

**Université Pierre et Marie Curie, Université Paris-Sud,  
École des Mines de Paris  
& École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts**

---

**DEA Hydrologie, Hydrogéologie, Géostatistique et Géochimie  
Filière Hydrologie et Hydrogéologie Quantitatives**

**Etude du fonctionnement d'un système hydraulique en cours de  
transformation : le canal d'irrigation El Resqa, delta du Nil**

**Cécile Ophèle**

**Directeur de recherche : Thierry Ruf**



**IRD**  
213, rue La Fayette  
75 480 Paris cedex 10



**Septembre 2004**



## Remerciements

Je tiens particulièrement à remercier :

Thierry Ruf, mon maître de stage,

l'équipe enseignante du CNEARC (Centre National d' Etude Agronomique des Régions Chaudes) de Montpellier venue à Damanhour pendant deux semaines lors de ma mission en Égypte,

l'équipe du professeur Nawar, directeur du Center for Rural Development Research and Studies de la Faculté d'Agriculture de l'Université du Caire, qui m'a accueillie et permis de réaliser sans encombre les déplacements sur le terrain dans le delta du Nil,

Habib Ayeb pour sa présence continuelle et ses conseils éclairés sur l'Égypte,

l'équipe ISIIMM (Institutional and Social Innovations in Irrigation Mediterranean Management) du Caire, dirigée par M. Mahmoud à Beheira pour leur grande disponibilité,

l'équipe enseignante du DEA d' hydrologie, hydrogéologie, géostatistiques et géochimie de l'Université Paris VI et notamment M. de Marsilly pour leur soutien et leur confiance dans mon projet

## Sommaire

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>6</b>
<b>I. PRESENTATION DU NIL ET DE LA SITUATION DE DEPENDANCE DE L'ETAT EGYPTIEN VIS A VIS DES EAUX DU FLEUVE .....</b>	<b>7</b>
1. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET PHYSIQUE DU BASSIN DU NIL.....	7
2. LES RESSOURCES EN EAU DISPONIBLES POUR L'EGYPTE .....	8
3. LES USAGES DE L'EAU EN EGYPTE : LA PLACE PREDOMINANTE DE L'IRRIGATION, MAIS UNE DIMINUTION DE LA PART DE L'EAU AGRICOLE .....	9
<b>II. L'EGYPTE ANCIENNE, UNE SOCIETE HYDRAULIQUE BASEE SUR UNE AGRICULTURE DE DECRUE EXTENSIVE .....</b>	<b>10</b>
1. VERS 6000 ANS AVANT J.C, LES DEBUTS D'UNE UTILISATION ORGANISEE DES EAUX DE CRUE DU NIL POUR L'AGRICULTURE .....	11
2. LE SYSTEME DES BASSINS, OU « HODS ».....	11
3. LA CONSTRUCTION D'UN POUVOIR CENTRAL AUTOUR DE LA GESTION DE LA CRUE .....	12
<b>III. LE TOURNANT VERS L'AGRICULTURE IRRIGUEE ET LA GENERALISATION DE L'USAGE DE LA SAKIA.....</b>	<b>13</b>
1. LES PREMICES DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE ET DE L'UTILISATION DES MOYENS DE PUISAGE DE L'EAU .....	13
2. LE TOURNANT DU 19 <sup>EME</sup> SIECLE : GENERALISATION DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE ET CONSTRUCTION DE LA SOCIETE PAYSANNE AUTOUR DU CERCLE DE LA SAKIA .....	14
3. MOHAMED ALI ET L'EPOQUE DES BARRAGES ELEVATEURS SUR LE NIL .....	15
4. LA FIN DU 19 <sup>EME</sup> SIECLE ET SES INNOVATIONS.....	16
<b>IV. LE CONTROLE TOTAL DE LA CRUE ET L'IRRIGATION PERENNE ETENDUE A TOUT LE TERRITOIRE EGYPTIEN : NASSER ET LA CONSTRUCTION DU HAUT BARRAGE D' ASSOUAN .....</b>	<b>16</b>
1. LA CONSTRUCTION DU HAUT BARRAGE D' ASSOUAN : VERS UNE MAITRISE COMPLETE DE LA CRUE .....	16
2. LE BARRAGE AUTORISE UNE AGRICULTURE TRES INTENSIVE, MAIS PROVOQUE AUSSI UN CHANGEMENT DANS LES MENTALITES .....	17
3. NASSER ET LA REFORME DE L'AGRICULTURE .....	17
<b>V. L'ABANDON PROGRESSIF DE LA SAKIA, ET LA REORGANISATION DE LA SOCIETE PAYSANNE : DE SADATE A NOS JOURS.....</b>	<b>18</b>
1. LES ANNEES 70-80 ET LA FIN DE L'ORGANISATION SOCIALE AUTOUR DE LA SAKIA : L'ERE DES MOTOPOMPES INDIVIDUELLES .....	18
2. LA REFORME DE L'ACCES A L'EAU ET LE PROGRAMME DE MODERNISATION DE L'AGRICULTURE : LES MAITRES MOTS DE L'ECONOMIE D'EAU ET DE L'INTERVENTION PARTICIPATIVE DES USAGERS .....	18
3. FACE A UNE DEMOGRAPHIE GALOPANTE, UNE NOUVELLE POLITIQUE D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE SE MET EN PLACE .....	19
<b>CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE.....</b>	<b>20</b>
<b>I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE : LE CANAL EL RESQA, DANS UN ENVIRONNEMENT DELTAÏQUE .....</b>	<b>21</b>
1. LA REGION DE BEHEIRA.....	21

2. LE CANAL PRIMAIRE MAHMOUDIA .....	22
3. LE CANAL SECONDAIRE EL RESQA .....	23
4. UN SYSTEME EN COURS DE TRANSFORMATION .....	23
<b>II. LE CHEMIN DE L'EAU ET LES METHODES D'IRRIGATION EMPLOYEES AUJOURD'HUI EN EGYPTTE .....</b>	<b>24</b>
1. LE PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE L'EAU D'IRRIGATION EN EGYPTTE : UN CHEMINEMENT A TRAVERS LES CANAUX.....	24
2. LES METHODES D'IRRIGATION EN EGYPTTE : UN SYSTEME ENCORE TRES TRADITIONNEL .....	25
3. UN TOUR D'EAU QUI RYTHME LA VIE DES HABITANTS .....	26
4. BILAN HYDRIQUE ET EAUX SOUTERRAINES .....	28
<b>III. LES CONTRAINTES D'UN TEL SYSTEME D'IRRIGATION.....</b>	<b>28</b>
1. DEPENDANCE TOTALE ENVERS CE SYSTEME D'IRRIGATION .....	28
2. SALINISATION DES SOLS ET LA MISE EN PLACE PROGRESSIVE D'UN RESEAU DE DRAINAGE.....	29
3. UN RESEAU DE DRAINAGE QUI S'EST AVERE INDISPENSABLE APRES LA CONSTRUCTION DU HAUT BARRAGE D'ASSOUAN .....	30
4. SUREXPLOITATION DES SOLS.....	31
5. FERTILISATION ET UTILISATION D'AUTRES INTRANTS .....	31
<b>IV. L'IRRIGATION EN COURS DE MODERNISATION : LE PROGRAMME IIP, IRRIGATION IMPROVEMENT PROJECT.....</b>	<b>31</b>
1. CHANGEMENTS D'ORDRE TECHNIQUE .....	31
FIGURE 12 : STATION COLLECTIVE DE POMPAGE .....	33
FIGURE 13 : VANNE ALFA-ALFA ACTIONNEE PAR L'OPERATEUR .....	33
2. CHANGEMENTS D'ORDRE SOCIAL .....	33
3. LES NOUVEAUX ACTEURS DE LA GESTION DE L'IRRIGATION.....	33
<b>V. UNE AGRICULTURE INTENSIVE, NOTAMMENT GRACE A DES TECHNIQUES D'IRRIGATION TRES MAITRISEES.....</b>	<b>34</b>
<b>VI. PASSAGE D'UNE GESTION DES NIVEAUX A UNE GESTION DES DEBITS .....</b>	<b>37</b>
1. CALCUL DES DEBITS ACTUELS AVEC LES DONNEES REÇUES AU MINISTERE DE L'IRRIGATION DE DAMANHOUR .....	37
2. CALCUL DES DEBITS AVEC DES DONNEES DE TERRAIN RECOLTEES AU COURS DES ENQUETES A EL RESQA.....	38
3. MARGE DE MANŒUVRE POSSIBLE AU VU DES BESOINS EN EAU DES PLANTES CALCULES A ALEXANDRIE PAR LA FAO .....	40
4. VARIATIONS DE LA CONSOMMATION DE L'EAU EN FONCTION DU MOIS : UN PIC DE CONSOMMATION EN ETE, DU AUX IMPORTANTES SURFACES CULTIVEES EN RIZ .....	41
<b>VII. LA CULTURE DU RIZ, DANS LA LIGNE DE MIRE DU GOUVERNEMENT EGYPTIEN.....</b>	<b>42</b>
1. PRATIQUES D'IRRIGATION DE LA CULTURE DU RIZ DANS LE DELTA DU NIL .....	42
2. LE RIZ, UNE CULTURE INTERESSANTE FINANCIEREMENT POUR LES AGRICULTEURS. ...	42
3. ... MAIS QUI A DE TRES GROS BESOINS HYDRIQUES. ....	43
<b>VIII. ETAT DES LIEUX A EL RESQA, EXEMPLE D'APPROPRIATION PAR LES IRRIGUANTS D'INNOVATIONS TECHNIQUES ET INSTITUTIONNELLES.....</b>	<b>44</b>
1. LES ASSOCIATIONS D'USAGERS DE L'EAU : UNE NOUVELLE ORGANISATION SOCIALE DE L'EAU SE MET EN PLACE.....	47
2. LES NOUVELLES INSTALLATIONS DU RESEAU PHYSIQUE: DES DISPARITES ENTRE LES MESQAS.....	49

3. ACCEPTABILITE DU PROJET IIP AU SEIN DU CANAL EL RESQA.....	51
4. POUR L'INSTANT, PAS DE COORDINATION ENTRE LES MESQAS .....	52
<b>CONCLUSION : VERS UNE RATIONALISATION DES UTILISATIONS DE L'EAU ? .....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>54</b>

## **Introduction générale**

Ce mémoire de DEA s'appuie sur un stage effectué entre la France et l'Égypte pour le compte de l'Institut pour la Recherche et le Développement (IRD, ex ORSTOM), au sein de l'Unité de Recherche "Dynamiques sociales de l'irrigation" et du projet européen ISIIMM (Institutional and Social Innovations in Irrigation Mediterranean Management) dont l'IRD est le partenaire scientifique.

Ce rapport présente l'étude de la gestion d'un canal secondaire d'irrigation situé à l'Ouest du delta du Nil : le canal El Resqa. Ce canal a la particularité d'être en cours de transformation à l'heure actuelle et sa modification s'inscrit dans un vaste programme de modernisation de l'irrigation. Ce projet mis en œuvre par l'état égyptien et financé par la Banque Mondiale a pour but de rationaliser l'utilisation de l'eau agricole. Sur le terrain en Égypte, l'ISIIMM a mis en place une équipe en charge de faciliter le processus de modernisation de certains canaux d'irrigation, dont le canal El Resqa.

L'objectif de l'étude est de comprendre le mécanisme de rationalisation effectué dans le cadre de ce projet en s'intéressant notamment à ses conséquences sur le système hydraulique d'une part et à ses conséquences sur la société paysanne d'autre part. De façon concrète, l'objectif est également de faire un état des lieux du processus de modernisation à El Resqa pour les membres de l'équipe ISIIMM.

Pour trouver quelques pistes de réponses, la démarche a été la suivante :

-Mieux comprendre le fonctionnement hydraulique actuel d'un canal secondaire, en se basant sur l'exemple du canal El Resqa. Cela passe par des observations de terrain, des entretiens avec les ingénieurs locaux en charge de la distribution de l'eau à ce niveau des canaux, également des entretiens au sein des ministères et avec des professeurs d'université du Caire, la réalisation de cartes avec le logiciel CANVAS dans un souci de plus grande lisibilité du système de rotation.

- réaliser une analyse critique du projet IIP mené par la Banque Mondiale en Égypte en procédant de la façon suivante :

- Approfondir les détails et les risques du projet IIP auprès du Ministère de l'irrigation et des chercheurs du Water Research Center,
- Procéder à des enquêtes auprès des paysans concernés par la mise en place de ce projet, en prenant l'exemple des paysans d'El Resqa, pour lesquels le processus de modernisation est en cours,
- Visiter et enquêter auprès des paysans et des ingénieurs de l'irrigation dans un canal pour lequel la modernisation a déjà été effectuée depuis plusieurs années.

La principale difficulté a été tout d'abord de récolter ces informations, et ensuite de faire un tri pertinent entre toutes les données souvent récoltées de façon informelle.

Dans une première partie, nous retracerons les grandes étapes de l'histoire de l'utilisation de l'eau pour l'agriculture en Égypte, ce qui permet de mieux comprendre le fonctionnement actuel de la gestion de l'eau ainsi que les enjeux d'une modernisation de l'irrigation. Dans une seconde partie, nous nous pencherons plus particulièrement sur le canal El Resqa pour analyser le projet de modernisation à l'échelle de ce canal.

# Partie 1 : L'utilisation de l'eau dans l'agriculture égyptienne, depuis la haute antiquité à nos jours

Cette première partie cherche à présenter la situation de l'irrigation en Egypte et son contexte, en retraçant l'historique de cette société hydraulique et en essayant d'en comprendre les mécanismes d'organisation et de contrôle.

## I. Présentation du Nil et de la situation de dépendance de l'état égyptien vis à vis des eaux du fleuve

### 1. Présentation géographique et physique du bassin du Nil

Le Nil prend sa source dans le Lac Victoria en Ouganda et il est ensuite alimenté par deux bras, le Nil Bleu (en Ethiopie) et le Nil Blanc (au Soudan). C'est le troisième fleuve du monde avec une longueur de 6671 kilomètres, dont 1200 km dans sa partie égyptienne. Le bassin versant couvert par ses eaux est de seulement 2 870 000 kilomètres carrés et il s'étend sur dix pays différents (le Soudan, l'Ethiopie, l'Egypte -pays le plus en aval-, l'Ouganda, la Tanzanie, le Kenya, le Zaïre, le Rwanda et le Burundi). Cette surface est en effet faible par rapport à la longueur du fleuve, du fait du petit nombre d'affluents, dont aucun en Egypte. 62 % de la surface du bassin se trouvent sur le territoire soudanais, 12 % en Ethiopie, et 10 % en Egypte (Source: ONU, "Register of international Rivers", *Water Supply and Management*, vol. 2, 1978).



Figure 1 : Carte de

l'Égypte, source <http://www.carto.com>

Le débit moyen du fleuve mesuré à Khartoum est de  $2\,800\text{ m}^3/\text{s}$  mais son régime est assez contrasté, les débits moyens mensuels variant de  $520\text{ m}^3/\text{s}$  en mai à  $8500\text{ m}^3/\text{s}$  en septembre en fin de crue (ces débits restent cependant loin des  $185\,000\text{ m}^3/\text{s}$  de l'Amazone). L'essentiel des débits se forme sur les hautes terres éthiopiennes qui subissent un climat tropical et ces eaux alimentent le Nil Bleu, alors que le Nil Blanc, issu de la zone équatoriale, dissipe l'essentiel de ses eaux par évaporation dans les marais du Bahr-el-Ghazal ( $14\text{ km}^3/\text{an}$ ), Kenamuke et Machar ( $19\text{ km}^3/\text{an}$ ) au Soudan.

L'orientation Nord-Sud du Nil lui confère la particularité de traverser quatre zones climatiques différentes : équatoriale, tropicale, tropicale-boréale et désertique. En Haute Egypte, du Soudan au point de partage des eaux en un delta, le climat est très chaud et sec. A Assouan, il ne tombe en moyenne que  $3\text{ mm}$  d'eau par an, et les températures moyennes mensuelles varient de  $15$  à  $33^\circ\text{C}$ . Le delta est plus arrosé :  $24\text{ mm}$  de pluie par an en moyenne au Caire,  $190\text{ mm}$  à Alexandrie, et les températures sont plus basses, la tendance méditerranéenne du climat se renforçant en allant vers le littoral. (Mazoyer et Roudart, 1998).

La zone d'étude est située dans le delta du Nil, qui est une zone stratégique pour l'agriculture égyptienne où elle est pratiquée de façon extrêmement intensive. Ses dimensions en font la plus grande zone agricole du pays :  $160\text{ km}$  de long, au Nord du Caire, et  $200\text{ km}$  de large vers la mer Méditerranée. Dans le reste de l'Egypte, l'agriculture se concentre sur les rives du Nil où la largeur de la frange cultivée n'excède jamais quelques kilomètres, et dans l'oasis du Fayoum. Initialement composé de sept branches principales, le delta n'en possède plus que deux qui ont subsisté à l'assèchement ou au comblement : le bras de Rosette à l'ouest du delta et le bras de Damiette à l'Est. Il comporte également quatre canaux principaux d'irrigation.  $24\,000$  canaux de drainage et d'irrigation permettent l'exploitation des terres agricoles du delta. La densité de population y est l'une des plus forte du monde :  $1600$  habitants au kilomètre carré.

L'Egypte se trouve a priori dans une situation peu avantageuse par rapport à la disponibilité en eau : pays en aval du fleuve, subissant un climat sec qui entraîne de fortes pertes d'eau par évaporation et ne possédant aucun affluent qui ne vienne renforcer le fleuve sur son territoire ce qui entraîne une faible surface de bassin versant. C'est pourtant le pays qui tire un maximum de profit des eaux du Nil depuis des millénaires.

## 2. Les ressources en eau disponibles pour l'Egypte

La situation en aval de l'Egypte la met en position de dépendance complète envers les autres Etats et les ressources en eau disponibles pour l'Egypte sont sujettes à conflits : les pays amont réclament leur part. C'est pourtant le pays soit le plus peuplé, le plus riche et celui qui utilise les eaux du Nil depuis plus de  $4000$  ans. Les relations politiques avec les autres pays restent donc particulièrement délicates. Cet état de fait met l'Egypte dans une situation de contradiction, qui consiste pour elle à être le pays le plus important de la région, tout en étant totalement dépendant pour sa survie des huit autres pays riverains du Nil, et principalement du Soudan et de l'Ethiopie.

Après son indépendance en 1956, le Soudan a notamment mis en place une politique de grandes fermes mécanisées qui couvrent  $2$  millions d'hectares en 2002, ce qui a considérablement augmenté la demande hydraulique du pays. En 1959 (époque de la construction du barrage d'Assouan), des accords concernant le partage des eaux du Nil entre le Soudan et l'Egypte ont été conclus :  $18,5\text{ km}^3/\text{an}$  pour le Soudan et  $55,5\text{ km}^3/\text{an}$  pour l'Egypte, sans que les états d'amont n'aient été consultés. L'Ethiopie, disposant des sources du Nil Bleu, du Sobat et de l'Atbara, qui fournissent  $86\%$  des eaux du Nil, demande une renégociation de ces accords de 1959. Elle utilise



aujourd'hui seulement 0,3% des eaux du Nil. Son potentiel irrigable est plus de cent fois supérieur à sa surface irriguée actuelle, selon les estimations de la FAO (Bethemont, 2004). En 1999, sous l'impulsion des Nations Unies et de la Banque Mondiale, l'Initiative pour le Bassin du Nil a été créée, dans le but d'élaborer les termes d'un aménagement global du bassin.

La déperdition évaporative du Nil jusqu'au lac Nasser (frontière entre l'Égypte et le Soudan) est importante, elle représente 53 km<sup>3</sup>/an en moyenne, l'apport théorique étant de 137 km<sup>3</sup>/an qui arrivent au lac (source: OSS-FAO Apport dans les hauts bassins productifs). Le lac Nasser stocke donc l'équivalent de 84 km<sup>3</sup>/an (ie. 137 km<sup>3</sup> - 53 km<sup>3</sup>) en moyenne (entre 34 km<sup>3</sup> en 1947 et 120 km<sup>3</sup> en 1978 selon les années de faible ou forte hydraulité). Le passage des eaux du Nil dans le Lac Nasser provoque également une évaporation de 10 km<sup>3</sup>/an, ce qui ramènerait donc la disponibilité en eau du Nil pour l'Égypte à 74 km<sup>3</sup>/an sans les accords de 1959. On constate qu'elle utilise en fait un peu plus des 55.5 km<sup>3</sup>/an prévus dans les accords : en moyenne 57 km<sup>3</sup>/an (le Soudan s'est aligné en augmentant sa dotation à 20 km<sup>3</sup>/an).

