara Septentrional



Sur l'ensemble du CT et du CI, la forte augmentation des prélèvements se serait produite entre 1980 et 1990 pour atteindre aujourd'hui un niveau de prélèvement 2 fois plus importants qu'en 1980.

Il est difficile à déterminer l'état d'exploitation des eaux souterraines du Sahara. Il est généralement admis que les prélèvements sur les eaux souterraines représente environ 1,6 milliards de m³/an dont environ 0,1 milliard de m³/an est capté par les foggaras.

Même si cette ressource est très peu renouvelée, les ressources exploitables sans risque de déséquilibre hydrodynamique, seraient d'environ 5 milliards de m³/an. Il resterait donc un potentiel de pompage significatif dans le domaine saharien.

6.2.6. Orientations et recommandations

Dans cette note hydrogéologique, les ressources en eau souterraine de l'Algérie ont été décrites de façon synthétique, à partir principalement des données et de la bibliographie existante.

Néanmoins, compte tenu des nombreuses incertitudes qui entachent l'évaluation de ces ressources ainsi que les prélèvements, il sera nécessaire de croiser ces données avec des informations de terrain issues notamment d'inventaires et d'entretiens avec les acteurs locaux de l'eau et de sa gestion.

Pour cela, il sera nécessaire de rencontrer notamment les institutions suivantes :

- L'ensemble des responsables « Hydrogéologie » des 6 sous-directions de l'ANRH (Adrar, Oran, Djelfa, Ouargla, Constantine, Blida),
- Les responsables des Agences de Bassin Hydrographique (ABH),
- Les Directions de l'Hydraulique des principales wilayas (DHW).

7. RESSOURCES EN SOLS

Les potentialités en terres irrigables de l'Algérie dépasseraient 2 millions d'hectares. Compte tenu des difficultés actuelles de mobilisation des ressources en eau, ces terres ne peuvent être mises en valeur dans leur totalité.

L'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) a publié en 2001 un catalogue des études pédologiques réalisées dans le pays qui fournit aussi une évaluation des terres irrigables pour chacune des régions de programmations hydrauliques (au nombre de 17). Dans le chapitre qui suit les résultats des investigations liées aux terres irrigables sont présentés de manière synthétique. Elles ont été présentées de façon plus détaillée en annexe du premier rapport d'avancement trimestriel (n° 2 34 0074 R1 de juin 2006),.

7.1. La classification des terres irrigables (ANRH 2001)

La classification de l'ANRH, distingue cinq (5) catégories de sols, sur la base des propriétés physico-chimiques, et de différents facteurs naturels (géomorphologie, topographie, drainage,...)

- **Sols de catégorie 1:** Sols profonds de texture moyenne à fine, bien structurés et bien drainés, dont la topographie est régulière et la pente faible. Ces sols ne présentent pas de problèmes d'aménagements préalables à leur mise en valeur.

Ils sont aptes à toutes les cultures.

- **Sols de catégorie 2:** Sols généralement peu ou moyennement profonds de texture moyenne à fine, bien structurés jusqu'à une profondeur moyenne, peuvent présenter un niveau mal drainant à moyenne profondeur pouvant occasionner la formation d'une nappe perchée après mise en irrigation. La topographie est régulière ou faiblement ondulée, la pente est faible. Ils présentent des problèmes mineurs d'aménagement (épierrage, assainissement de surface). et sont aptes à toutes les cultures avec restrictions pour certaines d'entre elles.

Ces sols sont plus spécialement favorables aux cultures industrielles.

- **Sols de catégorie 3:** Sols profonds ou moyennement profonds de texture moyenne, fine ou très fine. Ces sols sont généralement bien structurés jusqu'à une moyenne profondeur et peuvent présenter un caractère de salure ou d'hydromorphie avec la présence d'une nappe vers un mètre de profondeur. La topographie est régulière ou moyennement ondulée, la pente peut atteindre 5%.

Les problèmes d'aménagement essentiels sont le drainage et le dessalage, à prévoir avant la mise en irrigation.

Ces sols sont à réserver aux cultures en assolement.

Seuls les sols des catégories 1, 2 et 3 sont considérés comme des sols irrigables.

- **Sols de catégorie 4:** Sols parfois salés ou hydromorphes avec une nappe à faible profondeur. Ils présentent des problèmes majeurs d'aménagement: drainage, dessalage, nivellement. L'aptitude culturale est souvent réduite aux cultures céréalières, fourragères et maraîchères.

La mise en valeur en sec est conseillée.

- **Sols de catégorie 5** : Cette catégorie de sols comprend les sols inaptes à l'irrigation pour diverses raisons: présence de croûtes calcaires à faible profondeur, halomorphie et hydromorphie très prononcées, topographie défavorable.

7.2. Répartition des ressources en sols

L'inventaire et la cartographie des ressources en sols, réalisés à ce jour, sont encore loin de couvrir tout le territoire du pays. Cependant, sur l'ensemble du territoire, les études réalisées par l'ANRH et d'autres organismes montrent que la superficie étudiée et cartographiée à différentes échelles, totalise près de **7 864 000 ha** dont **80%** au Nord et **20%** dans les régions sahariennes.