### 3. Les usages de l'eau en Égypte : la place prédominante de l'irrigation, mais une diminution de la part de l'eau agricole

Le bilan hydrique de l'Égypte est le suivant :

**Ressources : 63,1 km<sup>3</sup>**, dont

-Eau du Nil : 55,5 km<sup>3</sup>

-Réutilisation des eaux de colature : 4,7 km<sup>3</sup>

-Pompage dans la nappe phréatique de la vallée et du delta : 2,9 km<sup>3</sup>

**Utilisations : 62,1 km<sup>3</sup>**

-Consommation humaine d'eau potable : 3,7 km<sup>3</sup>

-Secteur industriel : 2,8 km<sup>3</sup>

-Secteur agricole : 51,6 km<sup>3</sup>

-Maintien des eaux du fleuve en janvier-février : 4,0 km<sup>3</sup> (nettoyage des canaux, mais on garde une partie des eaux pour la navigation et la production d'électricité)

(Bethemont, 2004)

D'après ces résultats, l'eau est actuellement utilisée pour 83% par l'agriculture, 4.5% par le secteur industriel, et 6 % pour la consommation urbaine.

C'est le Nil qui constitue de loin la source d'eau principale et sa gestion est de ce fait de la plus haute importance politique: il est source de pouvoir et l'Etat se garde le privilège de son contrôle. Le Ministère de l'Irrigation et des Ressources en eau est un des ministères clés en Égypte.

Le pays dispose aussi de ressources en eaux souterraines : le Nil alimente une nappe dans la vallée et dans le delta de 2.6 km<sup>3</sup>, et l'Égypte pourrait disposer en partie de la grande nappe souterraine du désert occidental (Tchad, Égypte, Soudan, Libye) qui a une capacité de 50 000 km<sup>3</sup>, dont 20 000 en Égypte au niveau des oasis (Kharga, Dakhla, Farafra et Bahriya). Elle n'est exploitée qu'à hauteur de 5 millions de m<sup>3</sup>/an pour l'irrigation des terres agricoles dans les oasis du désert Libyque notamment (Ayeb, 1997). Des recherches sur cette nappe fossile sont actuellement en cours.

En ce qui concerne le secteur dominant de l'eau agricole, les données sont les suivantes :

- 41 km<sup>3</sup> d'eau venant directement du Nil (83%)
- 4.7 km<sup>3</sup> d'eau de drainage recyclée (9.5%)

- 3 km<sup>3</sup> d'eau plus ou moins salée pompée dans les aquifères (6%)
  - 0.7 km<sup>3</sup> d'eaux usées municipales (1.5%)
- soit au total 49,4 km<sup>3</sup>. (Bethemont, 2003)<sup>1</sup>

Il faut préciser cependant que toute l'eau utilisée vient directement ou indirectement du Nil, et la dépendance de l'état égyptien envers ce fleuve est extrêmement importante.

#### La part de l'eau agricole menacée :

Au vu du développement actuel démographique et économique de l'Egypte, la dotation de l'eau agricole ne peut que diminuer (elle représentait 91% des utilisations en 1975, contre 82% actuellement) (Bethemont, 2004). Pour l'instant en tout cas, on observe que l'Egypte ne se trouve pas dans une situation de rareté de l'eau, elle dispose encore d'une faible marge de manœuvre d'un kilomètre cube par an. Cependant, la situation est appelée à être critique très rapidement : selon les « *prévisions tendanciennes modérées des consultants arabes* », la demande serait de 95.13 km<sup>3</sup> pour le secteur agricole en 2025. Le plan Bleu fait état de 115 km<sup>3</sup>/an de demande si la croissance du pays est modérée, ou 72.6 km<sup>3</sup> dans le cadre d'un développement durable (hypothèse la moins alarmiste, et assez peu probable). Quoi qu'il arrive, ces prévisions sont assez alarmantes, bien loin des quantités utilisées annuellement à l'heure actuelle.

#### La dotation en eau par habitant déjà critique:

La dotation en eau était en 2002 de 780 m<sup>3</sup>/an par personne, contre 1200 m<sup>3</sup>/an en 1985 (Chiffres cités par Bethemont, 2003). La population égyptienne connaissant un taux de croissance de 1,8% par an, la disponibilité hydraulique doit être augmentée si le pays veut éviter une situation de pénurie grave.

L'avenir dépendra notamment de la capacité de l'état égyptien à négocier une nouvelle gestion de l'apport du fleuve en amont du Haut Barrage d'Assouan avec l'Ethiopie, mais aussi de sa faculté à rationaliser ses usages actuels.

Le Nil est initialement un fleuve qui entre en crue de juillet à octobre et progressivement les hommes ont tenté de maîtriser ses eaux avec des barrages de régulation, pour profiter des eaux du Nil toute l'année, même en période d'étiage. Aujourd'hui l'Egypte ne connaît plus ce régime de crues depuis 1964, date de la mise en route du Haut barrage d'Assouan.

Actuellement, 5% du territoire environ est occupé, 100% du territoire cultivé est irrigué, 83% par l'eau du Nil. De quelle façon s'est réalisée l'évolution d'une culture de décrue vers une culture irriguée?

## **II. L'Egypte ancienne, une société hydraulique basée sur une agriculture de décrue extensive**

Pour comprendre le fonctionnement actuel de la gestion et de l'utilisation de l'eau d'irrigation en Egypte, une approche historique semble importante. Elle permet de montrer à quel point dans ce pays l'eau est un instrument de pouvoir, dont l'état s'est rapidement approprié le contrôle. La civilisation égyptienne est en effet une civilisation entièrement dépendante d'une bonne gestion de ses ressources en eau, qui ont pour unique source le Nil. Au cours du temps

<sup>1</sup> Incohérence avec les données citées ci-dessus de 51.6 km<sup>3</sup>

s'est donc mis en place une « police des eaux », nécessaire tête pensante d'un système durable et opérationnel, et la gestion de cette ressource est restée jusqu'à nos jours très centralisée.

### 1. Vers 6000 ans avant J.C, les débuts d'une utilisation organisée des eaux de crue du Nil pour l'agriculture

A partir du 6<sup>ème</sup> millénaire avant Jésus Christ, les systèmes d'agriculture de décrue se sont étendus sur le territoire égyptien. La crue du Nil arrivait mi-juillet, atteignait un maximum en septembre, et à l'automne les eaux du Nil Blanc prenant le relais sur celles du Nil Bleu et soutenaient le débit du fleuve. Fin octobre - mi novembre, les eaux se retiraient dans le lit mineur du fleuve. Le débit diminuait alors jusqu'en mai, le mois des plus basses eaux.

La crue avait pour résultat de gorger les sols d'eau, d'alimenter la nappe, et de déposer une mince couche de limon fertilisatrice (1 mm/an en moyenne).

La submersion des sols agricoles pendant la crue présentait de nombreux avantages :

- maintient dans le sol des conditions hydriques favorables aux plantes d'hiver,
- si sa durée est suffisante, dépôt de limons,
- dessalement des terres,
- alternance de conditions hydriques différentes qui limitent le développement des mauvaises herbes, asphyxiées,
- restructuration du sol : l'argile confère au sol la propriété de se rétracter en s'asséchant, ce qui provoque la mise en place d'un réseau de fentes qui structurent le sol, en période de jachère (avril-juillet). Cette dessiccation en profondeur a le même effet qu'un labour : la terre est donc prête à être semée directement.

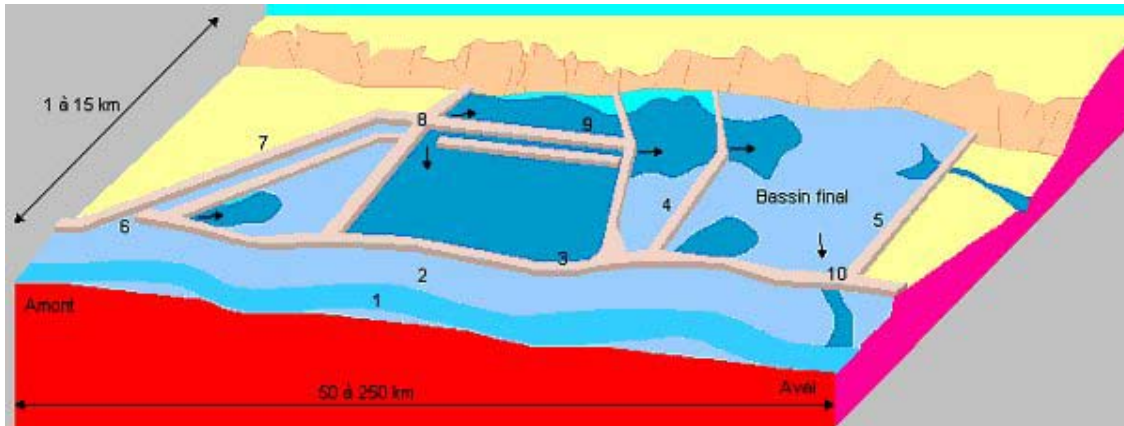
Après le retrait de la crue, les paysans effectuent les semis. La nappe affleure, puis son niveau diminue progressivement jusqu'au point où elle ne peut plus alimenter les cultures : cela provoque alors l'arrêt de la végétation. Ce type d'agriculture demande peu de travail et peu d'outils.

L'agriculture est alors entièrement dépendante de la crue, ce qui rend les récoltes incertaines : une crue précoce ou tardive, une crue insuffisante ou trop abondante, ou un retrait des eaux irrégulier sont des facteurs déterminants pour la survie de la population égyptienne de cette époque. La durée de la submersion doit être également suffisante pour permettre la culture des sols à la décrue (Ruf, 1992).

La couche de limon déposée au fur et à mesure des crues a eu pour conséquence la formation d'une plaine alluviale de fond de vallée, dont la texture du sol est d'autant plus fine que l'on s'éloigne du lit du fleuve, et que l'on se rapproche du delta. On retrouve aujourd'hui dans le delta un sol argileux.

### 2. Le système des bassins, ou « hods »

Les premiers bassins de décrue apparaissent vers le 6<sup>ème</sup> millénaire avant J.C. Il s'agit alors d'aménagements qui concernent des tronçons de vallée situés d'un côté ou de l'autre du fleuve, sans coordination entre eux. Ce sont des bassins quadrangulaires, d'une superficie de 400 à 1700 hectares, séparés par des digues et échelonnés selon la pente du terrain. On guide les hautes eaux vers des bassins de réception. Parfois, les berges sont rehaussées pour se protéger contre les crues les plus fortes.



- |                                               |                                                                                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1: Lit mineur du Nil.                         | 6: Prise, mise en eau pendant la crue.                                                  |
| 2: Lit majeur du Nil.                         | 7: Canal d'amenée des hautes eaux.                                                      |
| 3: Digue longitudinale {nord-sud} principale. | 8: Ouvrage hypothétique de répartition des hautes eaux entre bassins contigus.          |
| 4: Digue transversale ordinaire.              | 9: Chenal de progression des hautes eaux vers les bassins d'aval.                       |
| 5: Digue transversale terminale.              | 10: Vidange directe dans le Nil à l'étiage {niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau}. |

Figure 2 : schéma du système d'irrigation (d'après T. Ruf)

Puis les bassins s'organisent en chaînes transversales, ce qui provoque alors le problème de l'accumulation excessive des limons dans le premier bassin de décantation. Ces chaînes transversales furent alors complétées par des chaînes longitudinales, d'amont en aval, pour alimenter en eau les bassins surélevés par l'alluvionnement.

De l'agencement de ces bassins dépendait la distribution de l'eau, mais aussi la répartition spatiale des limons, ainsi que leur accumulation. On peut donc imaginer les enjeux qu'il y avait lors du choix de la répartition des parcelles.

La pente des canaux devait être calculée afin d'obtenir la plus grande aire inondée possible (faible pente), mais l'écoulement devait être suffisamment rapide pour éviter l'envasement (pente forte)<sup>2</sup>. La technicité hydraulique nécessaire à un fonctionnement optimum de ce système a certainement été acquise au cours du temps, basée sur l'expérience. (Ruf, 1988) Les avis diffèrent sur le mode de remplissage des bassins, soit par l'aval en règle générale et par l'amont uniquement en cas de faible crue (Mazoyer et Roudart, 1998), ou bien par l'amont systématiquement (Ruf, 1992).

### 3. La construction d'un pouvoir central autour de la gestion de la crue

On réalise au vu de cette organisation en bassins la nécessité d'une instance de décision et de coordination (notamment pour l'ouverture et la fermeture des vannes ou le règlement des contentieux). Une fois constitué, ce pouvoir hydraulique peut acquérir une expérience dans ce domaine, et une capacité à régir cet ensemble hydraulique plus importante, d'où l'émergence rapide d'une société hiérarchisée (Wittfogel, 1957). On peut alors parler de « société hydraulique », dont la définition donnée par Ruf est la suivante « *société construite autour de la gestion d'une ressource indispensable à leur reproduction sociale et économique : l'eau* ». Selon Mutin, les hods seraient « *l'expression géographique d'un Etat centralisé, capable de penser, de réaliser et de maintenir une œuvre gigantesque d'intérêt général.* »

<sup>2</sup> La pente de la vallée est de 65-75 mm/km, celle du delta de 42 mm/km (Ruf, 1995), soit 0.07 ‰ à 0.04 ‰.

Plus l'Etat est grand, plus les possibilités d'aménagements sont a priori fortes et on peut notamment relier les canaux évacuateurs de crues entre eux, afin de mieux drainer les sols. Dans les derniers siècles du 6<sup>ème</sup> millénaire se constituent deux royaumes : la Haute Egypte (Nord) et la Basse Egypte (Sud). Rapidement la Basse Egypte, à cause de sa situation aval, tombe sous la domination du royaume du Nord, et l'unification politique se met en place. Le roi Ménès devient alors le premier des 30 dynasties pharaoniques, qui régneront pendant 3000 ans sur le territoire.

Le pays connaît ensuite une succession de phases d'expansion et de régression en fonction de la capacité du pouvoir central à gérer au mieux la crue annuelle du Nil (Ruf, 1984). En effet, la pérennité du pouvoir dépend de l'importance accordée par les chefs de la société à l'organisation hydraulique (Wittfogel, 1957). L'Ancien Empire (-3400 à -2160), le Moyen Empire (-2160 à -1580) et le Nouvel Empire (-1580 à -525) précèdent la période persane (-525 à -332), puis la période grecque (-332 à -30). Les Romains envahissent l'Egypte en -30, jusqu'à la chute de l'Empire Romain en 395. Se succèdent ensuite une période byzantine (395 à 640), une période arabe (640 à 1517), puis une période ottomane (1517 à 1805). Après l'expédition française au début du 19<sup>ème</sup> siècle, l'agriculture et la gestion hydraulique vont connaître une profonde réorganisation du fait de la généralisation de la culture du coton et de l'irrigation systématique qui va progressivement s'étendre à toute l'Egypte.

### **III. Le tournant vers l'agriculture irriguée et la généralisation de l'usage de la sakia**

Tout d'abord, il faut préciser que les cultures irriguées ont toujours existé en Egypte. Elles ont été présentes à un stade certes marginal dans la Haute Antiquité (cultures d'agrément, jardins potagers), et ont subi une légère évolution lors de la période grecque pendant laquelle l'usage de la sakia (roue à godets qui permet le puisage de l'eau) fut introduit. L'irrigation connut surtout son essor à partir de l'intégration de l'Egypte dans le marché mondial et de la généralisation de la culture de coton au 19<sup>ème</sup> siècle. Les investissements dans ce secteur resteront d'ordre privés jusqu'à cette époque et la politique hydraulique menée par Mohamed Ali.

#### **1. Les prémices de l'agriculture irriguée et de l'utilisation des moyens de puisage de l'eau**

Dans la Haute Antiquité, des cultures comme la gesse, le pois, le pois chiche ou le lin recevaient une irrigation en complément de la crue. Certaines cultures (vignes, palmiers dattier, figuier, c'est à dire des cultures dites « pérennes ») bénéficiaient d'une irrigation en toute saison du fait de leur situation géographique appropriée : terrains peu ou pas inondables et proches d'une pièce d'eau permanente. Enfin, certains terrains inondables mais non aménagés en bassins et proches d'une nappe souterraine persistant après la crue ou d'une pièce d'eau de surface, recevaient une irrigation entre la décrue et la crue suivante (Mazoyer et Roudart, 1998). Pour fertiliser ces terres qui ne recevaient pas de limon du Nil, les paysans utilisaient des déjections animales. Les moyens d'exhaure (puisage de l'eau) étaient encore assez limités. On en trouvait de trois sortes : des cruches, des paniers à deux cordes, et le puis à balancier aussi appelé *chadouf* qui consiste en un panier fixé au bout d'une poutre à contrepoids. Cet instrument n'est quasiment plus utilisé à l'heure actuelle.

L'extension de l'irrigation a donc été limitée jusqu'à la conquête de l'Egypte par les grecs en 392 avant JC. Avec leur arrivée, de nouveaux moyens d'exhaure sont importés :

- la *sakia*, ou roue à godet verticale entraînée par une roue dentée horizontale mue par un homme ou un animal. Elle permet d'arroser 0.4 à 2 hectares/jour.
- la vis d'archimède, qui arrose 1/3 d'hectare par jour, et permet d'élever le niveau de l'eau de 0.80 mètre.

Ces instruments d'exhaure vont être généralisés (surtout la *sakia*) au 19<sup>ème</sup> siècle. Leur usage reste exceptionnel jusqu'à cette période, du fait des difficultés liées aux variations des niveaux des plans d'eau, qui ne seront levées qu'à partir de l'établissement des barrages. (Ruf, 1992) Avec la traction animale, les rendements de ces instruments seront considérablement améliorés.

Aux 12<sup>ème</sup> et 13<sup>ème</sup>, les arabes introduisent en Egypte les cultures de riz et de canne à sucre, qui nécessitent une irrigation. Puis à l'époque des Grandes Découvertes, le coton qui est également une culture très consommatrice d'eau, fait son apparition en Egypte, d'où la recherche d'une irrigation pérenne (c'est à dire en toute saison, même à l'étiage du fleuve) généralisée sur l'ensemble du territoire.

C'est surtout au 19<sup>ème</sup> siècle que le pays connaît cette phase de transition d'une agriculture céréalière de décrue à une agriculture irriguée généralisée : l'Egypte intègre à cette époque le marché mondial et cherche à développer ses exportations de coton.

## 2. Le tournant du 19<sup>ème</sup> siècle : généralisation de l'agriculture irriguée et construction de la société paysanne autour du cercle de la sakia

La généralisation des instruments d'exhaure et le progrès agronomique d'une culture du sol pendant une durée de l'année de plus en plus importante va permettre à la société égyptienne de considérablement augmenter<sup>1</sup> : en effet, au 19<sup>ème</sup> siècle les superficies récoltées augmentent, et les systèmes de cultures s'intensifient. L'irrigation va progressivement autoriser la double récolte annuelle, ce qui entraîne presque un doublement des gains agricoles.

### La culture du coton

Après l'expédition française du « début du siècle » (1798-1801), Mohamed Ali, alors chef des militaires albanais de l'armée turque, s'impose en pacha d'Egypte. Il entraîne le pays sur la voie du capitalisme d'Etat, du dirigisme et du protectionnisme. Son règne s'étend de 1805 à 1848 et il est marqué par une importante réforme agraire dont le but premier est de rétablir l'agriculture céréalière pour relever la population du pays - la population égyptienne en 1800 est très réduite - mais aussi de dégager un surplus exportable et permettre ainsi le développement du coton et de la canne à sucre. Ce sont en effet des cultures d'exportation qui vont faire rentrer des devises en Egypte, nécessaires à la modernisation du pays. Il instaure également le monopole de l'Etat sur les productions agricoles ce qui lui permet d'imposer l'introduction du coton dans les rotations agricoles (Fanchette, 1995). La culture du coton se développe car c'est une culture robuste qui supporte la culture répétée plusieurs années de suite sur le même terrain. Elle est de plus

<sup>2</sup> Evolution de la population égyptienne de 1800 à 2002 (Rapport sur le développement humain, 2002)

1800	2.5 millions d'habitants
1900	10 millions d'habitants
1984	45 millions d'habitants
2002	67.9 millions d'habitants

résistante à la sécheresse. On la cultive en saison chaude, de février à septembre. La culture de coton devient obligatoire partout où elle est possible.

#### Le système de concessions

De plus, pour palier à la crise financière qui secoue le monde paysan qui n'est plus en mesure de payer les impôts, un système de concessions se met en place. Ce système est à l'origine de certaines grandes propriétés foncières actuelles. Les hauts fonctionnaires et les officiers supérieurs peuvent en effet obtenir la concession des terres d'un village s'ils prennent à leur compte les arriérés de ce dernier (le village étant alors exempté d'impôts). Ce régime des concessions concerne un tiers des surfaces agricoles, qui seront majoritairement utilisées pour la culture de coton.

#### Généralisation de la sakia à tout le territoire égyptien

Les surfaces irriguées augmentent alors considérablement et la *sakia*, qui permet de relever l'eau jusqu'à la parcelle se généralise dans tout le pays : entre 1805 et 1838 l'Etat en installe 38 000!

La société paysanne s'organise autour de cet outil. Chaque canal tertiaire (ou *mesqa*), dernier maillon de la chaîne des canaux d'irrigation, acquiert une ou plusieurs *sakias*. Chaque *sakia* regroupe quinze à vingt agriculteurs qui doivent s'organiser pour l'entretien de l'outil d'exhaure et surtout pour les tours d'irrigation. Une véritable gestion sociale de l'irrigation se met en place.

### 3. Mohamed Ali et l'époque des barrages éleveurs sur le Nil

La politique hydraulique du pays évolue et prend la voie de la modernisation. En plus de la réhabilitation et de l'amélioration de l'ancien système de bassins de décrue, Mohamed Ali entreprend des aménagements destinés à étendre l'agriculture irriguée.

La technique employée alors sera l'utilisation des anciens canaux d'épandage de crue. Cette technique impose vite ses limites : les canaux d'épandage partent de la berge et étaient creusés à un niveau juste inférieur à celui des crues les plus basses : le Nil coule donc en période d'étiage à un niveau inférieur à celui des prises d'eau de ces canaux. L'état entreprend donc le surcreusement de tous ces canaux afin de pouvoir utiliser les eaux du Nil en toutes saisons.

C'est cependant un échec car ils ont tôt fait de s'ensaver du fait de la faible vitesse de circulation de l'eau, et il faut de plus équiper le pays en instruments d'exhaure, pour relever le niveau de l'eau jusqu'à celui des bassins cultivés. Afin de limiter les dépenses de ce côté, on tente à partir de 1825 de relever le niveau de l'eau dans les canaux en construisant de petits barrages éleveurs. Cela ralentit encore la vitesse d'écoulement de l'eau et augmente alors l'ensablement. Le surplus de travail pour les agriculteurs n'est plus supportable, il faut changer de méthode (Mazoyer et Roudart, 1998).

Les efforts se concentrent alors sur la construction de barrages éleveurs sur le cours du fleuve, en Basse Egypte (sur le delta principalement, car l'écart entre le niveau d'étiage et le niveau de la crue est plus faible, la construction de barrages est donc plus facile). Ils permettent de rehausser le niveau de prise d'eau dans le fleuve, et de limiter les travaux de surcreusement et de curage.

La construction en 1843 du barrage sur la branche de Damiette permet l'irrigation pérenne de la quasi totalité du delta en relevant le niveau du Nil d'un mètre.

#### 4. La fin du 19<sup>ème</sup> siècle et ses innovations

La guerre de sécession des Etats-Unis (1861-1865) provoque une hausse majeure des cours de coton, et lance l'économie égyptienne. C'est le boom cotonnier, qui entraîne le développement de grands domaines. Mais les richesses seront gaspillées et très vite l'Égypte tombe sous le protectorat anglais (en 1882).

Les surfaces cultivées continuent d'augmenter du fait du développement de l'irrigation et de la volonté des anglais de développer la production de coton à destination de l'industrie textile anglaise. Le Service des irrigations chargé de la gestion des réseaux est mis en place. Il fixe les tours d'eau dans les canaux secondaires, et répartit les travaux d'entretien entre l'état et les collectivités locales.

Un grand changement de cette fin de siècle est également l'adoption de la propriété privée de la terre en 1892, et la possibilité d'achat ou de vente, qui va entraîner un changement dans les mentalités paysannes. Une bourgeoisie foncière fait son apparition dans les campagnes. (Fanchette, 1995)

Les disponibilités en eau au moment de l'étiage sont vite toutes utilisées pour l'irrigation, où la demande est toujours plus forte. L'état se tourne alors vers la construction de grands barrages réservoirs, construits en amont du fleuve. Le premier est construit à Assouan en 1902, il permet de stocker une partie de la crue et de la relarguer en cas de besoin. Sa capacité ne lui permet pas de stocker la crue d'été (quelques 10 millions de m<sup>3</sup>), mais il constitue une réserve d'eau qui s'élève à 1 million de m<sup>3</sup> en 1901, 2,4 millions de m<sup>3</sup> en 1912 et 5,6 millions de m<sup>3</sup> en 1934 (Bethemont 2003). Ce barrage permet l'irrigation en amont du delta. Deux barrages d'élévation du plan d'eau sont construits plus en aval pour stabiliser le débit dans les canaux principaux, à Assiout et Zefta.

Avec la généralisation de l'irrigation, la société paysanne connaît une profonde restructuration. Il faut désormais entretenir les réseaux d'irrigation et de drainage et changer les pratiques agricoles : le calendrier des cultures s'étend désormais quasiment sur toute l'année. Ces modifications vont se généraliser à toute la population agricole avec la construction du Haut Barrage d'Assouan en 1964.

### **IV. Le contrôle total de la crue et l'irrigation pérenne étendue à tout le territoire égyptien : Nasser et la construction du Haut barrage d'Assouan**

#### 1. La construction du Haut barrage d'Assouan : vers une maîtrise complète de la crue

Afin de moderniser l'agriculture et de disposer de ressources en eau constantes tout au long de l'année, le régime nassérien entreprend la construction pharaonique du Haut barrage d'Assouan soutenu financièrement par les soviétiques, qui permet de contrôler les débits. Les travaux débutent en 1959, à quelques kilomètres en amont du premier barrage d'Assouan et la dernière crue du Nil a lieu en 1964.

Sa contenance est de 168 km<sup>3</sup>, dont 30 km<sup>3</sup> destinés à stocker les limons, et 48 km<sup>3</sup> pour faire face aux crues exceptionnelles. Les 90 km<sup>3</sup> restants correspondent environ au débit moyen



charrié par le fleuve. 10 à 15 km<sup>3</sup> se perdent par évaporation dans le lac du barrage, le lac Nasser, dont 1/3 est situé au Soudan et le reste en Egypte. (Mazoyer et Roudart, 1998). On a vu précédemment que l’Egypte ne reçoit annuellement que 55,5 km<sup>3</sup>, le Soudan recevant le reste. Une station hydroélectrique est également construite, qui permet de développement d’industries (engrais, aluminium, sidérurgie) en produisant 10 à 12 milliards de kWh. (Ruf, 1984)

## 2. Le barrage autorise une agriculture très intensive, mais provoque aussi un changement dans les mentalités

Le barrage autorise une maîtrise complète de la crue, et la double culture annuelle avec rotation biennale ou triennale du coton. Les rendements agricoles sont améliorés. De nouveaux espaces agricoles sont également créés. Les surfaces cultivées passent de 5,2 millions de feddans<sup>3</sup> en 1952 à 7,5 millions de feddans en 2002 (Bethemont, 2003), et les surfaces récoltées entre 11 et 12 millions de feddans en 2002. C’est une transformation profonde de l’histoire hydraulique égyptienne. Les dangers liés à la crue sont écartés, et une gestion des quantités devient possible. Le barrage permet le passage d’une agriculture saisonnière à un calendrier agricole qui s’étend sur plus de 11 mois pour tout le territoire égyptien (Bethemont, 2004). La culture du riz se généralise, elle a lieu pendant l’été. Cette culture très consommatrice d’eau est aujourd’hui montrée du doigt par le gouvernement, qui cherche à limiter son développement.

Si les surfaces cultivées augmentent de façon considérable et la production également, l’Egypte n’est cependant pas en situation d’autosuffisance alimentaire et doit importer.

Le barrage a aussi pour conséquence un changement important dans les mentalités des paysans égyptiens, qui ne voient plus un risque de manque d’eau, l’apport état constant tout au long de l’année et quelles que soient les conditions météorologiques (Ayeb, 1997). Le lac Nasser est considéré dans l’inconscient collectif comme une réserve inépuisable, et encore aujourd’hui il est courant de s’entendre dire que l’Egypte ne manquera jamais d’eau grâce au barrage. Il en résulte une augmentation irrationnelle de la consommation en eau qui entraîne une dégradation de la qualité des sols.

## 3. Nasser et la réforme de l’agriculture

### Réformes agraires et morcellement de la propriété paysanne

En 1952, Nasser organise une vaste réforme agraire. Un tiers des terres cultivables est alors aux mains de 0,4 % des propriétaires (grands propriétaires fonciers, possédant plus de 21 hectares, soit 50 feddans), alors que 94% des propriétaires possèdent des exploitations de moins de 5 feddans, soit 2,1 hectares et ne détiennent qu’un tiers de la surface cultivée. (Mazoyer et Roudart, 1998). De plus la moitié des familles paysannes ne possède pas de terres. Nasser limite la propriété paysanne à 200 feddans et impose un nouveau statut pour le fermage et le métayage plus avantageux pour les paysans. La redistribution des terres a lieu par lots de 5 feddans, dans le cadre de la « coopérative de réforme agraire ». Les coopératives vont gérer 13% des terres, redistribuées à 9 % des familles paysannes. (Ruf, 1995). Celles-ci fixent également les assolements et fournissent les paysans en engrais.

En 1961, la deuxième réforme agraire limite la propriété à 100 feddans, puis à 50 feddans en 1969. Les propriétaires de plus de 50 feddans ne possèdent plus que 13% du territoire cultivé, et les petits propriétaires de moins de 5 feddans disposent alors de 50% des terres.

---

<sup>3</sup> un feddan = 0,42 hectare, c’est l’unité couramment utilisée en Egypte

Aujourd'hui la superficie par actif est inférieure à un demi hectare<sup>4</sup> pour les 5 millions d'actifs agricoles. (Mazoyer et Roudart, 1998). 95 % des propriétaires possèdent moins de 5 feddans : en 2004, la moyenne de la surface est de 1 feddan par exploitation.

### Développement de l'élevage

L'élevage se développe, recherché pour sa fonction de traction pour le travail du sol à l'araire devenu nécessaire (la crue permettait de semer directement sans travail du sol préalable) et pour le fonctionnement de la *sakia*, mais aussi pour celle de fertilisation et d'épargne (Ruf, 1985). L'agriculture reste peu mécanisée, mais est néanmoins très intensive.

## **V. L'abandon progressif de la sakia, et la réorganisation de la société paysanne : de Sadate à nos jours**

### 1. Les années 70-80 et la fin de l'organisation sociale autour de la sakia : l'ère des motopompes et de l'individualisation de l'irrigation

L'arrivée de Sadate au pouvoir en 1970 marque la fin de l'assolement obligatoire. L'état a donc une connaissance moins fine des quantités d'eau nécessaires à l'irrigation.

Cette époque signifie également la fin de l'interdiction de sortie du territoire pour les égyptiens. En 1973 date du premier choc pétrolier, les pays du golfe bénéficient de rentrées d'argent importantes et se lancent dans de vastes projets agricoles. Ils emploient alors massivement les paysans égyptiens comme main d'œuvre agricole, émigrés pour l'occasion. L'argent est investi par ces travailleurs dans les campagnes égyptiennes, notamment dans l'acquisition des motopompes individuelles. Pratiques car elles sont maniables et mobiles, elles permettent de plus une plus grande autonomie des agriculteurs pour leur irrigation. Elles permettent également de quasiment doubler les quantités d'eau pour l'irrigation. La structure paysanne sociale en est bouleversée, l'organisation collective autour de la *sakia* est détruite et laisse place à une organisation individuelle. En 1985, les motopompes individuelles sont généralisées à tout le pays (Ayeb). Beaucoup de paysans possèdent la leur, et la loue aux autres moins pourvus. Le Ministère de l'Irrigation, confronté au fonctionnement imprévisible et discontinu des motopompes, doit s'adapter à un nouvel ajustement des allocations en eau. Le contrôle sur la consommation se fait moindre.

### 2. La réforme de l'accès à l'eau et le programme de modernisation de l'agriculture : les maîtres mots de l'économie d'eau et de l'intervention participative des usagers

En 1989 (Moubarak est alors au pouvoir depuis 1981), l'Égypte connaît une situation économique grave, et des réformes sont demandées par les bailleurs de fonds.

En 1991, le FMI impose un programme d'ajustement structurel, et en 1992 est mise en place une contre-réforme agraire (effective en 1997) qui libéralise le marché de la terre. Un programme de modernisation, Irrigation Improvement Program (IIP) se met en place en 1990, sous l'égide de l'USAID et de la Banque Mondiale. Ce programme prévoit de regrouper les

---

<sup>2</sup> 0,5 feddan cultivé/ hab en 1900,  
0,1 feddan cultivé /hab en 2000 (Bethmont, 2003)

utilisateurs d'une même mesqa en associations d'usagers, les Water Users Association (WUA), et d'abandonner les pompes individuelles au profit d'une seule pompe collective, placée en bout de mesqa. C'est un nouveau bouleversement dans l'organisation paysanne qui s'annonce.

Pour le gouvernement, il s'agit de contrôler à nouveau de façon précise les allocations en eau et de réduire la consommation de l'eau d'irrigation. Dans le système actuel, le contrôle de l'eau par l'état reste limité : la distribution locale de l'eau échappe au gouvernement et le service des irrigations n'interfère pas sur la manière dont l'eau est utilisée dans les villages. La démographie toujours grandissante de l'Egypte la contraint à gagner de nouvelles terres sur le désert. Or cette extension des terres irriguées conduit à une raréfaction progressive des eaux disponibles pour les anciennes terres.

### 3. Face à une démographie galopante, une nouvelle politique d'aménagement du territoire se met en place

La population égyptienne connaît entre 1960 et 1990 une augmentation très importante, passant de 26,085 millions d'habitants à 54,63 millions d'habitants (Ayeb, 1997). Une politique qui vise à augmenter le territoire cultivé s'impose. Grâce à la construction du Haut Barrage des terres peuvent être gagnées sur le désert. (Néanmoins il ne faut pas oublier que les travaux de bonification des terres remontent à Mohamed Ali qui entrepris dès le début du 19<sup>ème</sup> siècle d'aménager la zone du delta, auparavant marécageuse et qui de plus n'était pas toujours atteinte par la crue.)

Les projets de bonification de terres agricoles sur le désert ont commencé dans les années 50 avec la construction du Haut Barrage. Cette entreprise complexe est organisée par l'état, qui détient la propriété des terres désertique. Depuis 1960, plus de 2 millions de feddans auraient été bonifiés (d'après le CAPMAS, Central Agency for Mobilisations and Statistics, chiffres cités par Ayeb, 1997). Le mouvement se poursuit aujourd'hui avec de nouveaux projets, hors de la vallée du Nil : le canal Cheikh Jaber aussi appelé le canal de la paix, qui devrait amener de l'eau dans le Sinaï, et le projet de la Nouvelle Vallée qui cherche à mettre en culture la zone à l'Ouest du Nil où se trouvent les oasis. Ces deux projets sont d'une grande envergure, et ont aussi pour but de désengorger la vallée du Nil : le projet national pour le développement du Sinaï prévoit le peuplement de cette zone par 3 millions de personnes. Aujourd'hui, si le canal de la paix est effectivement creusé, on ne constate pas encore ni la mise en place de terres cultivées, ni une augmentation de la population de cette région. Les investisseurs privés censés s'installer sur ces terres considèrent en effet que l'eau du canal est trop polluée pour permettre le développement de l'agriculture...

En effet, bonification des terres ne signifie pas automatiquement augmentation de la surface cultivée : certaines terres ne sont pas encore distribuées, d'autres ne sont pas destinées à l'agriculture, et un laps de temps entre la conquête et mise en culture est souvent observé (Mutin, 2000). Il faut de plus enlever du bilan les terres progressivement gagnées par la ville sur les terres agricoles.

On comprend donc que le grand enjeu actuel pour le peuple égyptien et son gouvernement est de produire plus alors que la part de l'eau agricole diminue avec l'augmentation de la population, du niveau de vie et du développement économique.

L'économie d'eau dans les anciennes terres agricoles pour la réallouer ailleurs est une solution, ce qui permettrait l'exploitation de terres nouvelles pour l'agriculture et également de

peupler de nouveaux espaces du territoire égyptien : la population aujourd'hui se concentre uniquement sur 5% du territoire. Essayer de limiter la dépendance alimentaire de l'Égypte est un objectif important du gouvernement. Les surfaces cultivées ont certes considérablement augmenté après la construction du barrage : le nombre de récoltes passe de deux par an au lieu d'une seule et la surface cultivée compte 7 millions de feddans en 1998, ce qui correspond à 11-12 millions de feddans de surface récoltée grâce à la double culture annuelle (Ayeb, 1998). Cependant, l'Égypte n'est pas dans une situation d'autosuffisance alimentaire, comme le souhaitait Nasser en construisant le barrage. En 1960, l'Égypte produisait alors 65% du blé qu'elle consommait, en 2002 le ratio est de 25%, soit l'équivalent de 90 jours (Bethemont, 2003). Cette dépendance alimentaire envers les pays étrangers pose aussi la question d'une dépendance politique sous jacente dans le cas par exemple des Etats-Unis et de la position égyptienne vis à vis d'Israël (Bethemont, 2004).

## **Conclusion de la première partie**

L'utilisation rationnelle des eaux fluviales appelle des aménagements qui ne sont concevables que dans le cadre d'une forte cohésion sociale, subie ou consentie. Il existe donc un lien extrêmement solide entre irrigation et société hiérarchisée. Ce système a pour contrepartie un risque de dégradation des systèmes hydrauliques en cas de rupture du lien social. Cette rigidité des contraintes techniques et sociales a été quelque peu atténuée par le changement technique, comme la diffusion des pompes motorisées. Mais avec le nouveau projet de modernisation des systèmes irrigués et de la société paysanne, n'y a t'il pas un risque de rompre ce lien ?

La société rurale égyptienne cherche avant tout à assurer la reproduction de son système de production, en intégrant dans les rotations culturales des cultures d'autoconsommation (maïs pour la consommation humaine, et trèfle d'Alexandrie ou blé pour le bétail), et conserver au sein de son exploitation la fonction élevage, indispensable capital en cas de dépense imprévue. L'histoire de l'irrigation et des moyens d'exhaure montre à quel point ces décisions hydrauliques sont avant tout un enjeu politique. Leur influence sur le monde paysan est énorme, par exemple avec la contrainte de la culture de coton.

Ces décisions permettent aussi d'expliquer le paysage agricole égyptien actuel, une coexistence de grandes propriétés foncières, et de micro-propriétés paysannes d'une superficie inférieure à un demi hectare pour toute une famille.

Dans la deuxième partie, nous allons nous pencher plus particulièrement sur le projet financé par la Banque Mondiale sur la modernisation de l'irrigation, en s'appuyant sur l'exemple du canal secondaire d'irrigation El Resqa, cadre de l'étude.

Quatre points semblent intéressants à développer :

- le projet IIP (Irrigation Improvement Project) conduit-il à un grand changement technique et social pour les paysans égyptiens ?
- ce projet est-il justifié au vu des consommations actuelles en eau d'irrigation à El Resqa ?
- le projet IIP conduit-il à une économie d'eau d'après les observations que l'on peut réaliser sur les canaux tertiaires déjà modernisés ?
- ce projet est-il réalisable dans le contexte égyptien ?

## Partie 2 : La mise en place de l'Irrigation Improvement Project, exemple du canal El Resqa

Le canal El Resqa se situe à une échelle d'étude pertinente : c'est un canal secondaire, dont les canaux tertiaires qu'il alimente sont en cours de transformation car concernés par le projet IIP.

### I. Présentation de la zone d'étude : le canal El Resqa, dans un environnement deltaïque

#### 1. la région de Beheira

Le canal El Resqa se situe dans le gouvernorat de Beheira (6 millions d'habitants), au Nord Ouest du Delta du Nil. La ville la plus importante du gouvernorat est Damanhour. Dans cette région, une part non négligeable de la population vit dans de petits villages ou des hameaux. En 1994, dans les districts éloignés du Nil, plus de la moitié de la population vivait dans des hameaux et des villages de moins de 1500 habitants (Fanchette, 1997).