Selon la classification de l'ANRH décrite plus haut, la superficie totale des sols considérés aptes à la mise en valeur hydro-agricole, est de **2.226.000 ha**, soit 27% de la Surface Agricole Utile totale qui représentent 8 200 000 d'ha et qui se répartissent de la manière suivante :

- 2.087.000 ha au nord
- 134.000 ha dans les régions sahariennes

Les potentialités minimales estimées en 1989 (SOGETHA 1989) pour le nord du pays étaient de l'ordre de 1.175.000 ha ;

La répartition des sols irrigables par région hydraulique est donnée dans le tableau suivant. Le détail par région de programmation hydraulique est donné en annexe au premier rapport d'avancement trimestriel (n° 2 34 0074 R1 de juin 2006), avec leur localisation.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase 1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Tableau 22 : Répartition des sols irrigables et non irrigables

Ref.	Bassin versant	Catégorie de sols (ha)						Total	
		Sols irrigables				Sols non irrigables			
		I	II	III	I + II + III		IV	V	
1	CHELIFF	77 923	69 281	114 385	261 589	38%	299 476	123 091	684 156
2	COTIERS ALGEROIS	25 298	36 584	70 751	132 633	71%	17 272	38 078	187 983
3	COTIERS CONSTANTINOIS	10 867	15 487	58 692	85 046	68%	30 211	9 033	124 290
4	COTIERS ORANAIS	8 191	13 194	23 544	44 929	47%	18 084	31 577	94 590
5	CHOTT HODNA	33 693	65 774	389 774	489 241	42%	387 552	299 843	1 176 636
6	CHOTT MELRHIR	6 592	13 814	205 390	225 796	29%	34 309	528 540	788 645
7	PLATEAUX CONSTANTINOIS	6 543	41 407	89 437	137 387	60%	23 762	66 832	227 981
8	CHOTT MELRHIR	73	35 236	20 306	55 615	10%	321 181	157 838	534 634
9	ISSER	6 656	11 130	19 489	37 275	55%	15 421	15 037	67 733
10	KHEBIR RHUMMEL	4 260	3 538	7 885	15 683	60%	3 740	6 543	25 966
11	LA MACTA	35 588	28 680	79 321	143 589	50%	68 247	75 974	287 810
12	MEDJERDA	2 570	42 353	19 611	64 534	57%	14 729	33 454	112 717
14	SEYBOUSSE	9 375	18 229	73 886	101 490	57%	29 525	47 082	177 815
15	SOUMMAM	32 592	41 605	154 535	228 732	42%	131 421	183 173	543 326
16	TAFNA	5 367	8 487	13 991	27 845	67%	7 292	6 404	41 541
17	ZAHREZ	4 326	17 525	13 891	35 742	12%	70 224	190 610	296 576
Total NORD		269 914	462 324	1 354 888	2 087 126	39%	1 472 446	1 813 109	5 372 399
		13%	22%	65%	100%				
13	SAHARA - EST	4 985	32 931	51 084	89 000	13%	96 437	484 625	670 062
13	SAHARA - CENTRE	161	162	3 942	4 265	2%	12 320	247 700	264 285
13	SAHARA - OUEST	1 080	15 749	26 661	43 490	34%	20 469	62 483	126 442
Total SAHARA		6 226	48 842	81 687	136 755	13%	129 226	794 808	1 060 789
		5%	36%	60%	100%				
Total ALGERIE		276 140	511 166	1 436 575	2 223 881	35%	1 601 672	2 607 917	6 433 188
		12%	23%	65%	100%				

Source : ANRH 2001

8. LES SYSTEMES D'IRRIGATION DE LA PMH

8.1. Statistiques PMH - Confrontation des données

Les données sur la PMH qui ont été analysées dans le cadre de cette première phase de l'étude proviennent de différentes sources :

- Les données par DHW, recueillies par la DHA pour les années 2003, 2004 et 2005. Ces données sont élaborées au niveau des DHW à partir des informations fournies par les communes. Les détails par commune pour certaines wilayas ont pu aussi être mis à disposition par la DHA.
- Les statistiques agricoles du RGA disponibles par wilaya,

En matière de données anciennes disponibles, les deux études de référence sont :

- L'étude générale des aires d'irrigation et d'assainissement - SOGETHA/SOGREAH, 1969,
- L'étude générale de PMH – Algérie du nord – ENHYD/Energoprojekt, 1991,

Une synthèse des données au niveau national est présentée dans les tableaux qui suivent.

Tableau 23 : Statistiques PMH de la DHA - Compilation des données

Type d'ouvrage et superficies concernées	2003	2004	2005
Petit barrage (u)	53	54	48
SI par petits barrages (ha)	7 775	7 661	4 891
Retenue collinaire (u)	413	410	345
SI par retenues Collinaires. (ha)	5 673	4 505	7 291
Forage (u)	32 641	35 112	37 173
Forage publique (u)	383	1 871	937
SI par forages (ha)	300 050	324 061	363 083
Puits (u)	120 595	127 805	110 142
SI par puits (ha)	218 550	234 712	222 844
Fils de l'eau (u)	4 283	4 667	8 387
SI par fil de l'eau (ha)	62 417	69 570	63 831
Source (u)	3 192	5 494	3 791
SI par sources (ha)	6 717	8 667	8 149
Autre alimentation (u)	749	763	768
SI par autres (ha)	11 110	16 747	31 419
Total superficie irriguée PMH (ha)	612 292	665 923	701 508

Tableau 24 : Données de PMH par wilaya pour les années 2003, 2004 et 2005

CODE	WILAYA	Total superficie irriguée en PMH (ha)			Progression
		2 003	2 004	2 005	2005/2003
1	Adrar	23 835	25 019	40 401	70%
2	Chlef	14 769	17 639	18 042	22%
3	Laghouat	17 782	18 212	18 962	7%
4	OEB	6 853	7 453	7 453	9%
5	Batna	19 829	20 990	22 350	13%

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

CODE	WILAYA	Total superficie irriguée en PMH (ha)			Progression
		2 003	2 004	2 005	2005/2003
6	Béjaia	6 600	6 600	6 651	1%
7	Biskra	76 726	90 611	103 739	35%
8	Béchar	8 840	13 062	13 062	48%
9	Blida	23 005	25 027	25 303	10%
10	Bouira	2 984	8 201	7 102	138%
11	Tamanrasset	7 432	9 018	10 769	45%
12	Tébessa	11 707	11 525	9 158	-22%
13	Tlemcen	18 549	18 681	14 913	-20%
14	Tiaret	14 966	19 880	0	-100%
15	Tizi-Ouzou	5 628	5 095	4 852	-14%
16	Alger	12 583	12 583	12 583	0%
17	Djelfa	17 543	17 543	17 543	0%
18	Jijel	5 873	5 572	5 400	-8%
19	Sétif	11 391	18 560	23 971	110%
20	Saida	2 975	6 211	6 311	112%
21	Skikda	10 200	11 284	8 541	-16%
22	SBA	5 110	6 160	6 297	23%
23	Annaba	1 974	2 778	3 573	81%
24	Guelma	9 244	5 438	2 963	-68%
25	Constantine	1 945	1 244	2 200	13%
26	Médéa	7 319	7 840	8 544	17%
27	Mostaganem	21 500	23 159	30 039	40%
28	Msila	31 550	33 794	34 615	10%
29	Mascara	8 006	8 006	23 475	193%
30	Ouargla	18 934	17 825	23 871	26%
31	Oran	5 326	5 526	6 366	20%
32	El-Bayadh	5 130	4 630	3 730	-27%
33	Illizi	1 270	1 350	1 354	7%
34	BBA	5 200	5 200	2 806	-46%
35	Boumerdés	8 654	10 450	10 903	26%
36	Tarf	10 050	10 050	8 653	-14%
37	Tindouf	421	421	435	3%
38	Tissemsilt	5 710	6 594	5 388	-6%
39	El-Oued	45 212	41 661	24 166	-47%
40	Khenchela	20 358	27 512	28 407	40%
41	Souk-Ahras	3 415	3 415	4 968	45%
42	Tipaza	11 072	12 364	12 772	15%
43	Mila	7 297	8 647	9 845	35%
44	Ain-Defla	26 880	16 030	30 045	12%
45	Naama	3 900	5 420	6 354	63%
46	A Témouchent	3 620	4 850	4 112	14%
47	Ghardaia	13 090	15 122	16 465	26%
48	Relizane	10 035	11 671	12 056	20%
Totaux		612 292	665 923	701 508	15%

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Tableau 25 : Résultats des inventaires historiques de la PMH

Désignation	SOGREAH 1969	Inventaire MHF 1988	Enquête 1989	Télédétection 1989		RGA 2001 y/c GPI
				S.I. (ha) télédétec- tée des PMH in- ventoriées		
Superficie équipée (ha)		99 735	115 089	S.I. (ha) télédétec- tée des PMH in- ventoriées	96 467	
Superficie irriguée (ha)	305 000	72 032	73 310	S.I. (ha) télédétec- tée des PMH non inventoriées	196 846	620 707
Total 1989					293 313	

Les tableaux précédents amènent les commentaires suivants :

- Sur les dernières décades on constate une croissance certaine des superficies en PMH.
- L'analyse des chiffres sur les années 2003, 2004 et 2005 par Wilaya laisse apparaître des variations non crédibles du type triplement des superficies en 2 ans (Mascara), stagnation à l'ha près, soit des wilayas n'ayant pas fait de mise à jour de l'information (Alger, Djelfa),
- On constate aussi une apparente surestimation globale de la PMH par les DHW, le RGA avec les GPI donnant les mêmes ordres de grandeur que celles-ci.

En fait les inventaires, dressés par la DHA reposent essentiellement sur les données fournies par les services locaux de l'agriculture (DSA). La validité de ces données, qui reste à confirmer, appelle les observations suivantes :

- Les superficies indiquées sont à prendre avec précaution tant les besoins en eau correspondants dépassent largement les ressources actuellement mobilisées et destinées à la PMH.
- L'inventaire est largement exhaustif dans la mesure où il intègre, certainement, toutes les superficies bénéficiant de l'apport de l'irrigation, à savoir, des superficies qui sont irriguées régulièrement et cultivées en intensif, des superficies dont seule une partie est irriguée annuellement, des superficies qui ne reçoivent qu'une irrigation de complément, des superficies, situées dans des GPI, qui n'utilisent les installations de PMH qu'occasionnellement,
- Les superficies indiquées doivent comporter beaucoup d'imprécision, étant donné les difficultés généralement rencontrées, au niveau local, quant à l'estimation des superficies réellement irriguées.

A partir des mêmes statistiques de la DHA, on constate aussi que :

- 85 % des superficies sont irriguées à partir des ressources en eau souterraine mobilisées au moyen de puits, de forages et de sources,
- 11 % des superficies sont irriguées à partir des ressources en eau superficielles mobilisées au moyen de petits barrages, de retenues collinaires ou de prises au fil de l'eau.

On notera aussi que l'impact sur la PMH du programme actuel des petits barrages et des retenues collinaires reste encore limité, puisque la superficie qu'ils irriguent ne représente que 1,7% de la superficie totale.

8.2. Conditions de développement de la PMH

Le modèle d'irrigation PMH permet d'accroître les rendements des cultures et de revitaliser les économies agricoles locales lorsque par exemple les systèmes d'alimentation en eau des GPI sont défaillants en raison du faible niveau des ressources, qui résulte soit des conditions climatiques récentes soit d'une affectation de la ressource vers d'autres utilisateurs.

Il a été encouragé dans le cadre des programmes du PNDA à travers les GCA et autres incitations à l'investissement dans le secteur agricole.

Un des problèmes rencontrés est que ce type de mise en valeur n'est pas maîtrisé en ce qui concerne la préservation des ressources en eau souterraines. Dans les circonstances actuelles il s'agit d'un modèle anarchique ou l'investissement s'effectue sans considération de la conservation ou du renouvellement de la ressource en eau.