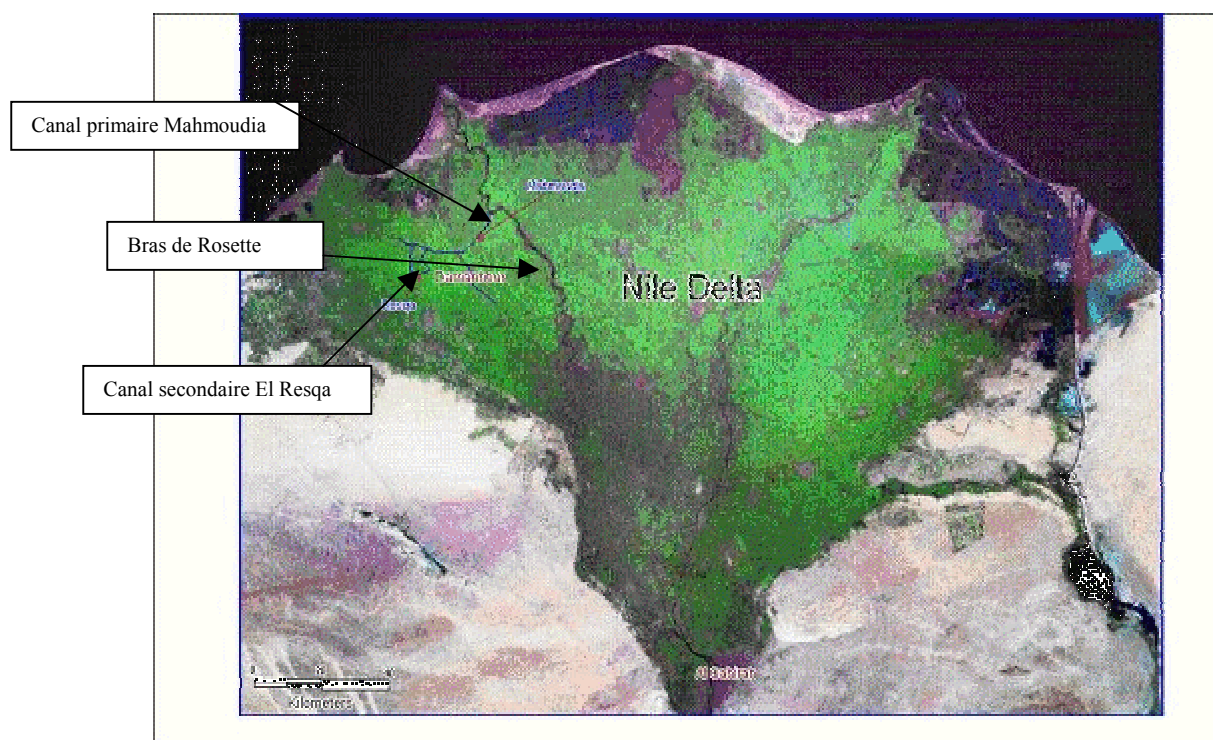


Figure 3 : Photo satellite NASA, delta du Nil

Le delta du Nil possède deux caractéristiques majeures :

- une grande platitude et donc une vitesse d'écoulement de l'eau lente,
- un sol artificiel constitué par les limons provenant des anciennes crues du Nil.

Les caractéristiques climatiques à Damanhour sont les suivantes :

Climat	méditerranéen
Précipitations moyennes annuelles	189.6 mm

Température	De 14,2°C à 26,7°C
Humidité relative	68%
Evaporation	4,6 mm/jour

Figure 4: caractéristiques climatiques à Damanhour, source Research Institute for Ground Water, Water Research

Center

## 2. le canal primaire Mahmoudia

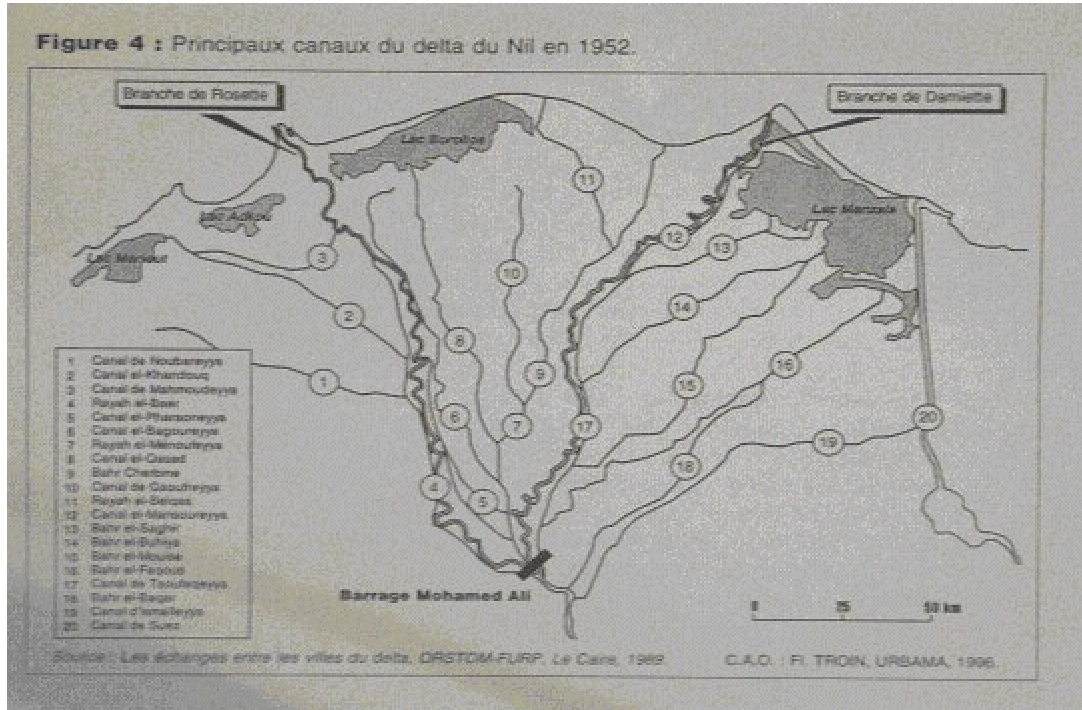


Figure 5 : carte des canaux d'irrigation primaires du delta du Nil ,source : Fanchette, 1997

L'activité principale de la région est l'agriculture, qui est entièrement irriguée. Le delta du Nil connaît en effet une agriculture très intensive. Trois canaux d'irrigation primaires alimentent en eau le gouvernorat de Beheira : la canal de Noubareya (numéro 1 sur la carte), le canal El Kandouq (numéro 2 sur la carte) et le canal Mahmoudia (numéro 3 sur la carte). C'est ce dernier qui alimente le canal El Resqa qui fait l'objet de cette étude. Le canal Mahmoudia a une longueur de 70 km et a été creusé en 1840. Il est issu du bras du Nil qui est à l'Ouest du delta, le bras de Rosette, et reçoit également de l'eau d'un autre canal, le canal Ramda.

Son alimentation est organisée par le ministère de l'irrigation de la façon suivante :

→ En été, du 31/04 au 30/08 l'apport journalier est en moyenne de 10 millions de mètres cube du Nil et de 3.7 millions de mètres cubes du canal Ramda, soit 13.7 millions de mètres cubes par jour qui arrivent dans Mahmoudia. Le débit moyen du canal est alors de 158,6 m<sup>3</sup>/sec

→ En hiver du 1/09 au 31/04, c'est en moyenne 6.5 millions de mètres cube par jour qui sont prélevés du Nil, et 1.5 millions qui viennent du canal Ramda, soit 8 millions de mètres cube par jour qui circulent dans le canal Mahmoudia. Le débit moyen est alors de 92,6 m<sup>3</sup>/sec.

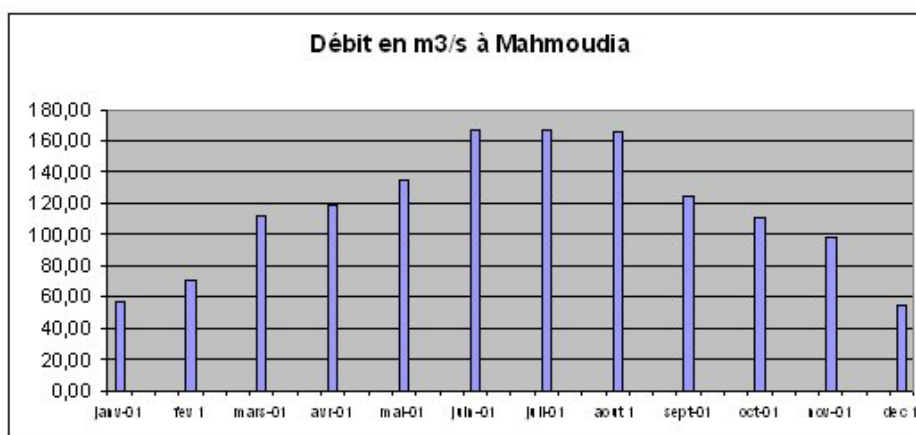


Figure 6 : graphe du débit du canal Mahmoudia en fonction du mois, source : Ministère de l'irrigation de

Damanhour

Son débit moyen annuel est de 115,16 m<sup>3</sup>/s avec un pic en été pour les cultures du riz et du coton : en juin et juillet le débit dans le canal est de 167 m<sup>3</sup>/s. Le canal Mahmoudia alimente 69 canaux secondaires d'irrigation, dont le canal El Resqa. La superficie des terres alimentées en eau par le canal Mahmoudia est de 310 741 feddans, soit plus de 130 000 hectares de terres.

### 3. le canal secondaire El Resqa

Le canal El Resqa a été creusé vers 1924, d'après les documents trouvés à la bibliothèque d'Alexandrie. Son histoire est donc relativement récente.

Le canal El Resqa se situe au kilomètre 24 du canal Mahmoudia. Sa longueur est de 12 km. Il est utilisé pour l'irrigation de 4500 feddans, soit près de 1900 hectares. Les exploitations agricoles qui dépendent du canal sont au nombre de 3500 environ, et la population vivant dans les villages le long du canal entre 35 000 et 40 000 habitants. La superficie moyenne des exploitations agricoles à El Resqa est de 3 feddans (moins d'1.5 hectare), variant de 1 feddan à 75 feddans pour une seule exploitation.

Il alimente à son tour 56 canaux tertiaires : le réseau de canaux est donc très dense. Son débit moyen annuel est de 1,67 m<sup>3</sup>/s (source : Ministère de l'irrigation de Damanhour).

### 4. Un système en cours de transformation

A Mahmoudia, 100 000 feddans sont en cours de conversion : ils sont concernés par le programme IIP (Irrigation Improvement Project) et la gestion de l'irrigation des canaux secondaires concernés va être amenée à changer. El Resqa fait partie des canaux sélectionnés par ce programme de modernisation, qui a débuté il y a un an environ dans ce canal. Certains canaux tertiaires ont fini leur modernisation, d'autres pas. Il se trouve donc dans une phase de transition, on y trouve à la fois les anciennes pratiques de gestion et d'utilisation de l'eau ainsi que les changements imposés par le programme IIP.

## **II. Le chemin de l'eau et les méthodes d'irrigation employées aujourd'hui en Egypte**

### **1. Le principe de distribution de l'eau d'irrigation en Egypte : un cheminement à travers les canaux**

Tout est géré depuis le barrage d'Assouan, d'où l'eau est libérée. Le Nil est ensuite un système fluvial entièrement artificialisé. Les eaux sont relâchées à Assouan en fonction de la demande énergétique et des besoins en eau des cultures, c'est-à-dire du calendrier agricole : 7 km<sup>3</sup> en juillet (culture de riz et coton, très consommatrices d'eau) contre 3 km<sup>3</sup> en décembre. Le débit du Nil est de 1800 m<sup>3</sup>/s en moyenne sur l'année. Le système comprend des canaux primaires et secondaires, qui sont propriétés de l'état et entièrement gérés et entretenus par ce dernier. Les canaux d'amenée de l'eau à la parcelle, les canaux tertiaires, sont appelés *mesqa* et leur gestion est à la charge des irrigants (ils appartiennent à l'état). Les contrôles des quantités se font par calculs de niveaux d'eau et non par un contrôle volumétrique.

L'eau d'irrigation utilisée à El Resqa provient uniquement du Nil, les eaux souterraines étant trop salées pour permettre le développement des cultures. Les quantités libérées sont décidées par le Ministère de l'Irrigation et varient selon la saison (été, hiver). L'eau met dix jours pour arriver du Haut Barrage au delta du Nil, et ce chiffre est largement utilisé dans la gestion de l'eau égyptienne.

L'eau va du canal Mahmoudia au canal El Resqa par une vanne métallique, ouverte manuellement par un agent de l'état. On peut grossièrement différencier trois parties dans le périmètre de El Resqa : une première partie proche de la prise sur Mahmoudia, une deuxième partie centrale avec plusieurs branchements sur le canal principal et une dernière partie en fin de réseau qui est assez linéaire. Chacune de ces parties, en vertu de leur position amont-aval, a une situation stratégique différente par rapport à la ressource en eau. Les mesqas situées dans la première partie sont les plus favorisées par la gestion actuelle.



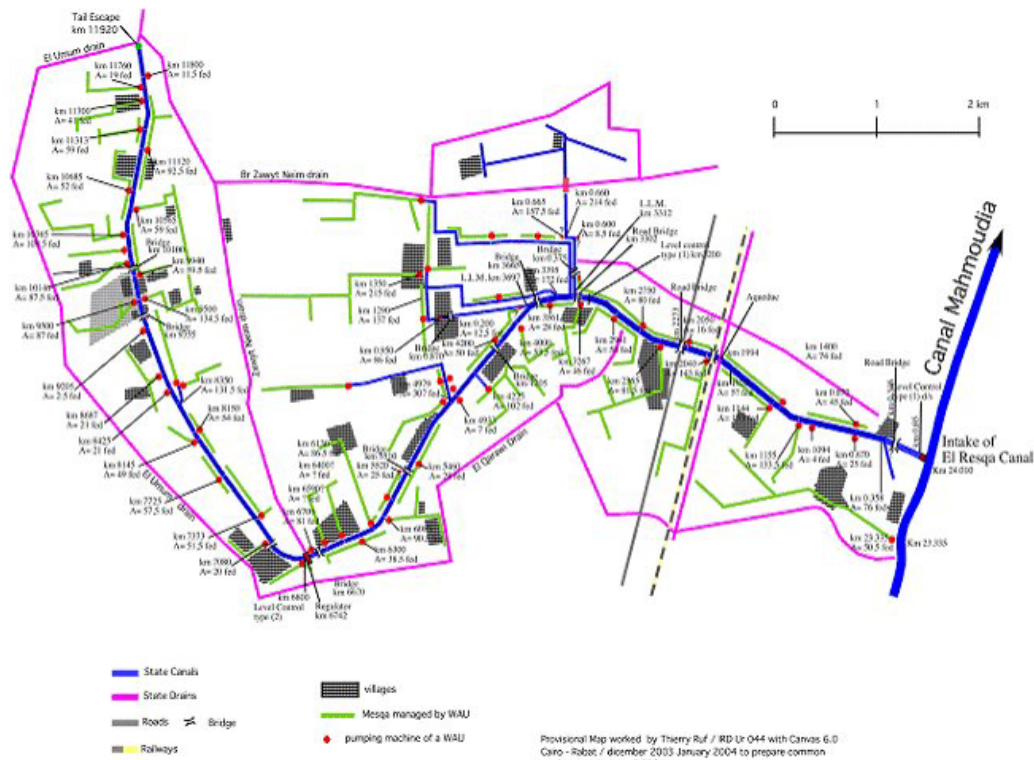


Figure 7 : carte du canal El Resqa de la prise d'eau sur Mahmoudia à son exutoire dans le canal de drainage : on distingue les trois parties du canal précisées plus haut (source : T.Ruf)

L'eau passe du canal El Resqa aux petits canaux tertiaires appelés mesqas, qui sont au nombre de 5 pour ce canal. Via un système d'exhaure, l'eau est relevée au niveau des parcelles. En effet, le niveau de l'eau est normalement maintenu entre 50 et 75 cm en dessous du niveau des champs, pour limiter la remontée de la nappe superficielle. C'est également un moyen pour le gouvernement de rendre obligatoire le recours à l'utilisation d'une machine élévatrice pour irriguer, ce qui a priori limite la consommation de l'eau (coût du pompage, effort à fournir de la part du paysan). Aujourd'hui les agriculteurs utilisent pour cela des pompes mobiles, individuelles et fonctionnant au fioul. L'extraction de l'eau se fait en tête de mesqa, chacun venant tour à tour placer sa pompe. L'eau du canal est gratuite (l'eau ne doit pas être payante d'après le droit coranique). Les mesqas sont des unités de gestion de l'eau dépendantes du canal, définies par une superficie irriguée et un nombre d'irriguants. Leur taille varie d'une vingtaine de feddans à plus de 200 feddans. Elles regroupent une dizaine à une centaine d'irriguants à El Resqa.

Depuis la mesqa, l'agriculteur fait venir l'eau dans son champ via de petites rigoles, les marwas. Celui-ci est alors libre d'user de l'eau comme bon lui semble et peut éventuellement faire transiter de son eau vers le champ du voisin dans le cadre d'arrangements verbaux, ce qui évite les gaspillages inutiles et permet un gain de temps pour le bénéficiaire du surplus.

En bout de mesqa se trouve en règle générale un canal de drainage, qui récolte les eaux de colature ainsi que le surplus d'eau non utilisée qui circule dans la mesqa.

## 2. Les méthodes d'irrigation en Egypte : un système encore très traditionnel

Les méthodes d'irrigation traditionnelles sont encore très présentes, le système des canaux est encore largement utilisé. Les méthodes gravitaires, les plus anciennes, impliquent le

façonnement de filioles et de sillons le long desquels l'eau chemine. Le système consiste à amener l'eau en tête de parcelle. C'est ce type d'irrigation que l'on trouve à El Resqa.

D'après de nombreux auteurs, les apports en eau sont trop souvent excessifs dans l'irrigation gravitaire, (ce phénomène étant accentué depuis la construction du Haut Barrage et la certitude d'avoir de l'eau en quantité) : un hectare de terre agricole dont les besoins s'élèvent pour une agriculture intensive et irriguée à 4000-5000 m<sup>3</sup>/an en reçoit 7000 à 8000 m<sup>3</sup>/an (Ayeb 1997, Mutin, 2000).

Les méthodes modernes par aspersion et par goutte à goutte sont plus économiques pour la ressource, mais ont un coût prohibitif pour beaucoup d'agriculteurs. Ces méthodes sont surtout présentes dans les nouvelles terres, destinées pour beaucoup à l'agriculture d'investissement.

L'exploitation des eaux souterraines pour l'utilisation en irrigation ne s'est répandue qu'avec l'avènement de la pompe et des techniques modernes de forage qui servent notamment dans le système d'aspersion par pivot central. Cependant, les limites du pompage apparaissent assez vite même si les coûts d'exploitation sont avantageux. Les nappes profondes sont souvent trop riches en sels minéraux, leurs eaux sont très vite contaminées, elles se relèvent très lentement en cas de déplétion accentuée et beaucoup d'entre elles, situées dans les zones arides, se sont constituées lors des phases pluviales et ne se renouvellent pas. A El Resqa, on l'a vu précédemment, les eaux souterraines n'autorisent pas le pompage pour l'irrigation.

### 3. Un tour d'eau qui rythme la vie des habitants

En Egypte la capacité totale du système n'est pas suffisante pour que l'intégralité des canaux soit en eau continuellement. Un système de rotation assez complexe pour la mise en eau des canaux secondaires est donc en place. Il permet un meilleur contrôle de quantités par l'état, limite également la consommation, et permet ainsi le rabattement de la nappe. Cette rotation est appelée *menaouba* en arabe, et varie d'une saison à l'autre. Une rotation, ou tour d'eau, existe aussi au niveau de la *mesqa*, entre les paysans d'une même *mesqa*.

Les canaux primaires, type Mahmoudia, sont en eau constamment. Les canaux secondaires, type El Resqa, sont eux soumis à un tour d'eau. A Mahmoudia, les 69 canaux secondaires qui sont alimentés par ce canal subissent une rotation, différente en été ou en hiver.

→ En hiver, l'alternance est de 5 jours en eau et 10 jours sans eau, sur la base de trois grands groupes de canaux secondaires.

→ En été la rotation consiste à 4 jours en eau et 6 jours de fermeture, sur la base de deux groupes de canaux qui sont en eau 4 jours chacun. Au milieu de la rotation, tous les canaux secondaires sont fermés pendant une journée, pour permettre au canal Mahmoudia de se remplir à son niveau maximum à nouveau.

D'après les enquêtes, des arrangements sont souvent possibles entre paysans et agents de l'état en ce qui concerne l'ouverture des vannes : il apparaît assez nettement que pour les agriculteurs, il est possible de le demander aux ingénieurs en charge d'ouvrir les vannes sur Mahmoudia pour obtenir de l'eau dans le canal. Cela leur permet de gagner un voire deux jours en plus en eau. Se pose alors la question d'une réelle égalité entre canaux secondaires à l'échelle du canal primaire Mahmoudia.

Chaque année au mois de janvier, l'ensemble du réseau est fermé pour permettre le curage et la réparation des canaux.

Les cartes suivantes ont été réalisées à l'aide du logiciel CANVAS et des données récoltées au Ministère et récapitulent ce système:



Figure 8 : carte de la rotation estivale des canaux secondaires alimentés par le canal Mahmoudia

**Situation estivale :**

Les canaux en jaunes fonctionnent ensemble, idem pour les canaux marron. Ils sont en eau pendant 4 jours consécutifs. Les canaux en rouge sont des canaux qui sont déjà entièrement modernisée par le programme IIP. Ils ne fonctionnent pas encore en flux continu à l'heure actuelle, mais sont pourtant notés à part dans les schémas du Ministère de l'irrigation de Damanhour.