Dans ce contexte il est compréhensible que le MRE ait actuellement une stratégie volontariste pour accroître la mobilisation des ressources superficielles à travers un vaste programme de retenues collinaires. Cette stratégie comprend un certain nombre de conditions d'exécution qui tient compte des échecs enregistrés dans le passé pour la mise en œuvre de ce type d'aménagement. En effet, depuis la fin de l'année 2005 le MRE a mis en place une stratégie générale, et des procédures de suivi des DHW responsables de la réalisation des collinaires, qui comprend les éléments suivants :

- La réalisation d'un aménagement collinaire doit répondre à un besoin exprimé par les agriculteurs. Ceux-ci doivent être demandeur des investissements nécessaires pour l'intensification de la production de leurs exploitations agricoles par l'irrigation.
- Les agriculteurs doivent s'organiser pour prendre en charge collectivement la gestion des aménagements pour la mobilisation et la distribution de l'eau d'irrigation, leur exploitation et leur entretien, avec l'appui technique des services déconcentrés de l'hydraulique et de l'agriculture (DHW et DSA).

8.3. Systèmes d'irrigation de la PMH

8.3.1. Présentation des systèmes d'irrigation en Algérie

L'Algérie dispose d'une vaste gamme de systèmes d'irrigation différents, allant des systèmes d'irrigation oasiens issus d'une tradition sociale millénaire, les systèmes d'épandage de crue eux aussi traditionnels, jusqu'aux systèmes d'irrigation localisée, en passant par des systèmes à surface libre et d'aspersion plus classiques.

Cette diversité est en grande partie due aux conditions climatiques, physiques et sociales contrastées, comprenant à la fois des zones arides où la ressource en eau a toujours été très limitée, et où toute culture ne peut se faire que sous irrigation, et des zones plus arrosées où l'irrigation, en fonction des cultures pratiquées, ne présente pas un caractère absolument indispensable. Dans ce cas l'irrigation est un moyen d'amélioration de la production agricole.

De tout temps, l'irrigation en Algérie a été fortement caractérisée par l'insuffisance de la ressource en eau par rapport aux besoins. Ce qui a poussé les hommes, avec les moyens de l'époque, à trouver des solutions techniques efficaces pour économiser l'eau. Ces techniques ont gardé un caractère traditionnel : foggara pour exploiter les nappes souterraines, réseaux équipés de peignes pour partager l'eau équitablement, tours d'eau, épandage de crue pour exploiter les eaux de crues des oueds, etc.

Plus récemment le développement de l'agriculture a conduit à intensifier l'irrigation et à utiliser des techniques plus modernes pour exploiter la ressource hydraulique: stockage de l'eau (barrages, lacs collinaires, bassins), techniques d'aspersion (sprinklers, pivots) ou irrigation localisée (goutteurs, micro aspersion).

Finalement, devant l'épuisement général de la ressource en eau, de nouveaux moyens de production d'eau non conventionnels commencent à se développer : réutilisation des eaux usées épurées, dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre.

La PMH s'inscrit dans ce large éventail de techniques au service du développement de l'agriculture irriguée.

8.3.2. Typologie des systèmes d'irrigation existants

Critères techniques de classification

Pour classer tous ces systèmes d'irrigation il est important de sélectionner des critères techniques de classification adaptés en vue de faciliter et de simplifier leur intégration dans le système d'information, mais également de les caractériser en terme d'efficacité relative, avec comme objectif d'étudier les pistes d'amélioration de cette efficacité.

Il s'agit aussi de caractériser chaque système d'irrigation afin de mieux comprendre son intégration et son adaptation à son environnement général: régions agricoles, structures sociales, structures administratives, agro-économie, etc.

Sans être exclusif, les critères techniques principaux de classification peuvent être :

L'origine de l'eau ou la nature de la ressource utilisée

En Algérie, les ressources en eau sont essentiellement des trois types principaux :

- Les ressources en eau superficielles qui concernent essentiellement l'exploitation de l'eau dans les oueds, pérennes ou non.
- Les ressources souterraines, pour lesquelles on peut distinguer les nappes superficielles dont la ressource est renouvelée par infiltration des eaux superficielles, et les nappes profondes qui sont souvent fossiles et dont la ressource ne se renouvelle pas ou très peu.
- Les ressources en eau non conventionnelles, qui restent pour l'instant confidentielles, parmi lesquelles le dessalement ou la désalinisation (à priori plus destiné à l'AEP), les rejets des stations d'épuration d'eau urbaine et les rejets des stations de lagunage.

Le mode de prélèvement

Il existe plusieurs modes de prélèvement en fonction du type de ressources :

- Pour les ressources souterraines, il existe les forages plus ou moins profonds, les puits, les captages de source, les systèmes traditionnels comme les foggaras,
- Pour les ressources superficielles, on peut distinguer les prises d'eau gravitaires aménagées ou non et les pompages plus ou moins aménagés, collectifs ou à caractère individuel.

L'existante ou non d'un stockage temporaire de l'eau

L'existence ou non d'un stockage est également un élément important, ayant un impact à la fois sur la régulation de la ressource par rapport à la demande et sur le mode d'utilisation de l'eau (collectif ou individuel).

Les modes de stockage sont variables :

- Les grands barrages ont une fonction de régulation saisonnière, voir interannuelle. Ils sont plus réservés aux grands périmètres (GPI), mais dans certains cas ils peuvent alimenter des périmètres de PMH de façon plus ou moins licite
- Les petits barrages et les lacs collinaires sont destinés à l'alimentation des aménagements de PMH afin de régulariser au niveau saisonnier la ressource en eau de surface,
- Les bassins se sont développés ces dernières années avec les programmes subventionnés. Ces bassins, par leur petite taille ont un caractère de régulation journalière pour adapter le débit de la ressource avec le débit de distribution. Ils peuvent être soit rectangulaires en béton, soit en terre revêtu par un géotextile.

Le mode de transport de l'eau entre la source et le lieu de consommation

Le mode de transport et la distance de transport de l'eau entre la source et le lieu de consommation, sont importants dans la mesure où ils peuvent induire des problèmes de gestion hydraulique, de pertes d'eau ou des détournements d'eau par des utilisateurs non autorisés.

Ce transport peut se faire par lâchures d'eau dans les oueds à partir d'un barrage, ou dans un canal tête morte spécifique, ou par conduite.