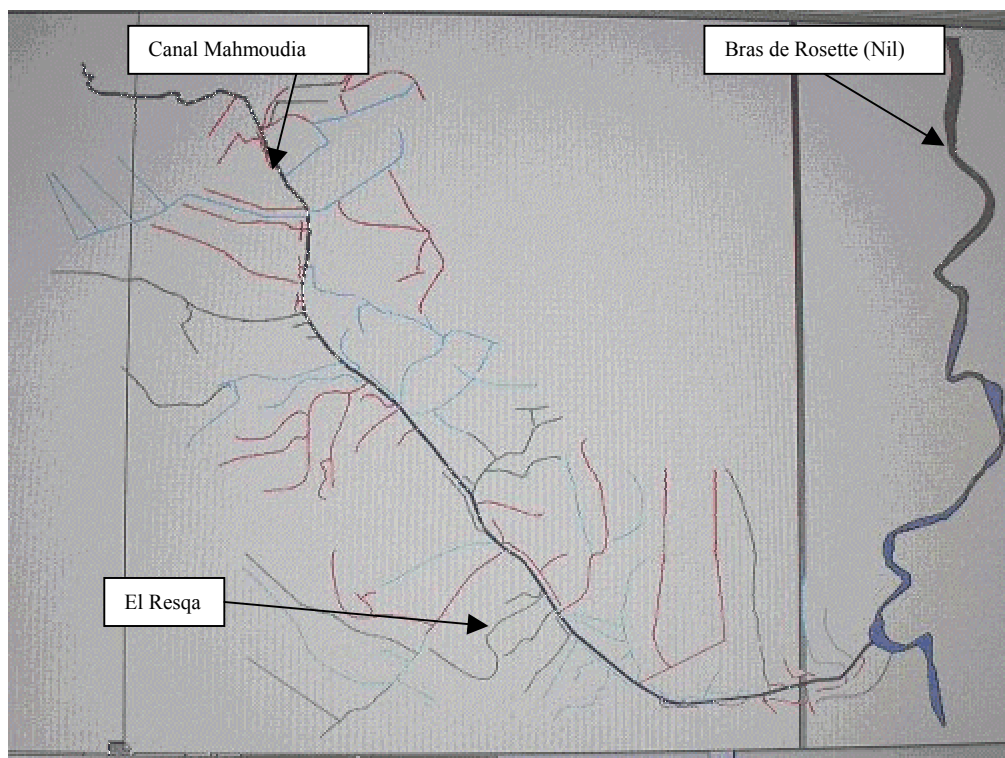


Figure 9 : carte de la rotation hivernale des canaux secondaires alimentés par le canal Mahmoudia

**Situation hivernale :**

En hiver il y a trois groupes de canaux : les rouges, les verts et les bleus. Ils sont chacun ouverts pendant 5 jours consécutifs. Pour certains canaux longs, plusieurs couleurs apparaissent, ils subissent des rotations différentes au sein du même canal secondaire. On réalise la complexité de ce fonctionnement

Pendant les deux mois passés en Egypte, en avril et mai, le canal El Resqa n'a jamais connu de situation de manque d'eau. Au contraire nous avons vu plusieurs fois son niveau proche de déborder. En effet, les niveaux d'eau dans les canaux ne sont pas régulés de façon très précise, mais uniquement par saison. Cela engendre des situations de trop plein d'eau en fin de culture de blé (il ne nécessite plus aucune irrigation) mais aussi de manque d'eau au cours des cultures de riz et de coton.

#### 4. Bilan hydrique et eaux souterraines

Le bilan hydrique au niveau de la nappe est le suivant:

<b><i>La recharge de la nappe :</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les infiltrations de l'eau d'irrigation en excès et les pertes des canaux</li> <li>• L'infiltration de la pluie</li> </ul>
Cette recharge est estimée à 0.8 mm/jour

<b><i>La décharge de la nappe :</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les écoulements dans le système de drainage</li> <li>• L'ETP</li> <li>• Les extractions (nulles dans notre zone d'étude)</li> </ul>
La décharge est estimée à 0.2 à 0.9 mm/jour selon la saison.

Source : Research Institute for Ground Water, Water Research Center

L'aquifère du delta du Nil est semi-captif (formation aquifère surmontée d'une couche semi-perméable relativement mince et/ou surmontant une telle couche à travers laquelle l'eau peut pénétrer dans la formation aquifère ou en sortir). Il est recouvert par une argile sableuse ou limoneuse du Holocène. L'épaisseur de la zone saturée varie de 0 à plus de 800 mètres. La perméabilité varie de 35 à 75 m/jour, en diminuant vers les cotes à cause d'une augmentation de la teneur en argile. La transmissivité varie de 500 m<sup>2</sup>/jour sur les bords désertiques du delta à plus de 25 000 m<sup>2</sup>/jour à l'apex du delta. Des mesures piézométriques sont réalisées régulièrement depuis la fin des années 50. Le niveau piézométrique diminue graduellement de 15m +NGF au Caire à moins de 1m +NGF près de la côte, là où se situe le canal Mahmoudia. Le flux d'eau souterraine est par conséquent du Sud vers le Nord. Le gradient piézométrique est de 11cm/km. Cet aquifère est rechargé continuellement par les eaux d'irrigation qui viennent du Nil. La recharge par la pluie intervient pendant les mois d'hiver, quand elle n'est pas interceptée par les canaux de drainage.

Les eaux souterraines du delta sont sous la pression de l'eau de mer et se situent à une profondeur de 3 à 5 mètres.

### III. Les contraintes d'un tel système d'irrigation

#### 1. Dépendance totale envers ce système d'irrigation

La première idée qui vient après l'analyse de l'agriculture égyptienne est son entière dépendance envers l'irrigation : 100 % des terres cultivées sont irriguées. Le Haut barrage d'Assouan qui lui permet une totale maîtrise des apports d'eau, a ainsi évité à l'Egypte de subir

une sécheresse en 1972, une crue dévastatrice en 1975, une autre période de sécheresse en 1984 qui ravagea le Soudan et d'autres pays du Sahel africain, et en 1996 une crue dévastatrice de 130 milliards de m<sup>3</sup> (Livre Quid et Ayebe, 1998). Cependant, l'Égypte n'est pas à l'abri d'une insuffisance de crues : à partir de 1979 et pendant une partie des années 80, une succession de très faibles crues a entraîné une réduction importante du lac Nasser, et l'agriculture égyptienne aurait été très menacée sans le retour des bonnes crues à partir de 1988 (Mazoyer et Roudart, 1998).

## 2. Salinisation des sols et la mise en place progressive d'un réseau de drainage

De graves conséquences de l'irrigation, qui se sont fortement accentuées après la construction du barrage et la sur-irrigation qui a suivi, sont :

- la salinisation des sols
- la remontée de la nappe phréatique,

Cela provoque la destruction de nombreux périmètres irrigués.

En effet, à cause du climat chaud et aride de l'Égypte l'évaporation est très intense et une part importante de l'eau retenue dans les lacs de barrages ou les grands canaux d'irrigation s'évapore. La teneur en sel de l'eau d'irrigation qui arrive dans les parcelles et donc déjà forte. Une fraction de l'eau d'irrigation et des sels qu'elle contient est absorbée par la plante, mais une autre fraction de cette eau s'évapore, si bien que l'eau qui s'infiltré dans le sol est encore plus concentrée en sels. Comme la technique utilisée pour irriguer consiste à le faire par ruissellement, la quantité d'eau est souvent très abondante, ce qui permet aux sols de ne pas atteindre le seuil de toxicité. L'excès d'eau qui s'infiltré en profondeur entraîne dans la nappe une partie de ces sels.

Mais on constate également une remontée de la nappe dans les zones constamment sous l'eau, cette remontée étant particulièrement nette au voisinage des réservoirs et des grands canaux. Dans ces zones, la remontée capillaire de l'eau de la nappe alimente l'évaporation, et en s'élevant, cette eau remonte avec elle les sels qu'elle contient : il y a un processus ascendant de salinisation. Si ce phénomène ascendant n'est pas compensé par le drainage par infiltration en profondeur, une croûte de sel peut apparaître à la surface du sol.

Ce phénomène est accentué dans les zones où l'eau d'irrigation est utilisée plusieurs fois, car elle est alors particulièrement chargée en sels ainsi que dans le nord du delta car la nappe souterraine y est saumâtre. Cette salure des sols, si elle n'est pas encore toxique, provoque une baisse importante de la fertilité<sup>5</sup>.

Il faut aussi souligner que la remontée de la nappe, même si elle n'est pas chargée en sel, est très nuisible au développement des cultures à enracinement profond comme le cotonnier. (Mazoyer et Roudart, 1998)

---

<sup>5</sup> [Na Cl] < 0.5 g/l est la norme classique acceptée par toutes les plantes

[Na Cl] > 5 g/l est acceptable uniquement pour les cultures très résistantes, telles que le dattier, le coton, le riz

### 3. Un réseau de drainage qui s'est avéré indispensable après la construction du Haut barrage d'Assouan

Dès le début du 20<sup>ème</sup> siècle, lors de la crise cotonnière que connaît l'Égypte, la salinisation des sols et la remontée de la nappe phréatique sont analysées comme des causes majeures de la crise. Le gouvernement décide donc l'aménagement d'un vaste réseau de drainage à ciel ouvert pour rabattre le niveau de la nappe en dessous d'un niveau critique, établi à un mètre de profondeur. Le drainage permet d'éliminer les excès d'eau qui engorgent la terre et la privent d'oxygène, ce qui la rend inapte à supporter les cultures, et assure également un lessivage des sols et donc de corriger les problèmes de salinité.

Pendant longtemps, la crue annuelle n'a pas causé une élévation du niveau de la nappe, ni trop de problèmes de salinité, car la nature du sol permettait un drainage naturel efficace. La grande quantité de sable grossier qui est à la base du delta, sous la couche argileuse, est capable de transmettre une quantité d'eau importante. Dans les sols argileux du delta, le drainage est possible car la perméabilité des sols est de 10 cm/jour à 50 cm/jour : en effet (et contrairement à la civilisation mésopotamienne) la crue annuelle du Nil n'a pas causé une élévation de la nappe, car les sols du delta avaient naturellement une grande capacité de drainage. Les sables grossiers, sous-jacents à l'argile, sont capables de transmettre une grande quantité d'eau.

Cependant l'introduction d'une irrigation en continu au cours de l'année n'a plus permis le drainage naturel qui avait lieu lors des crues du Nil. Les quantités d'eau apportées ont été plus importantes, et le drainage naturel insuffisant devant les pertes d'eau par infiltration et l'apparition d'engorgements (Land Drainage in Egypt, H.Amer and A. de Ridder , 1989).

Dans les années trente, l'Égypte se lance donc dans un vaste programme d'amélioration de l'assainissement agricole en réalisant des drains à ciel ouvert et des stations de pompage. En effet il est nécessaire de pomper les eaux de drainage dans de nombreuses zones du delta qui se trouvent sous le niveau de la mer. En 1968, toutes les terres agricoles disposaient d'émissaires à ciel ouvert. (4<sup>ème</sup> séminaire international sur le drainage agricole, fev 1990, Le Caire). Sur le plan institutionnel, l'Agence Égyptienne des Opérations de Drainage a été créée en 1973 pour mettre en œuvre le programme de drainage.

Dans les années quatre-vingt, le drainage souterrain dans les champs est installé dans toutes les parcelles, à une profondeur moyenne de 1,4 m pour rabattre la nappe et les drains enterrés sont espacés de 20 à 60 mètres entre eux. Ce système permet un rabattement de la nappe, qui se trouve au maximum à 40 cm de profondeur (entre les deux drains enterrés). Ce système de drainage souterrain se déverse dans un réseau de drains collecteurs, à ciel ouvert, qui ont une profondeur de 2,50 mètres. A El Resqa, le réseau de drainage est conçu comme ailleurs en Égypte, sur ce modèle. Les drains enterrés dans les champs se vidant dans le réseau de drainage à ciel ouvert.

L'eau de drainage est soit réutilisée telle quelle par les agriculteurs qui mettent leurs pompes dans le réseau de drainage quand ils ne bénéficient pas d'assez d'eau en provenance du canal El Resqa ou bien diluée dans 50% d'eau propre et réinjectée dans le réseau d'irrigation. 13.5 Milliards de mètres cube d'eau de drainage se jettent annuellement dans la mer ou les lacs côtiers. Les eaux de drainage sont réutilisées actuellement à hauteur de 4,7 milliards de mètres cube en Égypte. Dans le delta, la quantité d'eau de drainage réutilisée par an est de 2,55 milliards de mètres cube.

#### 4. Surexploitation des sols

L'irrigation pérenne a aussi entraîné une surexploitation des sols, inévitable conséquence d'une utilisation pendant toute l'année de la terre agricole. Une même terre peut porter deux, trois, voire quatre récoltes par an.

#### 5. Fertilisation et utilisation d'autres intrants

La disparition des crues du Nil prive les sols du limonage naturel dont ils bénéficiaient jusqu'alors. Cette fertilisation est remplacée par une fertilisation animale, et l'introduction d'engrais chimiques. Les adventices font également leur apparition et nécessitent des traitements appropriés. Ces différentes opérations contribuent fortement à augmenter la pollution des eaux de drainage et des sols.

### **IV. L'irrigation en cours de modernisation : le programme IIP, Irrigation Improvement Project**

Le défi qui occupe l'Égypte à l'heure actuelle est de réussir à produire plus avec moins d'eau consacrée à l'agriculture. Un programme de modernisation de l'utilisation de l'eau agricole (IIP) est financé par un prêt de la Banque Mondiale et de la KfW allemande. Il vise à améliorer les systèmes d'irrigation et les pratiques d'irrigation ainsi que les pratiques culturales, notamment en ce qui concerne la culture du riz. L'objectif est également d'instaurer une gestion collective de l'eau d'irrigation, via la création d'associations d'utilisateurs de l'eau. Ces Water Users Associations (WUAs) doivent permettre d'impliquer les agriculteurs dans la procédure.

L'état égyptien a désigné les lieux dans lesquels ce programme de modernisation et ce système d'associations d'utilisateurs allait être mis en place en premier lieu. Aux canaux désignés, le gouvernement impose le projet IIP.

À Beheira, 100 000 feddans sont concernés par ce programme de modernisation, tous des canaux secondaires issus de Mahmoudia, dont le canal El Resqa. Ces canaux devraient être modernisés à l'échéance 2007. L'objectif du gouvernement est de convertir à IIP 3,4 millions de feddans en Égypte d'ici 2017 (sur les 7 millions de feddans cultivés du pays), soit la moitié de la surface cultivée du pays.

Les objectifs principaux du programme IIP sont :

- De regrouper l'espace autour d'une station de pompage collective pour chaque mesqa
- De diminuer ainsi les points de pompage
- De permettre un meilleur contrôle du pompage par l'administration

#### 1. Changements d'ordre technique

L'allocation en eau prévue dans le programme est de **35 m<sup>3</sup>/fed/jour**, (soit 83 m<sup>3</sup>/ha/jour) ce qui fait **moins d'un litre par seconde par hectare** et 0,4 litre par seconde par feddan pour la



région de Beheira. Pour arriver à cette allocation, et pour rationaliser l'utilisation de l'eau pour l'irrigation, différentes mesures sont prises.

Tout d'abord à l'échelle du canal secondaire :

- **Instauration du flux continu dans le canal secondaire et abandon du système de rotation.**

A l'entrée du canal, le limnimètre sera remplacé par une vanne IMIL, dont l'ouverture est contrôlée par la demande en aval. Afin de limiter la consommation, un système de distributeur à cellules sera mis en place. Un opérateur pourra alors contrôler le nombre de cellules ouvertes ou fermées.

Le flux continu dans le canal devrait entre autres permettre d'éviter les stockages de réserve effectués le dernier jour en eau du canal, qui ne sont pas toujours justifiés. On peut également penser que les arrangements qui s'étaient mis en place au moment des jours de fermeture des vannes n'aura plus lieu, mais rien ne dit que lors des périodes de gros besoins en eau, cette pression ne se retournera pas contre l'agent en charge de contrôler l'ouverture des cellules du distributeur.



Figure 10 : photo de la vanne IMIL



Figure 11 : Actuelle prise d'eau sur le canal Mahmoudia du canal

El Resqa

Photos : S. Lanaux

Et à l'échelle de la mesqa :

- Mise en place d'une **station de pompage collective** en tête de chaque mesqa pour remplacer les pompes individuelles des agriculteurs et permettre un meilleur contrôle des quantités utilisées. Chaque station possède deux pompes, placées dans un bâtiment en dur. La puissance des pompes varie selon la surface irriguée par la mesqa : 2 pompes de 60 L/sec chacune jusqu'à 22 hectares, 2 pompes de 90 L/sec chacune pour une surface irriguée comprise entre 22 à 33 hectares, 2 pompes de 120 L/sec chacune pour 33 à 44 hectares. Une station de pompage ne devrait donc pas a priori concerner des surfaces d'irrigation supérieures à 44 hectares (environ 100 feddans).
- A la sortie de la station de pompage, le réseau d'irrigation doit également changer de forme. Il sera soit enterré et sous pression, remplaçant la mesqa à ciel ouvert ou alors la mesqa possédera un revêtement bétonné pour limiter les infiltrations.
- Ces canalisations amènent l'eau jusqu'à des vannes alfa-alfa qui contrôlent les débits arrivant dans le champ. Ces vannes seront fermées à clef, leur ouverture sera donc contrôlée.
- En bout de mesqa, les tuyaux doivent être bouchés, afin d'empêcher l'écoulement de l'eau d'irrigation propre et non utilisée dans le réseau de drainage.





Figure 12 : Station collective de pompage  
Photos : S.Lanaux



Figure 13 : Vanne alfa-alfa actionnée par l'opérateur

## 2. Changements d'ordre social

Autour de chaque station de pompage collective, les usagers doivent s'organiser en associations. Chaque association regroupe donc les agriculteurs d'une même mesqa. Un bureau de cinq membres est désigné par cooptation, avec l'obligation de rassembler lors de la réunion de désignation de ce bureau au moins 50% des agriculteurs de la mesqa concernée.

Les agriculteurs passent donc d'une gestion individualiste et peu contrôlable par l'état, avec chacun sa pompe mobile, à une organisation commune autour du même outil de travail : les pompes collectives et les vannes. Ce nouveau réseau technique contraint à l'instauration d'un nouveau tour d'eau intra-mesqa par rapport à celui existant précédemment. Il devra être organisé a priori par un opérateur ou par le président de l'association, pour instaurer une utilisation équitable de l'eau d'irrigation pour tous les agriculteurs d'une même mesqa. Ce nouveau tour d'eau rentre dans la logique étatique de rationalisation de la ressource.

La gestion collective concernera également le paiement des frais de fonctionnement des pompes, et le remboursement des installations, prévu sur 15- 20 ans.

Actuellement, les agriculteurs de El Resqa payent :

- 30 à 50 livres égyptiennes par saison pour les frais de fonctionnement des pompes ;
- 100 à 200 livres égyptiennes par mois pour rémunérer l'opérateur ;
- le montant du remboursement du prêt pour la mise en place des nouvelles infrastructures n'est pas encore connu, et s'étalera sur 15-20 ans.

## 3. Les nouveaux acteurs de la gestion de l'irrigation

Au niveau de l'administration, un nouveau bureau a été mis en place uniquement pour organiser le programme de modernisation. Cette section se nomme IAS, Irrigation Advisory Service. A Damanhour, elle comprend un directeur général, trois ingénieurs du génie civil, 9 ingénieurs agronomes et 80 agents de terrain. Ces agents de terrain organisent les réunions d'information avec les agriculteurs, sont présents lors de la nomination du bureau et suivent la formation des associations. Ils viennent en général de la région concernée par le projet de modernisation, et connaissent donc bien les agriculteurs ce qui facilite les relations sociales. Cela

permet à l'état de convaincre plus facilement les irriguants en évitant les conflits au maximum. Ils doivent être capables d'établir un climat de confiance avec les agriculteurs, sans faire de promesses qu'ils ne pourront tenir dans le futur. A El Resqa, ils sont au nombre de trois, et semblent avoir établi de bonnes relations avec les irriguants.

Au niveau plus local, il est difficile de définir avec précision un organigramme des acteurs de l'eau. Les nouveaux acteurs sont les membres du bureau et l'opérateur.

Le bureau est constitué d'un président responsable de l'association, d'un trésorier en charge de récolter l'argent nécessaire au fonctionnement et à l'entretien des pompes, et de trois autres membres. Les décisions du président de l'association en ce qui concerne le fonctionnement de la mesqa semblent rarement remises en cause, du fait de l'influence importante de cet homme, et font office de règlement.