Le mode de mise en pression ou non en vue de la distribution

Sur les périmètres de PMH, la mise en pression, lorsqu'elle existe se caractérise la plupart du temps par des pompages individuels pour relever l'eau où alimenter des systèmes d'aspersion ou d'irrigation localisée :

- Dans les forages ou les puits
- Dans les lac collinaires, les oueds, ou à partir de bassin

Les pompages collectifs sont plus l'apanage des grands périmètres d'irrigation.

Le type de pompage se caractérise aussi par l'énergie utilisée : pompes thermiques ou pompe électrique. Le pompage traditionnel des oasis par traction animale a complètement disparu au profit des motopompes.

Le type de réseau de distribution interne aux aires d'irrigation

Il existe plusieurs modes de distribution de l'eau intérieure aux aires d'irrigation. On peut distinguer le degré d'équipement qui est souvent étroitement lié au système de distribution individuel ou collectif. Les aires d'irrigation totalement équipées correspondent le plus souvent à une utilisation collective de la ressource.

En parallèle, on peut distinguer le mode de transport et de distribution de l'eau à l'intérieur de l'aire d'irrigation : canaux en terre, revêtus ou autoportés, canalisation haute ou basse pression. A chaque type de réseau ou de système de distribution correspond en général un type de gestion hydraulique.

On constate également, notamment dans les régions agricoles du nord, que pour diverses raisons (type de cultures pratiquées, ressource en eau limitée, etc.) seule une fraction de l'aire d'irrigation est effectivement irriguée. Dans ce cas, il y a généralement rotation des cultures et des parcelles irriguées d'une année sur l'autre. Ce sera par exemple des parcelles de maraîchage ou de pommes de terre, irriguées par aspersion ou goutte à goutte tournant au milieu de zones majoritairement céréalières non (ou peu) irriguées.

Le mode d'irrigation à la parcelle

Le mode d'irrigation à la parcelle est très diversifié. On peut distinguer quatre grands types :

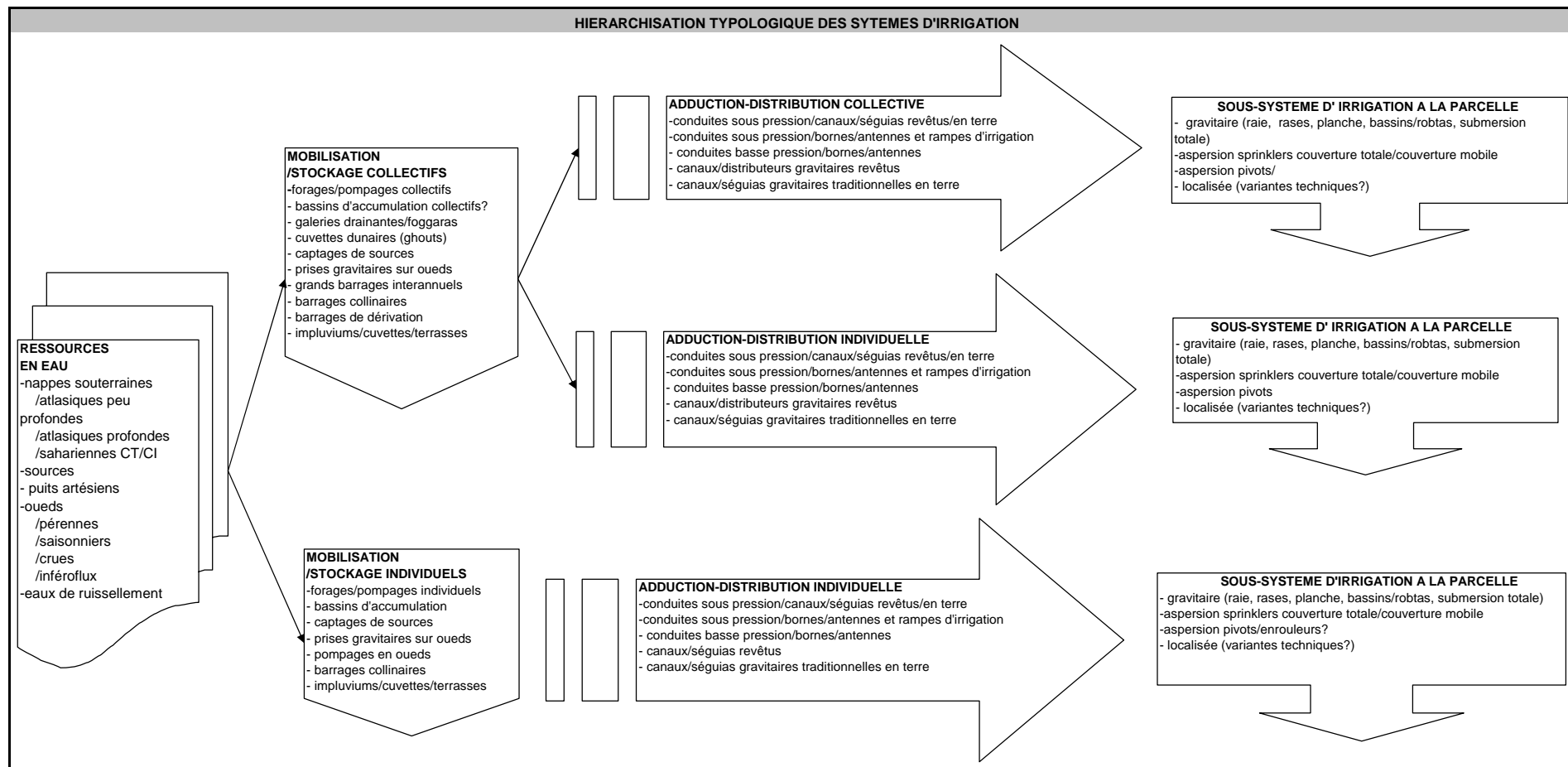
- L'irrigation gravitaire par bassin, planche, billon
- L'irrigation par aspersion par sprinklers à couverture fixe ou mobile, enrouleurs avec canon (assez rare en Algérie), pivots et rampes frontales
- L'irrigation localisée avec goutte à goutte et micro asperseurs
- L'épandage de crue

Le type de culture

Au-delà des aspects purement agronomiques, le type de culture pratiquée peut avoir un impact sur l'efficacité d'utilisation de l'eau à la parcelle. En particulier et à titre d'exemple, l'évapotranspiration, et donc la consommation en eau, ne sera pas la même sur des cultures de plein champ et sur des cultures sous serres.