C'est également le président qui doit faire remonter les requêtes des irrigants et leurs réclamations à l'ingénieur. C'est ensuite l'ingénieur qui se charge de transmettre les informations aux personnes compétentes. En ce qui concerne les réclamations concernant les dysfonctionnements des nouvelles installations, on remarque que l'information circule très mal et que les demandes des agriculteurs restent sans suite.

De plus les présidents d'associations n'ont pas le même poids politique face à l'administration, ce qui renforce les inégalités des traitements entre les mesqas.

L'opérateur est le deuxième nouvel acteur important de la gestion de l'eau. Il est nommé par les membres du bureau et se charge de l'entretien de la station de pompage et de son approvisionnement. Il possède les clefs de la station de pompage, qui est sous sa supervision. C'est lui qui est donc en charge de la gestion au quotidien de l'irrigation au sein de la mesqa. Il met en marche et arrête les pompes, et s'occupe également d'ouvrir et de fermer les vannes selon les modalités du tour d'eau de la mesqa (chaque association d'usager semble avoir son organisation propre en ce qui concerne le tour d'eau intra-mesqa). Il reçoit un salaire mensuel (100 à 200 livres égyptiennes par mois, financé par l'association, ce qui oblige l'opérateur à exercer un autre métier pour subvenir à ses besoins).

## **V. Une agriculture intensive, notamment grâce à des techniques d'irrigation très maîtrisées**

L'agriculture dans le delta du Nil est l'une des plus intensive du monde. Les agriculteurs réalisent jusqu'à 5 ou 6 récoltes en deux ans. Les rendements obtenus sont très bons, malgré une très faible mécanisation et des surfaces d'exploitation très petites (en moyenne moins de 1,5 hectare par exploitation à El Resqa).

Les rendements ont augmenté ces quarante dernières années non seulement grâce à l'élaboration ou l'importation de variétés plus résistantes et plus productives, mais également du fait de la généralisation de l'emploi d'engrais, de l'amélioration des techniques de production et de l'augmentation du volume d'eau disponible après la mise en place du Haut Barrage. L'enjeu du programme IIP est de ne pas entraver cette réussite, mais au contraire de la favoriser.

Voici les rendements des principales cultures du delta du Nil (source Fanchette 1995 et enquêtes de terrain) :

Riz	5 à 9 t/ha	Fève	1.5 à 3 t/ha
Maïs	3 à 6 t/ha	Coton	0.8 à 2 t/ha
Blé	4 à 6 t/ha	Bersim (trèfle d'Alexandrie)	2 à 4 coupes par saison

Figure 14 : tableau des rendements des principales cultures à El Resqa

Le système de polyculture-élevage est prépondérant dans le delta. D'après nos enquêtes, une famille d'agriculteurs regroupe 4 à 6 membres. Ils élèvent entre 1 et 5 bovins. Les exploitations d'El Resqa sont de deux types : un type peu répandu d'exploitations de taille moyenne, de 20 à 50 feddans (8 à 20 hectares), cultivant des céréales (blé, riz, maïs), des légumineuses et des fruitiers. Les exploitations les plus répandues sont de petite taille (moins de 5 feddans, soit 2 hectares). Elles cultivent des céréales, du coton, des fèves et des fourrages (trèfle d'Alexandrie, dit bersim).

En 1952, Nasser met en place l'assolement obligatoire. Les surfaces exactes de chaque cultures dans chaque région sont alors connues, et donc les besoins en eau également : l'offre en eau pour l'irrigation est donc régulée, et les tours d'eau sont instaurés. Le Ministère de l'Agriculture décidait en fonction des volumes d'eau que le Ministère de l'Irrigation lui allouait le volume de la production pour chaque culture, calculé à partir des besoins en devises du pays et de la demande alimentaire nationale.

Depuis 1992, l'assolement n'est plus fixé par l'état mais on constate que les cultures sont sensiblement les mêmes qu'avant et dans des proportions similaires, sauf pour le riz dont les surfaces ont augmentées.

Différentes hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer ce phénomène :

- Les agriculteurs ne sont pas au courant de ces nouvelles possibilités de décision sur leurs cultures ;
- La pression du groupe d'agriculteurs installés dans le même quartier hydraulique (partageant la même mesqa) impose de cultiver en même temps la même culture, pour permettre une bonne cohabitation des parcelles entre elles. En effet, les pratiques d'irrigation sont alors les mêmes pour tout le groupe de parcelles, ce qui évite des débordements d'eau sur des cultures qui n'en ont pas besoin ;
- Le rythme de distribution de l'eau, qui n'a pas été modifié, détermine les types de cultures possibles.

Cette libéralisation de l'assolement rend plus difficile pour le Ministère la détermination des besoins en eau. Le choix des cultures se fait aujourd'hui non seulement sur des critères agronomiques, pédologiques et hydrauliques, mais s'adapte aussi à la pression démographique qui morcèle les terres agricoles et de la pluri-activité paysanne.

La rotation des cultures se fait sur trois ans car le coton ne devrait normalement pas être cultivé à une fréquence supérieure sur la même parcelle, sous peine d'appauvrir les sols de façon excessive. On constate cependant que cette règle n'est pas toujours suivie : l'an dernier le coton a été une culture très rentable et de nombreux agriculteurs replante cette année du coton en espérant les mêmes résultats.

En principe, la rotation est la suivante : (en rouge figurent les périodes de forte consommation en eau)

Année 1			Année 2						Année 3						Année 1'																				
M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
Coton			Blé			Riz			Bersim			Maïs			Fève																				

Figure 15 : tableau des rotations culturales dans le delta du Nil



Figure 16 : Champ inondé au milieu de champs de blé murs, photo T.Ruf

On peut noter certaines périodes de tension entre les cultures, notamment entre la fin de la culture de blé, qui ne nécessite aucune irrigation à ce moment là, et le début de la culture du riz pour laquelle les champs sont inondés. Le savoir-faire des agriculteurs est alors nécessaire pour une bonne cohabitation des cultures au sein de l'espace hydraulique.

Les pratiques d'irrigation à El Resqa ont été répertoriées d'après les enquêtes sur trois exploitations dans différentes mesqas :

Pour les cultures d'été :

Culture	ETP (mm)	Tps d'irrigation / feddan	Fréquence d'irrigation	Nb d'heures d'irrigation/saison
Riz	1000 à 1500	Premier mois : 1h	Tous les 10 jours	123 heures
		Ensuite : 2h	Tous les 2 –3 jours	
Coton	700 à 1300			30 heures
Maïs		4 h	Tous les 15 jours	33 à 21 heures
Tomates	400 à 600	1h30	Tous les 5 à 8 jours	

Pour les cultures d'hiver :

Culture	ETP (mm)	Tps d'irrigation/ feddan	Fréquence d'irrigation	Nb d'heures d'irrigation/saison
Blé	450 à 650	3 h	Tt les 15 jours, pas le dernier mois	32 h
Fève	350 à 500	3 h	1 seule fois	3 h
Bersim	600 à 800			

## VI. Passage d'une gestion des niveaux à une gestion des débits

Le programme IIP prévoit de limiter l'allocation en eau à 35 m<sup>3</sup>/fed/jour, soit 1L/s/ha. Le contrôle des quantités utilisées ne se fera plus par des mesures de niveau d'eau dans les canaux mais par des contrôles volumétriques. Ce sont les vannes à contrôle par l'aval qui seront placées en début de canal secondaire, près de la prise d'eau sur Mahmoudia, qui assureront ce contrôle. De plus, l'état a également mis en place une politique du dimensionnement, par le biais de la puissance des pompes collectives et le diamètres des tuyaux du nouveau réseau. Nous avons cherché à comparer cette nouvelle allocation avec la consommation actuelle des agriculteurs à El Resqa, afin d'évaluer l'impact de cette réforme sur le quotidien des irriguants. Deux méthodes ont été utilisées, qui conduisent à des résultats sensiblement différents.

### 1. Calcul des débits actuels avec les données reçues au Ministère de l'irrigation de Damahour

Au ministère de l'irrigation à Damahour, les données concernant les allocations en eau d'irrigation en fonction du mois et des cultures nous ont été fournies. On constate qu'elles ne représentent pas vraiment la situation actuelle, mais sont plutôt représentatives de ce que devrait être la situation une fois le processus de modernisation mis en place. On calcule en effet avec ces données un débit moyen annuel de **32 m<sup>3</sup>/fed/jour**, soit **0,88 L/s/ha** (tout usages confondus).

La méthode de calcul utilisée est la suivante : on connaît les quantités d'eau injectées dans le canal Mahmoudia en provenance du Nil et du canal Ramda pour des périodes de dix jours, on peut alors calculer la quantité totale d'eau utilisée par an, pour une surface desservie connue (le canal Mahmoudia permet l'irrigation de 310 741 feddans). Le canal El Resqa irrigue quand à lui une surface de 4500 feddans, on obtient donc le débit annuel moyen dans le canal en faisant une règle de trois.

Ces quantités englobent tous les usages de l'eau, et si on se limite à la consommation de l'eau uniquement pour l'irrigation, on obtient un débit moyen annuel dans le canal El Resqa de **20,6 m<sup>3</sup>/fed/jour**, soit **0.56 L/s/ha** (uniquement pour l'irrigation).

Ces résultats sont déjà bien en dessous du futur seuil imposé par l'état de 35 m<sup>3</sup>/fed/jour, ce qui semble surprenant. On peut expliquer ces résultats éventuellement soit par des données en fait incomplètes, soit par une acte délibéré du ministère de ne pas fournir tous les résultats nécessaires. Il faut également noter que ces résultats ne prennent pas en compte les tours d'eau, et sont pourtant déjà en dessous du seuil des 35 m<sup>3</sup>/fed/jour.

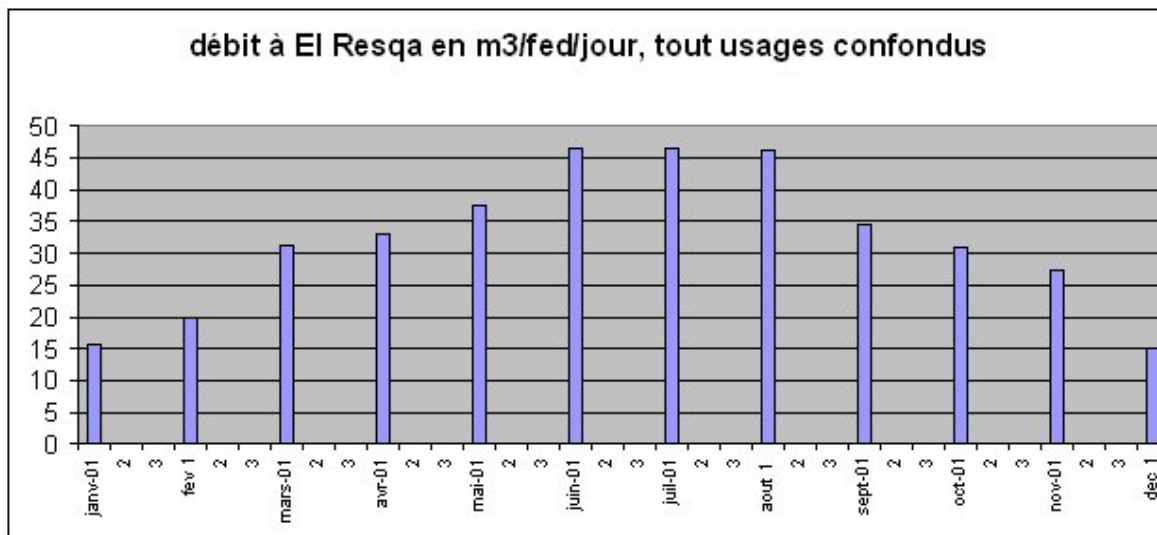


Figure 17: Graphe de la consommation en eau par feddan en fonction du mois à El Resqa (les résultats sont obtenus à partir de valeurs sur 10 jours)

## 2. Calcul des débits avec des données de terrain récoltées au cours des enquêtes à El Resqa

La situation actuelle, avec l'utilisation des pompes mobiles individuelles conduit à la consommation suivante :

Station	Nbr de pompes	Q unitaire	Q total	Surface concernée	Q fictif continu standard <i>Par feddan</i>	Q fictif continu standard <i>Par hectare</i>
Pompes individuelles, <i>situation normale</i>	10	30 L/s	300 L/s	150 fed	<b>2 L/s/fed</b>	<b>4.8 L/s/ha</b>
Pompes individuelles, <i>situation de pénurie</i>	5	30 L/s	150 L/s	150 fed	<b>1 L/s/fed</b>	<b>2.4 L/s/ha</b>

Les calculs pour les pompes individuelles ont été réalisés de la façon suivante :

Ces pompes sont des pompes d'environ 5 chevaux, soit 5\* 736 Watt, ce qui représente la puissance absorbée par la pompe,

On estime le rendement de la pompe à 60%, car ce sont des pompes mono-roue de fabrication égyptienne, dont les très bonnes seraient à 80% de rendement,

La puissance utile s'obtient de la façon suivante :

$$P \text{ utile} = \rho \text{ eau} * g * \text{hauteur de relèvement de l'eau} * Q$$

$$\text{Et on a : } P \text{ absorbée par la pompe} = P \text{ utile} / \text{Rendement}$$

On en déduit Q de la pompe.

Avec une hauteur de relèvement de 4 mètres, Q= 56 L/s

Avec une hauteur de relèvement de 3 mètres, Q= 75 L/s

Comme ces pompes sont anciennes elles n'utilisent pas toute la puissance du moteur, on prend arbitrairement 30 L/s de débit.

On prend une mesqa fictive de 150 feddans, qui possède une pompe mobile pour 1,5 feddans ce qui est la moyenne constatée, soit 10 pompes.

En cas de pénurie, toutes les pompes ne peuvent pas marcher en même temps, on considère que la capacité de pompage est alors réduite de moitié.<sup>6</sup>

Avec le nouveau système des pompes collectives mises en place par l'état, on obtient les résultats suivants :

Station	Nbr de pompes	Q unitaire	Q total	Surface concernée	Q fictif continu standard	Q fictif continu max (tt les pompes en marche)
Mesqa Boutros	1	90 L/s	150 L/s	80 fed	1 pompe sur 2	1,9 L/s/fed
	1	60 L/s			<b>1,13 L/s/fed</b>	
Mesqa Islah	3	90 L/s	270 L/s	180 fed	2 pompes sur 3	1,5 L/s/fed
					<b>1 L/s/fed</b>	
Mesqa Margouchi	2	60 L/s	120 L/s	70 fed	1 pompe sur 2	1,7 L/s/fed
					<b>0,9 L/s/fed</b>	
Mesqa Gharass	2	90 L/s	180 L/s	90 fed	1 pompe sur 2	1,9 L/s/fed
					<b>0,94 L/s/fed</b>	

En moyenne ces données conduisent à :

Q fictif continu standard moyen : **2,4 L/s/ha**

Q fictif continu maximum moyen : **4 L/s/ha**

Si on analyse les données de pompage de quatre mesqas différentes, on constate deux choses :

- La disponibilité en eau (mesurée par le débit fictif continu) des mesqas organisées autour des pompes mobiles est plus grande que celle des mesqas organisées autour d'une station de pompage collective.
- Le débit fictif continu d'une mesqa dans le nouveau système d'allocation de l'eau semble être celui qui correspond au niveau de pénurie d'eau dans le système ancien de pompes individuelles: 2,4 L/s/ha.

—→ Ces observations semblent cohérentes avec les objectifs généraux du ministère de l'irrigation.

- Les débits fictifs standards sont a priori loin d'atteindre le seuil imposé de 1 L/s/ha, ce qui est moins cohérent.
- L'utilisation de toutes les pompes, dont celle de secours, est à éviter : on est alors très loin des objectifs de limitation de débit (4 L/s/ha contre 4,8 L/s/ha actuellement)
- Ces résultats confirment que les données fournies par le Ministère de l'Irrigation à Damanhour sont louches : elles sont déjà en dessous du seuil de 1 L/s/ha prévu par le projet IIP, et nettement inférieures au débit observé dans les canaux tertiaires déjà modernisés.

Cependant, les calculs ne sont pas définitifs, car aujourd'hui le changement de régime d'ouverture de la prise d'eau sur le canal Mahmoudia n'a pas eu lieu, et personne ne peut dire avec certitude comment fonctionnera le système définitif quand El Resqa sera en eau sept jours

<sup>6</sup> si on prend 40 L/s de débit pour les pompes, on obtient : 6,3 L/s/ha en situation normale et 3,15 L/s/ha en situation de pénurie

sur sept. En effet, on ne sait pas encore s'il sera nécessaire ou non de faire fonctionner les pompes pendant la nuit, ce qui n'est actuellement pas le cas. De plus, il faudra certainement coordonner le pompage des différentes mesqas le long de El Resqa.

### 3. Marge de manœuvre possible au vu des besoins en eau des plantes calculés à Alexandrie par la FAO

#### Pour le blé, la FAO calcule un besoin de 290 mm d'eau /cycle.

Avec les données du Ministère de l'irrigation, hypothétique situation future :

On calcule un volume de 101, 774 million de m<sup>3</sup>/ an consacrés à l'irrigation du blé pour toute la surface agricole dépendante du canal Mahmoudia cultivée en blé, soit 66 245 fed (près de 30 000 hectares).

Cela correspond à une lame d'eau de **365 mm/cycle** pour le blé.

→ La marge de manœuvre est donc faible, 75 mm pour un cycle, mais elle existe.

Avec les calculs de débits des pompes mobiles, hypothétique situation actuelle :

Le débit est de 30 L/s, et d'après les enquêtes le temps d'irrigation par cycle est de 32h/fed pour le blé.

La consommation est donc de 30 \* 3600 \* 32 L/cycle, soit 3456 m<sup>3</sup>/cycle/fed.

Cela correspond à une lame d'eau de **823 mm/cycle** pour le blé

→ La marge de manœuvre est donc beaucoup plus importante que dans le calcul précédent : 533 mm pour un cycle.

#### Pour le maïs, la FAO calcule 640 mm d'eau/cycle.

Avec les données du Ministère de l'irrigation, hypothétique situation future :

On calcule un volume de 154, 466 million de m<sup>3</sup>/ an consacrés à l'irrigation du maïs pour toute la surface agricole dépendante du canal Mahmoudia cultivée en maïs, soit 57 195 fed (environ 25 000 hectares).

Cela correspond à une lame d'eau de **643 mm/cycle** pour le maïs.

→ La marge de manœuvre est donc inexistante.

Avec les calculs de débits des pompes mobiles, hypothétique situation actuelle :

Le débit est de 30 L/s, et d'après les enquêtes le temps d'irrigation par cycle pour le maïs est de 4 heures tous les 15 jours, pendant trois mois et demi, soit une trentaine d'heures environ.

La consommation est donc de 30 \* 3600 \* 30 L/cycle, soit 3240 m<sup>3</sup>/cycle/fed.

Cela correspond à une lame d'eau de **771 mm/cycle** pour le maïs.

→ La marge de manœuvre est donc beaucoup plus importante que dans le calcul précédent, comme dans le cas du blé: 131 mm pour un cycle.

La marge de manœuvre cependant plus réduite que dans le cas de la culture de blé.



Il faut cependant noter la difficulté d’avoir des certitudes en ce qui concerne les pratiques d’irrigation, puisque ce sont des résultats d’enquêtes auprès des agriculteurs qui ont plus ou moins chacun leur façon de procéder.

La future allocation de 35 m<sup>3</sup>/fed/jour correspond environ aux données de la FAO.

**4. Variations de la consommation de l’eau en fonction du mois : un pic de consommation en été, du aux importantes surfaces cultivées en riz**

La consommation moyenne par feddan n’est pas constante tout au long de l’année : c’est en été, à la période la plus chaude, que se situe le pic de consommation de l’eau pour l’irrigation. Les cultures de riz et de coton sont les plus consommatrices en eau et peuvent être cultivées uniquement à cette période de l’année car elles ont besoin de fortes températures. Comme le montrent les graphes ci-dessous, c’est la culture du riz qui est de loin la plus demandeuse d’eau, d’où le souci de l’état égyptien d’en diminuer les surfaces de culture.

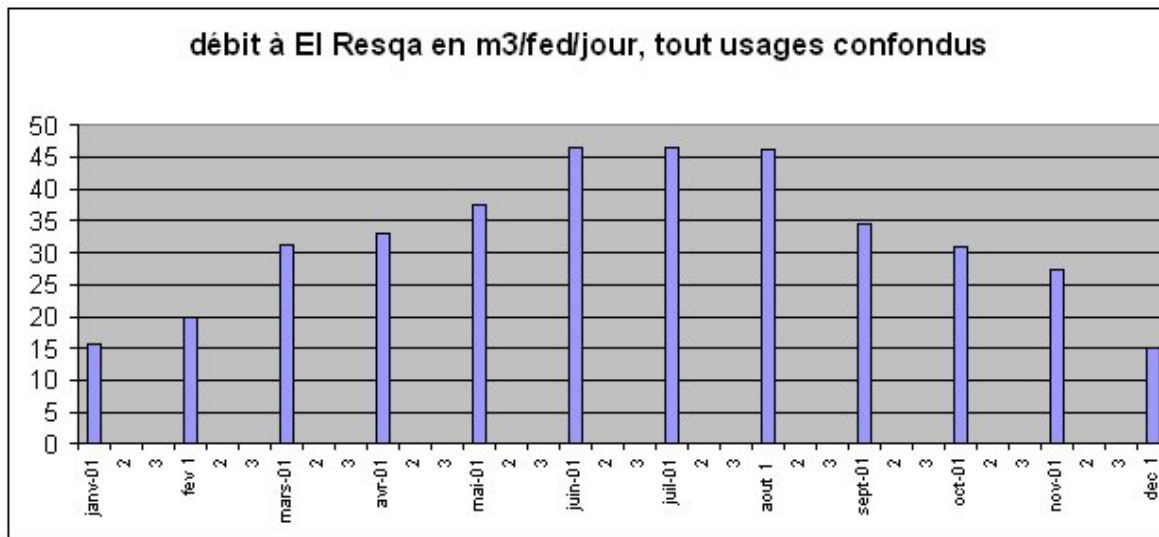


Figure 18: graphe de la consommation de en eau par culture et par mois, source : données du ministère à Damanhour, hypothétique situation future

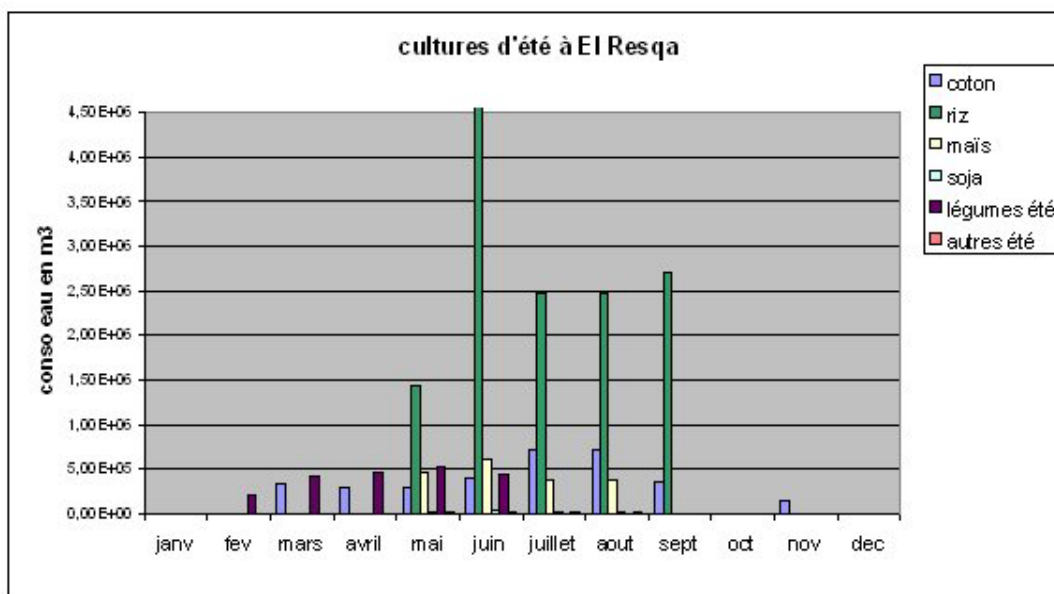


Figure 19: graphe de la consommation de en eau par culture et par mois , source : données du ministère à Damanhour, hypothétique situation future

## **VII. La culture du Riz, dans la ligne de mire du gouvernement égyptien**

La culture du riz est particulièrement visée par le programme IIP. Comme nous l'avons vu précédemment, c'est la première culture consommatrice d'eau du delta du Nil. D'après les chiffres de la FAO, l'Égypte est le plus gros producteur de riz au Proche Orient. Le rendement du riz en Égypte est l'un des plus élevés au monde : 9,1 tonne/ hectare en 2001.

### **1. Pratiques d'irrigation de la culture du riz dans le delta du Nil**

Le riz est cultivé du mois de mai au mois de septembre car à cette période le rayonnement solaire est élevé et les longues journées ainsi que les nuits fraîches favorisent un rendement élevé.

Pendant le mois de mai, le riz est cultivé sur de très petites parcelles d'une dizaine de mètres carrés, le temps que les graines donnent de petites pousses. L'agriculteur irrigue tout les 10-15 jours sa parcelle, dite « nursery ».

Puis pendant le mois de juin, les pousses sont repiquées sur de plus grandes surfaces où elles seront cultivées pendant trois à quatre mois. L'agriculteur procède alors à une irrigation tout les deux jours, de façon à ce que le champ soit quasiment toujours en eau. Quand on connaît le système de rotation de la mise en eau des canaux secondaires, qui impose une période sans eau de 6 jours en été, cela explique les réserves d'eau que font de nombreux agriculteurs en période de culture du riz, de même que les multiples dérives à ce tour d'eau qui n'est pas respecté à la lettre par les agents de l'état.

En Égypte, l'eau de la riziculture ne vient pas de la vidange d'une parcelle adjacente, ou rarement : l'eau ne circule pas d'une parcelle à l'autre en règle générale, sauf si il existe un arrangement entre deux irriguants voisins.

### **2. Le riz, une culture intéressante financièrement pour les agriculteurs...**

Le riz rapporte un bon prix à l'exportation pour l'agriculteur qui le vend sur le marché libre (202 US \$/t fob contre 89 pour le maïs et 147 pour le blé) De plus la possibilité de consommer cette culture facilement par les paysans la rend intéressante financièrement aux yeux des agriculteurs égyptiens. La culture du riz est en effet une culture d'autosubsistance importante : les égyptiens consomment 58,6 kg de riz par an et par personne (FAO, chiffres 2000), contre 7 kg par an pour les français. C'est la céréale la plus consommée en Égypte après le maïs et le blé. Pour ces raisons, elle s'est généralisée de façon importante dans tout le delta. Sous Nasser, le riz fut la culture vivrière la plus strictement contrôlée par l'état : 50% de la production devait être vendue par les agriculteurs aux coopératives agricoles à des prix fixés par l'état. L'autre moitié pouvait être vendue sur le marché libre. Aujourd'hui encore l'état contrôle à plus de 50% la commercialisation du riz.

La production est passée de 1142 mille tonnes en 1961 à 5600 mille tonnes en 2002, soit près de cinq fois plus. Les surfaces cultivées sont passées de 226 mille hectares en 1961 à 613 mille hectares en 2002, en ce qui concerne les surfaces cultivées légalement, soit près de trois fois plus. Pour faire face à cet engouement et ne pas continuer à augmenter la consommation en eau pour l'agriculture, le gouvernement égyptien a limité les surfaces cultivées en riz par une loi en

1998 : au maximum 50% de la surface cultivée l'été est autorisée à être de la riziculture. Cependant, de nombreux agriculteurs pratiquent la culture du riz de façon illégale, et il est très difficile de connaître exactement la superficie de terres cultivées en riz, ainsi que la consommation exacte en eau d'irrigation pour ce secteur (pompage dans les canaux de drainage, qui entraîne un déficit d'eau en aval du système car les eaux de drainage sont réutilisée en dilution à 50%). Les rendements en riz ont certes augmentés de façon importante ces quarante dernières années, grâce à de nouvelles variétés plus résistantes et à de meilleures pratiques culturales, mais le décalage entre la production et les surfaces (production\*5, surface déclarée\*3) permet d'évaluer l'importance des surfaces cultivées de façon illégale.

### 3. ... mais qui a de très gros besoins hydriques.

L'eau d'irrigation est utilisée par le riz pour l'évapotranspiration, l'infiltration et la percolation, mais également pour des opérations culturales telles que la préparation du sol et le drainage, contrairement à beaucoup d'autres systèmes de culture qui emploient l'eau principalement dans un but productif (transpiration).

Au mois de mai les besoins sont assez faibles car les surfaces sont très petites (nursery). Au mois de juin par contre on observe un pic de consommation, car les agriculteurs ont besoin de réhydrater profondément les sols pour préparer la terre sur laquelle vont être repiquées les pousses. La consommation est ensuite divisée par deux en août, septembre et octobre.

D'après les données du ministère de l'irrigation à Damanhour<sup>7</sup>, la consommation en eau pour le riz est de **153 m<sup>3</sup>/ha/jour**, soit 3280 litres pour un kilo de riz, ou encore **2,34 m de hauteur d'eau par cycle**. Ces résultats sont loin des 76 m<sup>3</sup>/ha/jour de moyenne de consommation sur l'année, toutes cultures confondues. Ces données ne prennent pas en compte les surfaces cultivées illégalement, qui représentent d'après les ingénieurs du Ministère environ 20 à 30 % des superficies légalement cultivées en riz. Elles sont fondées, comme on l'a vu précédemment, sur des données qui ne reflètent pas nécessairement la situation actuelle, mais plutôt une situation après modernisation.

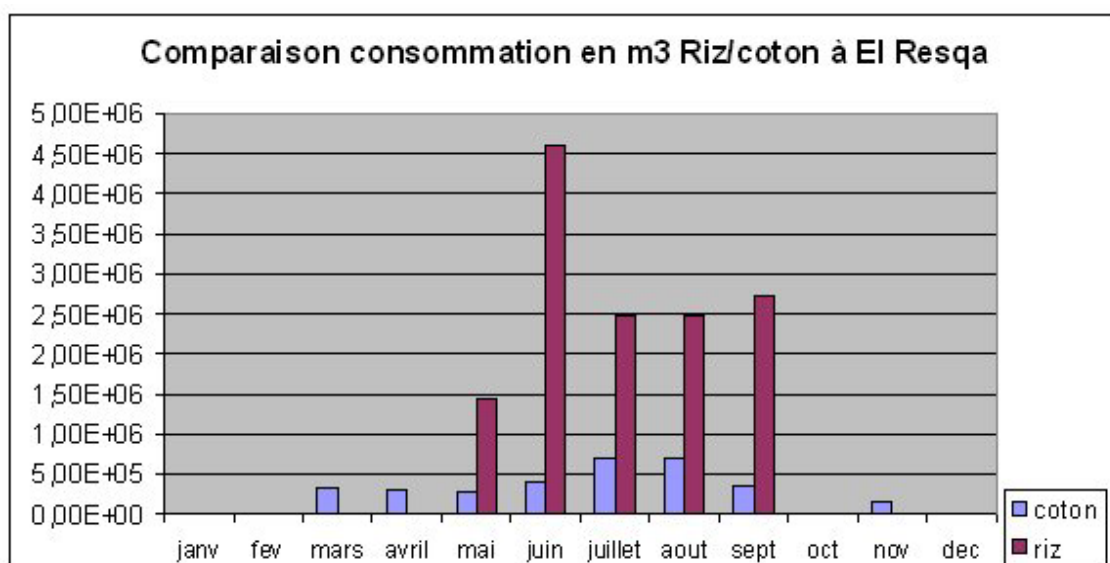


Figure 19 : Consommation hydrique du riz et du coton, les deux principales cultures d'été

<sup>7</sup> certes discutables

*d'après les données du Ministère de l'irrigation de Damanhour, sans prendre en compte les cultures illégales de riz.*

Il arrive que les agriculteurs du delta bouchent les drains en période de riz, pour éviter un trop grand gaspillage de l'eau d'irrigation, ce qui peut engendrer des conflits avec les agriculteurs voisins qui font du coton, culture qui ne nécessite pas d'être inondée.

Si la culture de riz est très consommatrice en eau, il faut cependant noter que la riziculture favorise de ce fait la percolation et la recharge des nappes phréatiques, et empêche la croissance des mauvaises herbes dans les rizières ce qui évite l'utilisation des herbicides. Dans ces régions affectées par les problèmes de salinisation du sol, la riziculture permet également un lessivage des terres et du sel qui se trouve dans les couches supérieures du sol. C'est pour cette raison qu'elle était favorisée par le gouvernement nassérien au temps de l'assolement obligatoire.

### **VIII. Etat des lieux à El Resqa, exemple d'appropriation par les irriguants d'innovations techniques et institutionnelles**

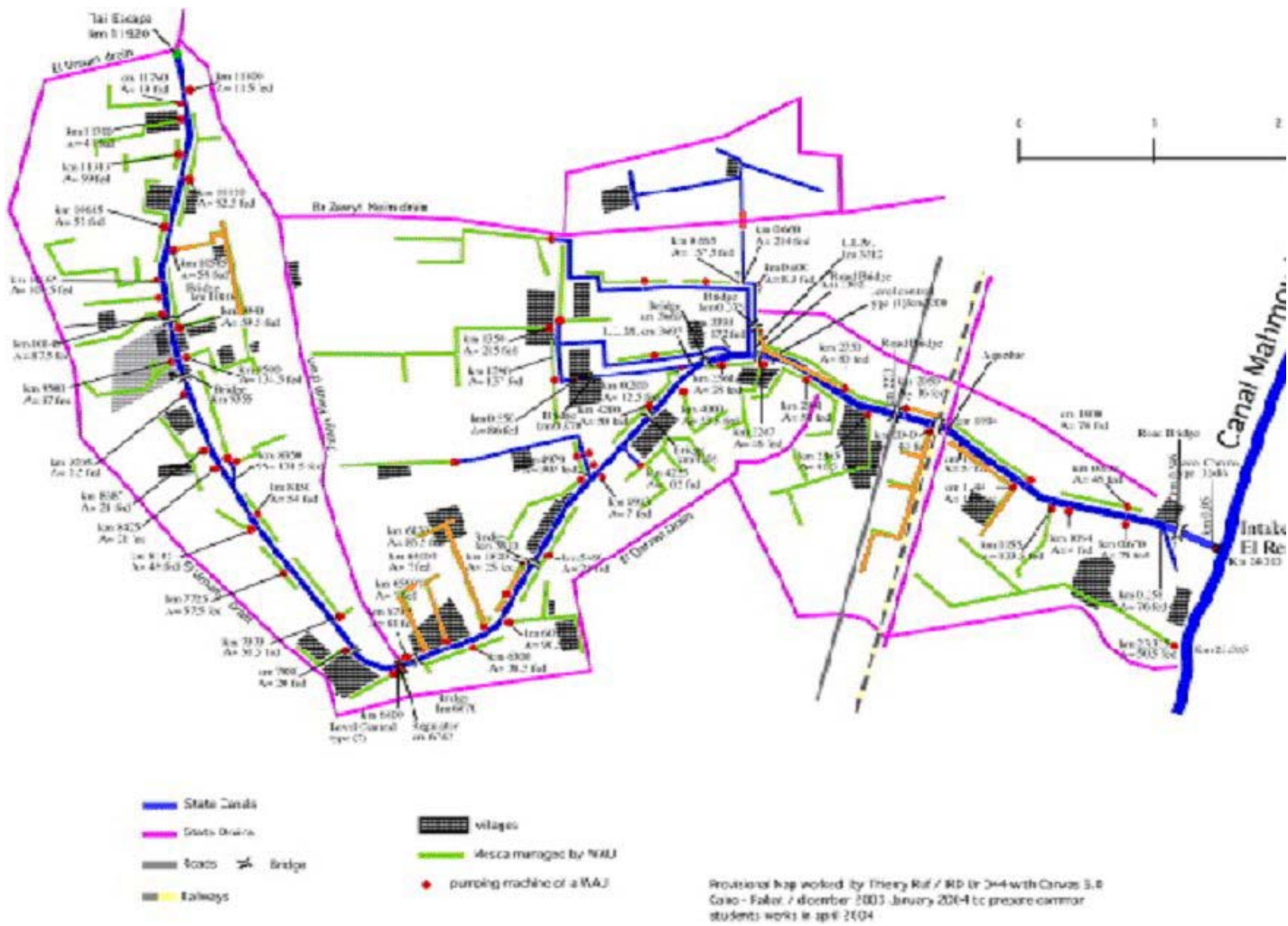
A El Resqa, le programme IIP se met en place depuis un an environ. Le canal est donc dans la phase délicate de transition, qui permet à l'observateur extérieur de comprendre les difficultés de la mise en place d'un tel projet de modernisation, et de voir également les disfonctionnements déjà apparents.

L'objectif de cette partie est de dresser un état des lieux de l'avancement du projet en termes de :

- Mise en place institutionnelle des associations d'utilisateurs de l'eau (WUA) ;
- Mise en place des nouveaux réseaux d'irrigation (station de pompage, vannes, aménagements de la mesqa).

Neuf mesqas ont fait l'objet d'une étude plus particulière sur le canal El Resqa, dont voici regroupées les principales caractéristiques :

Amont du canal	Milieu du canal	Aval du canal
<p><b>Mesqa Boutros</b> 69 feddans 23 agriculteurs et un gros propriétaire 1 pompe de 60L/s et 1 de 90L/s 11 vannes, inégalement réparties</p>	<p><b>Mesqa Mekaoui</b> 100 feddans 3 familles regroupées en 2 clans station de pompage sans pompe, vannes en place ms non utilisables→ situation de blocage</p>	<p><b>Mesqa Gharras</b> 90 feddans une seule famille 18 vannes 2 pompes de 90L/s tour d'eau déjà organisé</p>
<p><b>Mesqa Saika Hadid</b> 14 feddans 20 agriculteurs 3 vannes</p>	<p><b>Mesqa Haissa</b> 45 feddans 22 agriculteurs, une seule famille 2 vannes 2 pompes de 60L/s</p>	
<p><b>Mesqa Belba</b> 90 feddans ≈ 80 agriculteurs, 1 propriétaire possède seul 42 feddans</p>	<p><b>Mesqa Islah</b> 180 feddans 140 agriculteurs, pas de grand propriétaire 3 pompes de 90 L/s 20 vannes pas encore de tour d'eau</p>	
	<p><b>Mesqa Margouchi</b> 70 feddans 14 agriculteurs, dont un possède 42 fed 2 pompes de 60L/s 3 vannes</p>	
	<p><b>Mesqa Mehana</b> 65 feddans 40 agriculteurs, dont un possède seul 20 feddans et 15 possèdent moins d'un feddan 9 vannes tour d'eau déjà mis en place, mais à revoir car ne fonctionne plus à cause des problèmes liés aux nvl infrastructures</p>	



- canal El Resqa, propriété de l'état
- canaux de drainage
- mesqas
- les 9 mesqas visitées pendant les enquêtes
  - Stations de pompage, en tête de mesqa
  - Villages

Carte provisoire réalisée par T.Ruf, décembre 2003, et complétée par C.Ophèle, juin 2004, logiciel CANVAS 6

Figure 20 : Carte du canal El Resqa, de la prise d'eau sur Mahmoudia à l'exutoire dans le canal de drainage.

## 1. Les associations d'usagers de l'eau : une nouvelle organisation sociale de l'eau se met en place

### Objectif :

L'objectif de la création des associations d'usagers de l'eau (WUA) est de réaliser un transfert de gestion de la ressource, qui est jusqu'à présent extrêmement centralisée. Le gouvernement égyptien affiche la volonté de donner plus de pouvoir aux agriculteurs pour établir une cogestion des eaux du Nil entre les irriguants et l'état.

De façon plus concrète, les associations d'usagers sont nécessaires dans le programme de modernisation :

- pour s'occuper de la gestion des remboursements et du bon fonctionnement des nouvelles installations en réalisant la collecte des fonds auprès des agriculteurs concernés ;
- pour poser le premier jalon d'une organisation à l'échelle locale de la gestion de l'irrigation qui permettrait à l'état de trouver des interlocuteurs représentants un groupe d'irriguants.

La création des WUA est par ailleurs obligatoire dans le programme IIP, et c'est en théorie la première étape dans ce processus de modernisation : une fois constituée, l'association d'usagers donne son accord aux plans de modernisation du réseau hydraulique proposé par les ingénieurs du gouvernement.

### Rôle et constitution

C'est le bureau de l'association qui est en charge de la gestion des coûts de fonctionnement des pompes et des vannes ainsi que de la récolte de l'argent pour les coûts d'installation des nouveaux systèmes.

Les cinq membres du bureau ne sont pas élus, mais désignés par cooptation. Nous avons pu constater lors des enquêtes que dans la plupart des cas le nombre d'agriculteurs présents lors de cette cooptation est inférieur aux 50% réglementaires. Cela entraîne deux conséquences : tous les membres du bureau ne sont pas connus, et les agriculteurs peuvent même refuser l'existence du bureau si dans le futur ils se trouvent face à une situation conflictuelle. Néanmoins, on constate aussi qu'il est possible d'avoir une forte participation aux réunions de présentation et plus de 50% des personnes présentes lors de la désignation du bureau dans des contextes sociaux très bons, de type familial : une seule famille regroupée au sein d'une même mesqa (cas de la mesqa Haissa).