La hiérarchisation typologique des systèmes d'irrigation peut être explicitée par le schéma suivant :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase 1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures



Systemes agraires et systemes d'irrigation

Au stade actuel de l'étude, et de manière préliminaire, un certain nombre de systemes agraires ont été identifiés (voir chapitre suivant). A chacun de ces systemes, correspondent un ou plusieurs systemes d'irrigation. Le tableau ci-après reprend chaque système agricole et lui affecte le ou les systemes d'irrigation correspondants. Il sera complété et corrigé en fonction des inventaires de terrain et des définitions plus fines des systemes agricoles qui devrait en résulter.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE – MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
ETUDE D'INVENTAIRE ET DE DEVELOPPEMENT DE LA PMH
Rapport de phase A1 : Collecte des Données et Analyse des Etudes Antérieures

Tableau 26 : Systèmes agraires et systèmes d'irrigation correspondants

Système agricole	Système d'irrigation	Origine de l'eau		Stockage			Mode de prélèvement				Réseau de distribution		Irrigation à la parcelle								
		Aquifère	Oued pérenne	Oued non pérenne	Pas de stockage	Grand barrage	Retenue collinaire/ Pt barrage	Bassin	forage/Puits avec pompage	Sources/Foggaras	Prise d'eau gravitaire	Prise d'eau avec pompage	Seuil de dérivation	Canal	Canalisations	Epanchage de crue	Gravitaire	Sprinklers	Pivots/rampes	Enrouleurs	Irrigation localisée
SA-1	Système céréalier intensif saharien	SI-3	Irrigation par pivot à partir de forage	X		X				X				X					X		
SA-2	Système céréalier extensif zones steppiques	SI-1	Epanchage de crue		X	X						X	X		X						
SA-3	Système mixte maraichage arboriculture	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forage	X		X				X			X	X		X					
SA-4	Système céréalier extensif en zone steppique - Epanchage de crue - Maraichage - Arboriculture	SI-1	Epanchage de crue		X	X						X	X		X						
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X				X		X	X		X					
SA-5	Système maraicher intensif des zones steppiques - céréaliculture secondaire	SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X					X	X		X				
SA6	Système céréalier des zones de piémont et montagnes des Aures	SI-1	Epanchage de crue		X	X						X	X	X		X					
		SI-1	Epanchage de crue		X	X						X	X	X		X					
		SI-5	Aspersion à partir de lac collinaire		X		X				X			X		X					
		SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X					X	X		X				
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				
		SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X				X			X	X		X				
SA7	Système intensif maraicher des zones steppiques	SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-13	Gravitaire à partir de lac collinaire sans pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-13	Gravitaire à partir de lac collinaire sans pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X					X	X		X				
SA8	Mixte Maraichage arboriculture steppique	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA9	Maraichage et arboricultures plaines occidentales	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA10	Arboriculture viticulture plaines occidentales	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA11	Système mixte avec maraichage arboriculture irriguée des vallées nord-orientales	SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X			X			X	X		X					
		SI-13	Gravitaire à partir de lac collinaire sans pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-5	Aspersion à partir de collinaire		X		X				X			X	X		X				
		SI-14	Gravitaire à partir d'oued avec pompage	X		X					X			X	X		X				
		SI-15	Gravitaire à partir d'oued sans pompage	X		X					X			X	X		X				
SA12	Arboriculture irriguée sur anciens grands domaines	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA13	Arboriculture/maraichage plaines intérieures	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				
		SI-6	Aspersion à partir d'oued		X			X			X			X	X		X				
SA14	Arboriculture/Maraichage en zone de montagne	SI-9	Irrigation localisée à partir d'oued		X	X					X		X	X		X					X
		SI-14	Gravitaire à partir d'oued avec pompage	X		X					X			X	X		X				
		SI-15	Gravitaire à partir d'oued sans pompage	X		X					X			X	X		X				
		SI-5	Aspersion à partir de lac collinaire		X		X				X			X	X		X				
		SI-8	Irrigation localisée à partir de collinaire		X		X				X			X	X		X				
		SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-13	Gravitaire à partir de lac collinaire sans pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X					X	X		X				
SA15	Polyculture avec arboriculture-viticulture/maraichage plateaux sablonneux septentrionaux	SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				
SA16-1	Arboriculture maraichage sous serres	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA16-2	Maraichage avec culture plein champ et serres	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA17	Maraichage/Viticulture	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA18	Viticulture/arboriculture avec maraichage	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA19	Maraichage de plein champ (tomate industrielle)	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA20	Système saharien oasien mixte phoeniciculture-maraichage	SI-4	Aspersion à partir de puits/forage	X				X	X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
SA21	Système saharien oasien traditionnel phoeniciculture	SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X				X					X	X		X					
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				
		SI-8	Irrigation localisée à partir de collinaire		X		X				X			X	X		X				X
		SI-12	Gravitaire à partir de lac collinaire et pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-13	Gravitaire à partir de lac collinaire sans pompage		X		X				X			X	X		X				
		SI-10	Irrigation localisée à partir de foggaras/sources	X		X					X			X	X		X				
SA22	Système saharien oasien traditionnel phoeniciculture (micropalmieries)	SI-2	Irrigation traditionnelle oasienne par foggara/source	X		X			X				X	X		X					
		SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				
SA23	Système saharien oasien mixte phoeniciculture-céréaliculture	SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
		SI-3	Irrigation par pivot à partir de forage	X		X			X					X	X		X				
SA24	Système oasien traditionnel associant phoeniciculture et arboriculture de montagne	SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-7	Irrigation localisée à partir de puits/forages	X		X			X					X	X		X				X
		SI-3	Irrigation par pivot à partir de forage	X		X			X					X	X		X				
SA25	Système saharien oasien traditionnel fondé sur phoeniciculture et céréaliculture	SI-11	Gravitaire à partir de puits/forages	X		X			X				X	X		X					
		SI-1	Epanchage de crue		X	X							X	X		X					

Systèmes d'irrigation et régions agricoles

En analysant la typologie des aménagements de PMH qui sont pratiqués à travers le pays, on constate que ces aménagements sont particulièrement adaptés à chaque zone de localisation, dans la mesure où le choix du type d'aménagement est effectué en fonction de critères tenant compte aussi :

- Du contexte géo-climatologique de la zone: plaine, montagne, hauts plateaux, Sahara,
- Du contexte socioculturel de la zone: habitudes et traditions locales, savoir faire des agriculteurs, systèmes de production traditionnel, commercialisation des produits, etc...

Ainsi, sans entrer dans le détail de la diversité des régions agricoles, on peut observer, à titre d'exemple, la répartition des systèmes d'irrigation suivante par grandes zones géographiques:

Zone de plaine

Les aménagements de PMH à partir de forages et de puits se rencontrent en grand nombre essentiellement au niveau des grandes plaines ou au niveau des vallées des grands oueds disposant d'aquifères d'accès facile (plaine de la Mitidja, plaine Mascara, plateau de Mostaganem, plaine de Annaba, vallée de la Soummam, vallée du Sebaou, vallée de l'Isser).

Zone de montagne

Dans les zones de montagne (wilayas de Tizi Ouzou, de Médéa, de Batna, de Tlemcen...), c'est le type d'aménagement à partir de petit barrage ou de retenue collinaire qui est le mieux adapté du fait des potentialités en eau superficielle existantes et des conditions topographiques favorables.

A titre d'exemple, pour ce type d'aménagement de PMH, on peut citer la wilaya de Tizi Ouzou qui compte, à elle seule, 4 petits barrages et 83 retenues collinaires.

Zone des Hauts Plateaux

Les ouvrages d'épandage de crue, les ced, sont une tradition spécifique à la région des Hauts Plateaux et de la steppe. On les retrouve notamment au niveau des wilayas de Batna, de Djelfa, M'Sila et de Laghouat.

Zone saharienne

Dans les zones sahariennes, ce sont les aménagements à partir de forages qui exploitent soit la nappe du Continental Intercalaire et soit celle du Complexe Terminal, qui prédominent.

On rencontre aussi, dans la région du Touat-Gourara (wilaya d'Adrar), le système d'irrigation traditionnel à partir des foggaras. Les foggaras sont des galeries artificielles, drainant la nappe du Continental Intercalaire, qui affleure dans cette région. Les foggaras amènent l'eau en tête des palmeraies d'où elle est répartie au moyen d'un système traditionnel comportant une sorte de «peigne » qui partage le débit fourni par la foggara entre les différents utilisateurs.

Ce système d'irrigation ancestral est menacé. En effet on assiste à un tarissement, lent mais progressif, des foggaras en conséquence de l'accroissement des prélèvements dans les nappes, effectués au moyen des forages.

Le contexte socioculturel dans lequel elles ont été créées ayant évolué, les travaux pénibles de curage et de prolongement des foggaras, qui sont nécessaires pour assurer une constance des débits, ne sont plus réalisés.

8.3.3. Exploitation des ressources en eau non conventionnelles

Devant la pénurie d'eau par rapport à la demande en irrigation, la réutilisation des eaux usées épurées d'origine urbaine devrait être une technique prometteuse.

Il n'existe pas encore de système de réutilisation, contrôlée, des eaux usées épurées pour l'irrigation des terres agricoles. Mais quelques projets sont en voie de réalisation ou sur le point d'être lancés à travers le pays, notamment à Bordj Bou Arreridj, Constantine, Maghnia (wilaya de Tlemcen), Souk Ahras. D'autres projets sont en cours d'étude.

Le développement de projets d'irrigation à partir des eaux usées épurées est relativement récent. Néanmoins, ce type de projet est appelé à se développer à l'avenir étant donné que la réutilisation des eaux usées épurées constitue l'un des axes de la stratégie, adoptée par le MRE, en matière de développement de l'irrigation. En effet, parallèlement à la réalisation en cours d'un ambitieux programme de construction de stations d'épuration, qui permettra de disposer de volumes d'eaux usées épurées de plus en plus importants, le MRE prévoit de généraliser la réutilisation de ce type de ressource en associant un projet de réutilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation, à chaque station d'épuration en exploitation.

Pour des raisons principalement sanitaires, la réutilisation des eaux usées épurées nécessite que certaines précautions soient prises quant à la qualité de l'eau, au choix des cultures et à la conduite des irrigations. Actuellement il existe un vide juridique en la matière. Les textes réglementaires concernant la réutilisation des eaux usées sont en discussion au niveau des services du gouvernement.

Il y a lieu de signaler le cas particulier des aménagements de PMH à partir de prélèvements au fil de l'eau, quand ces derniers sont effectués en aval de grosses agglomérations ne disposant pas encore de station d'épuration. Dans ce cas, les eaux usées brutes constituent l'essentiel des apports des oueds, surtout en été, et par conséquent celui des volumes prélevés. On peut citer comme exemple de ce type d'aménagement le cas de la PMH pratiquée le long de la vallée de l'oued Saida, à l'aval de la ville de Saida.

8.3.4. Systèmes d'irrigation et consommation d'eau

Évaluation de la consommation en eau des aires d'irrigation

Approche envisagée

L'évaluation de la consommation en eau des aires d'irrigation constitue l'une des étapes clef de l'évaluation du bilan entre ressources en eau disponibles et besoins d'irrigation.

Deux approches complémentaires sont envisageables :

- Lors de l'inventaire de terrain, collecter certaines informations susceptibles de donner une idée sur les consommations d'irrigation pratiquées : débits de pompage, temps de pompage, facture d'électricité pour les pompes électriques, consommation en carburant, bilan d'une retenue, etc. Il est prévisible que ces informations ne seront que très exceptionnellement disponibles : d'une part en cas de pompage, l'enregistrement des consommations n'est pas toujours effectué, d'autre part ces informations ne seront pas disponibles pour les systèmes gravitaires. Cette approche sera donc, à coup sûr très fragmentaire, non homogène et très imprécise.
- Une approche plus théorique consiste à effectuer un calcul des besoins en tête d'aire d'irrigation, sur la base des données climatiques (Pluviométrie et Evapotranspiration), des données sur les plantes cultivées (superficie, assolement, Kc) et du système d'irrigation. Cette approche présente l'avantage d'être homogène et systématique. Elle pourra être effectuée par utilisation du Système d'Information Géographique (SIG).

Il est proposé d'utiliser les deux méthodes de la manière suivante :

- D'une part d'effectuer un calcul systématique basé sur des considérations théoriques pour chaque aire d'irrigation
- D'autre part, de réaliser une évaluation des consommations par sondage sur le terrain de cas types où les données existent, lorsque c'est possible, pour chaque système d'irrigation. Les sondages permettront d'ajuster le calcul théorique, qui sera également validé en fonction des observations plus ou moins qualitatives faites sur le terrain : évolution d'une nappe, du remplissage d'une retenue, etc..

Coefficient cultural et évapotranspiration

Le calcul des besoins en eau théoriques d'un périmètre d'irrigation, s'effectue de façon classique en fonction du climat et des plantes cultivées. Le climat est représenté par l'évapotranspiration (Etp) qui représente les besoins en eau optimum d'une culture de référence pour une période donnée de l'année. La consommation de la plante cultivée est obtenue par un facteur de correction, le coefficient cultural (Kc) qui dépend du type de plante cultivée et de son stade végétatif.

Ainsi, pour chaque pas de temps, le besoin en eau théorique d'une parcelle cultivée se calcule en multipliant : le coefficient cultural de la plante à son stade végétatif, l'Etp du lieu de culture au pas de temps de calcul et la superficie effectivement cultivée :

$$Be(t) = Kc(i) \times Etp(t) \times S$$

On calcule les besoins effectifs d'irrigation en déduisant la pluie dite efficace qui participe à l'alimentation de la plante.

Coefficient d'efficience

Il est d'usage de majorer ce besoin en eau théorique en appliquant différents coefficients d'efficience pour tenir compte des pertes d'eau à la parcelle, au niveau du transport et de la distribution de l'eau.

Les sondages sur le terrain permettront, dans une certaine mesure, de préciser ces coefficients d'efficience.

Consommation en eau des irrigations et cycle de l'eau

L'un des objectifs de la présente étude est d'effectuer localement un bilan entre la consommation en eau d'irrigation et la ressource disponible, qu'elle soit souterraine ou de surface.

De ce point de vue, les coefficients d'efficience devront être différents de ceux classiquement utilisés pour le dimensionnement des réseaux d'irrigation. En effet dans le cas d'un calcul de dimensionnement de réseau les coefficients d'efficience prennent en compte toutes les pertes d'eau au niveau du système d'irrigation, dans la mesure où ils font le rapport entre l'eau qui entre dans le système et l'eau effectivement consommée par la plante. Dans le cas d'un bilan hydraulique une partie de l'eau « perdue » se retrouve dans la ressource: c'est le cas notamment des rejets en rivière, qui peuvent être réutilisés plus en aval, ou des eaux d'irrigation infiltrés qui rechargent les nappes phréatiques.

Les pistes pour améliorer les efficacités

Problématique générale

Il existe en Algérie, de façon notoire, une forte pénurie en eau par rapport aux besoins d'irrigation. Il sera donc nécessaire de trouver des solutions techniques réalistes et une stratégie globale permettant d'atténuer ce fort déséquilibre.

Si on considère uniquement les techniques d'irrigation, les pistes pour l'amélioration des efficacités sont de deux types :

- L'utilisation de systèmes d'application de l'eau d'irrigation plus efficaces
- L'amélioration des techniques de gestion de l'eau

Utilisation de systèmes plus efficaces

Les pertes d'eau dans un système d'irrigation sont de trois types :

- Les pertes par évaporation
- Les pertes par infiltration
- Les pertes par ruissellement et par le réseau de drainage

L'évaporation constitue une perte pour la ressource en eau, dans la mesure où cette eau n'est plus mobilisable.

Les pertes par infiltrations ont pour conséquences de recharger la nappe phréatique sous jacente, et de ce point de vue, et sous réserve de pouvoir les remobiliser, ne constituent pas une perte réelle en terme de ressource en eau.

Il en est de même des pertes par ruissellement ou drainage, sous réserve qu'elles puissent être re-mobilisables plus en aval. Il s'agit soit d'un excès d'irrigation soit de surplus d'eau imposés par les techniques de gestion ou de régulation des réseaux.

En terme d'alimentation d'un aménagement agricole, certains systèmes d'irrigation sont réputés plus efficaces que d'autres. C'est le cas de l'aspersion et du goutte à goutte qui sont plus efficaces que l'irrigation gravitaire.

C'est sur la base des considérations ci-dessus qu'il conviendra de reconsidérer les termes des bilans ressource/besoin. Dans ce contexte, il faut considérer que le système le plus efficace est celui qui provoque le moins de pertes par évaporation. En conséquence, il ne faut