Le trésorier doit ouvrir un compte en banque pour y déposer l'argent récolté. On réalise sur le terrain que ce trésorier est le plus souvent inexistant, ce poste étant occupé par le président de l'association lui-même. Lors des enquêtes, aucune association ne possédait encore de compte, le trésorier/président conservant l'argent en liquide chez lui.

Le bureau est aussi l'interface entre l'administration et les irriguants, il doit faire circuler les informations : le président de l'association est le contact privilégié des agents de l'état. Le choix de ce leader du groupe d'irriguant est très important à la fois pour les agriculteurs qu'il va représenter, mais aussi pour l'administration qui préfère voir en place des gens ayant des points de vue proches de ceux de l'état.



Cependant, le réel pouvoir décisionnel des WUA reste très flou, à priori il est très limité. De même, sa capacité à régler des conflits au sein de la mesqa n'est pas bien définie. Il existe en principe un règlement intérieur des associations, mais aucune des WUA interrogées n'en possédait un exemplaire.

### *Etat d'avancement :*

A El Resqa, sur 56 mesqas, on devra dénombrer donc 56 WUAs quand IIP sera totalement mis en place.

Aujourd'hui, 6 associations d'usagers fonctionnent correctement, d'après les critères suivants :

1. le bureau est constitué ;
2. les agriculteurs de la mesqa sont au courant de l'existence de l'association ;
3. ils connaissent la composition du bureau (ou au moins qui en est le président).

Selon les données de l'administration, 18 WUAs sont censées être fonctionnelles, leurs critères se limitant à la création ou non du bureau de l'association.

Souvent, lors des enquêtes, nous avons remarqué que l'association semble bien fonctionner de l'extérieur (bureau constitué, opérateur nommé), mais dans les faits les agriculteurs concernés par cette association et qui y appartiennent sur le papier ne savent pas du tout de quoi il s'agit. Ils ignorent totalement qui est le président de la WUA à laquelle ils sont censés appartenir.

De même, on constate que dans l'ensemble il ne s'agit pas d'une réelle démarche participative, mais d'une consultation, non représentative, lors de la mise en place des associations : tous les agriculteurs concernés ne sont pas présents (souvent moins de 10%).

### *Certains canaux tertiaires en situation de blocage :*

Deux canaux sur les 56 alimentés par le canal sont dans une situation de blocage, les agriculteurs refusant de façon catégorique le nouveau plan de modernisation et en bloquant le processus.

Les agents de l'état en charge de la mise en place de IIP sur le terrain doivent impérativement résoudre au plus vite les situations les plus conflictuelles, car lors de la mise en place du flux continu il est obligatoire que l'ensemble des mesqas soient équipées de pompes collectives et d'associations d'usagers.

Pour convaincre les agriculteurs d'adhérer au programme, différentes techniques ont été utilisées, sans homogénéité dans la procédure. Les agents de l'état ont contacté les chefs des villages car ce sont eux qui ont le plus d'influence et leur ont montré des films de mesqas modernisées et fonctionnelles, ou bien les ont emmenés sur le terrain voir des canaux déjà équipés en nouvelles infrastructures, ou encore ils ont organisé des séminaires d'information. Souvent ces arguments ont été décisifs.

Nous avons rencontré les agriculteurs d'une mesqa refusant IIP, et les raisons avancées pour expliquer le refus de la station de pompage collective et de la formation d'une association d'utilisateur sont les suivantes :

- Le projet prévoit de regrouper deux groupes d'irriguants autour d'une même station de pompage, ces deux groupes correspondant en fait aux deux anciennes communautés regroupées autour de deux sakias. Ces gens ne s'entendent pas entre eux et refusent de partager les mêmes installations.
- Ils estiment également que la puissance des pompes que les ingénieurs leur proposent d'installer dans la station de pompage sera insuffisante pour irriguer leur surface : ils disposent d'une centaine de feddans.



Cet exemple est assez caractéristique : le blocage vient en grande partie de la non prise en compte du passé sociologique et de l'histoire des gens qui sont concernés par le projet. L'état souhaite leur imposer un changement technique qui implique une modification de l'organisation sociale du groupe d'agriculteurs, et celle-ci est refusée.

On constate qu'une mesqa qui répond à une structure sociale cohérente (type famille, ou ancienne sakia) fonctionne mieux qu'une association issue d'un rassemblement hasardeux.

## 2. Les nouvelles installations du réseau physique: des disparités entre les mesqas

Le canal El Resqa ne connaîtra pas de grande modification physique dans le programme IIP, à part le remplacement de la vanne de prise d'eau sur Mahmoudia, qui restera constamment ouverte car le niveau de l'eau dans le canal sera régulé par une vanne AMIL ainsi que la construction d'une deuxième vanne sur le canal.

Au niveau des canaux tertiaires, de grands changements sont en cours. Lors de nos enquêtes, nous avons réalisé des entretiens avec des agriculteurs de 9 mesqas, réparties sur l'ensemble du canal, à des stades d'avancement différents.

Tous les cas étudiés montrent des éléments communs : une station de pompage au début de chaque mesqa, et partant de cette station de pompage, il existe toujours une canalisation enterrée, plus ou moins longue (une dizaine de mètres à quelques kilomètres) qui amène l'eau jusqu'à une ou plusieurs vannes manuelles.

On constate de nombreuses hétérogénéités dans la conception des infrastructures hydrauliques des mesqas, sans aucune justification apparente.

### Faible hétérogénéité dans les stations de pompage :

Les stations de pompage sont situées à quelques mètres du canal El Resqa, elles disposent d'une prise d'eau souterraine en béton avec une grille qui conduit l'eau du canal jusqu'aux pompes. On a vu que la puissance des pompes dépendait de la surface irriguée par la mesqa. Elle varie de 5 à 9 CV, ce qui correspond à des débits de 50 à 90 L/s. Normalement, chaque station de pompage doit être équipée de deux pompes afin de disposer d'une pompe en cas de panne. Cela laisse la possibilité aux agriculteurs d'utiliser les deux pompes en même temps. Or on a vu précédemment que dans ce cas, le débit fictif continu augmente, et on s'éloigne alors des objectifs du ministère. La mesqa visitée la plus grande disposait de trois pompes pour un total de 180 feddans.

Certaines stations présentent déjà des dysfonctionnements : niveau trop bas par rapport au canal El Resqa et donc station constamment dans l'eau (mesqa Gharras) ou encore affaissement de la station dont les tuyaux de sortie des pompes ne sont plus reliés avec le début de la canalisation. Dans ces cas, c'est l'association d'usager qui doit faire part de ces problèmes aux ingénieurs de l'état ou bien directement à l'entreprise privée qui a réalisé les travaux. Normalement, les agriculteurs disposent d'une garantie d'un an sur les installations. Nous avons remarqué que les travaux de réparation ne sont pas pris en charge par l'entreprise et les délais sont très longs.

La station de pompage et la puissance limitée des pompes permet à l'état égyptien de limiter la consommation d'eau par le dimensionnement de ces ouvrages. Dans certaines mesqas, le dimensionnement des canalisations en sortie de station ne permet l'utilisation que d'une seule pompe à la fois.

## Grande hétérogénéité sur les aménagements concernant les canaux tertiaires : des différences raisonnées ?

Sur les mesqas visitées, nous avons observé trois types d'aménagement en ce qui concerne les canalisations :

- Des canalisations enterrées en béton ou en PVC qui amènent l'eau à des vannes proches des parcelles à irriguer (Boutros, Islah, Gharass). La mesqa Islah possède un réseau sous pression composé de 2238 m de canalisations enterrées d'un diamètre de 560 mm et de 20 vannes servant à irriguer des surfaces allant jusqu'à une vingtaine de feddans.
- Un réseau sous pression partant de la station de pompage jusqu'à un nombre limité de vannes, proches de la station, l'eau s'écoulant ensuite par gravité dans des canaux en terre à ciel ouvert (Mehana, Haissa).
- Un canal ouvert surélevé et bétonné, à ciel ouvert (Mahgouchi)

L'aménagement des canaux est donc sensiblement différent d'une mesqa à l'autre. Dans la mesqa Haissa par exemple, le changement est de petite envergure, car le réseau sous pression ne fait qu'une dizaine de mètres pour ensuite revenir sous sa forme ancienne de canal d'irrigation à ciel ouvert et sans revêtement bétonné.

Il en est de même en ce qui concerne le nombre de vannes dont la distribution en fonction des surfaces irriguées est souvent inégale. On en dénombre deux à Haissa (surface irriguée de 45 feddans), et 20 à Islah (surface irriguée de 180 feddans). A Boutros, l'inégalité de répartition des vannes se fait sentir au sein même la mesqa : en amont du canal tertiaire, une vanne est installée pour trois feddans, alors qu'à l'aval on trouve une vanne pour 23 feddans. Cette différence de traitement entre les agriculteurs provoque des conflits internes au sein de cette association d'usagers.

Dans certaines mesqas, le choix des agriculteurs énoncé lors des réunions précédant le début des travaux a été respecté. C'est notamment le cas de la mesqa Gharass, où les agriculteurs ont réclamé plus de vannes par souci d'équité. En effet, chaque parcelle a maintenant sa propre vanne, elles sont au nombre de 18 (pour une surface de 90 feddans) : chaque ancienne pompe individuelle a été remplacée par une vanne. Dans cette mesqa, le projet est bien accueilli, sûrement en grande partie grâce à cette faveur particulière qui a été accordée aux agriculteurs de la part des agents de l'état. A Margouchi, les ingénieurs ont accepté la mise en place du système à ciel ouvert demandé par les agriculteurs qui préféraient « voir l'eau » et laisser également leurs animaux s'abreuver.

Des dysfonctionnements sont également déjà perceptibles dans les nouveaux aménagements des mesqas.

Cela concerne des canalisations qui sont peu étanches (joints, fissures) ou bien des vannes qui ferment mal. Cela provoque parfois des fuites importantes, qui peuvent entraîner la formation de mares. Dans les champs cela provoque une perte des récoltes ou un retard dans les semis. Dans les villages l'eau attaque les fondations des maisons voisines du canal et peut provoquer l'effondrement de celles-ci (mesqa Mehana). Cette crainte de l'affaissement des maisons suite à des infiltrations d'eau en profondeur est très présente dans l'esprit des villageois, qui ont connu de telles situations lors de remontées importantes de la nappe. C'est souvent le reproche que nous avons entendu lors des enquêtes envers les canalisations enterrées et sous-pression, car elles ne permettent pas de « voir l'eau » et les fuites sont moins facilement détectées.

Nous avons remarqué également des problèmes de conception. A Gharass, il n'est pas possible d'ouvrir simultanément certaines vannes, car le réseau comporte des vannes hautes et des vannes basses. Toutefois, ce dysfonctionnement nous a été présenté comme sans grande importance, mais il impose d'organiser intelligemment les tours d'irrigation. Dans le cas des canalisations enterrées sur toute la longueur, les troupeaux ne peuvent plus s'abreuver directement dans les canaux (l'alternative consistera alors à creuser des trous à proximité des vannes).

Aucune des mesqas visitées ne possède un réseau de canalisation bouchée au bout, ce qui est normalement prévu dans le programme IIP afin de limiter les pertes d'eau non utilisées pour l'irrigation dans le système de drainage. Dans aucune des enquêtes il n'est mentionné que cela sera fait un jour.

### **Recensement des raisons aux dysfonctionnements rencontrés à El Resqa :**

Les principaux dysfonctionnements observés sur le terrain peuvent trouver leur origine dans un des points de la liste suivante :

- Les mesqas sont trop longues au départ : selon le facilitateur ISIIM en place sur le terrain, 10 % des mesqas sont concernées par ce problème à El Resqa
- Les entrepreneurs n'ont pas fait un travail correct, le plus souvent en ce qui concerne la pression dans les tubes, qui est insuffisante
- Les agriculteurs ne s'engagent pas assez et se sentent peu concernés par ce programme de modernisation, et n'ont pas assez suivi et contrôlé les chantiers
- L'infrastructure et les pompes marchent, mais l'association d'usager ne fonctionne pas et cela empêche le bon fonctionnement du nouveau réseau
- Tout marche de façon acceptable (infrastructure et association) mais l'irriguant en charge de récolter l'argent n'est pas clair sur la façon dont celui-ci est utilisé et ne rend pas suffisamment de comptes aux membres de l'association
- Le chantier n'est pas vraiment fini par l'entrepreneur et l'administration : les finitions nécessaires au bon fonctionnement du réseau hydraulique ne sont pas faites et les agriculteurs sont obligés de les prendre en charge eux-mêmes
- D'une façon générale, les agriculteurs partagent avec les ingénieurs de terrain l'idée que l'eau n'est pas la ressource la plus rare en terme de pénurie, et que le Haut Barrage est à même de fournir de l'eau à la demande.

### **3. Acceptabilité du projet IIP au sein du canal El resqa**

La plupart des agriculteurs interrogés dans les associations d'usagers qui fonctionnent bien sont satisfaits du programme de modernisation :

- Gain de temps car l'eau arrive plus vite dans le champ,
- Moins de fatigue car pas de pompe individuelle à déplacer jusqu'au canal secondaire,
- L'idée d'un flux d'eau continu dans le canal El Resqa est rassurante, car l'eau sera alors accessible tous les jours
- Les agriculteurs ont le sentiment d'économiser de l'eau car l'eau ne circule dans la mesqa que le temps nécessaire à l'irrigation du champ, et ensuite la vanne est fermée et la pompe éteinte.
- L'eau qui arrive dans le champ est propre
- Le bruit des pompes collectives, protégées par le bâtiment de la station de pompage, est moindre que celui des pompes individuelles

Les agriculteurs non satisfaits le sont pour des raisons qui peuvent être de nature différente :

*Raisons d'ordre social :*

Le programme prévoit de regrouper des gens qui ne veulent pas partager les mêmes infrastructures. On fait passer l'innovation technique en imposant un changement social assez radical adapté à cette innovation, et non le contraire (un changement technique adapté à la situation sociale déjà existante ou bien laisser un laps de temps nécessaire entre l'innovation d'organisation sociale et l'apparition de l'innovation technique)

*Raisons d'ordre techniques et financier :*

Des problèmes de conception des réseaux ne sont pas résolus ni par l'entreprise en charge de le faire (d'après la garantie d'un an), ni par les ingénieurs de l'état, ce qui met les agriculteurs dans l'embarras et les oblige le plus souvent à prendre eux-mêmes en charge les réparations nécessaires au bon fonctionnement du système.

#### 4. Pour l'instant, pas de coordination entre les mesqas

Une limite du système apparaît au vu de la construction d'une structure de contrôle de la consommation de l'eau quand le flux dans le canal sera continu, placée en amont du canal secondaire : si l'équité au sein du canal El Resqa doit être conservée, il semble important qu'une fédération de WUAs soit constituée afin d'assurer un apport égal en eau à l'amont et à l'aval de El Resqa. Pour l'heure, le manque de coordination entre les mesqas provoque un accès inégal à l'eau dans les périodes de pic de consommation, entre les agriculteurs de l'amont et ceux de l'aval.

Un regroupement des associations représenterait également un organe de communication intéressant entre l'administration et les irriguants et permettrait une meilleure circulation de l'information. Un des canaux secondaires alimentés par Mahmoudia possède déjà ce type d'association, appelée Water Board, ou Branch Canal Water User Association.

De plus, le morcellement extrême de la terre agricole, et donc la multiplication de WUA's (56 pour 1800 hectares) rend le contrôle de ces structures plus compliqué pour l'état s'il n'y a pas de regroupement.

Cependant, la société rurale égyptienne est très contrôlée par la notion de groupe et de famille, dont les chefs tiennent une grande place dans l'organisation sociale du canal et notamment dans la gestion des conflits liés à l'eau. Une structure plus grande, qui regrouperait toutes les associations, ne pourra que difficilement conserver la place des chefs de famille et il sera difficile de concilier les intérêts de tous par le biais d'acteurs d'influence, qui sont presque trop nombreux. A l'inverse, le changement de l'organisation sociale via la création d'associations d'utilisateurs où chaque agriculteur possède une voix va se confronter au poids culturel et aux agriculteurs les plus influents, qui sont peu enclins à perdre leur pouvoir. On peut d'ailleurs y voir un signe en remarquant que souvent le président de l'association cumule les rôles de président et trésorier.

## **Conclusion : Vers une rationalisation des utilisations de l'eau ?**

Le projet Irrigation Improvement Project (IIP) résulte de l'intervention de l'état sur l'aménagement et la gestion de l'eau agricole. On a vu que cela engendre des conséquences sur les systèmes hydriques. L'allocation en eau est censée être plus limitée et le contrôle sur le pompage va augmenter. La très grande centralisation hydraulique existante est remise en cause, ce qui permet également de limiter l'autonomie locale qui s'est accentuée ces dernières décennies avec la généralisation de l'utilisation des pompes mobiles individuelles. D'autre part, l'organisation sociale paysanne va être également modifiée.

On peut cependant s'interroger sur la durabilité de ce système d'irrigation au vu des micro-exploitations qui sont courantes dans le delta du Nil : le contrôle souhaité par le gouvernement en sera plus délicat.

De même, le respect des allocations fixées n'est pas acquis, si l'on en croit les estimations de terrain.

La question de la tarification de la ressource n'est pour l'instant pas encore abordée, en tout cas il est certain que cette transformation de la gestion de l'irrigation favorisera le passage à une eau agricole payante :

- Usagers regroupés en associations autour d'un président, ce qui facilitera la collecte de l'argent,
- Gestion collective de l'argent qui se met en place via le trésorier de l'association, le remboursement des nouvelles installations, le paiement de l'opérateur et les frais de fonctionnement semi annuel pour les pompes collectives.

D'autres voies peuvent être explorées : une intensification des cultures et une diversification de celles-ci, ainsi qu'un développement non agricole contribuent à augmenter la productivité de l'eau.

La contradiction entre une raréfaction des ressources en eau dans les zones historiquement irriguées du delta (du fait de l'extension des terres irriguées dans le désert) et la riziculture couramment pratiquée dans ces zones historiques n'est pas encore résolue. Même une réduction drastique des apports en eau dans les canaux n'impliquera pas nécessairement une diminution des surfaces cultivées en riz. Les paysans trouvent toujours des adaptations aux situations de manques d'eau, comme ils le font déjà en période de pénurie d'eau dans les canaux secondaires: réserves, pompage dans les drains. Ce qui est donc important, c'est une prise de conscience du manque d'eau.

Au sein du Ministère, un nouveau programme de modernisation se met en place, IIIP, qui impliquerait également des changements au niveau de la gestion des eaux souterraines et de la qualité des eaux, aspects non abordés par le projet IIP. Ce projet semble également intéressant, mais on remarque un cloisonnement important entre les différents services du Ministère, ce qui ralentit considérablement les démarches et surtout ne favorise pas les transferts d'informations.

## **Bibliographie**

### **Ouvrages :**

AMER and de RIDDER, 1989

*Land Drainage in Egypt*, Drainage Research Institute, Cairo, Egypt

AMERICAN UNIVERSITY IN CAIRO, , mai 2001

*Assessment of Water Users Associations in Egypt, Final report, volume II*, Desert Development Center

BELLONCLE (Guy), 1985

*Participation paysanne et aménagements hydro-agricoles, les leçons de cinq expériences africaines*, Editions Karthala, Paris. 336 p

DUCROCQ (Michel), 1987

*Les bases de l'irrigation*, collection techniques agricoles méditerranéennes, Techniques et Documentation Lavoisier. 117 p

FANCHETTE (Sylvie)

*Le delta du Nil : densité de population et urbanisation des campagnes*, thèse de doctorat de Géographie, Université Paris VIII, 1992.

LASSERRE (Frédéric) et DESCROIX (Luc), 2003.

*Eaux et territoires : tensions, coopérations et géopolitique de l'eau*, l'Harmattan. 280 p

LESAFFRE (B), 1990.

*Drainage agricole, Actes du 4<sup>ème</sup> séminaire international sur le drainage, Le Caire, Egypte, 23-24 février 1990*, Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID). 293 p

MAZOYER (Marcel) et ROUDART (Laurence), 1998

*Histoire des agricultures du monde, du néolithique à la crise contemporaine*, Editions du Seuil. 533p

REBOUR et DELOYE, 1971

*Méthodes modernes des irrigations de surface et par aspersion*, La maison rustique, Paris. 231 p

WATER RESEARCH CENTER, , first edition 1992

*Carte hydrogéologique et commentaires de la carte*, Research Institute for Ground Water

WATER RESEARCH CENTER,

*Water Master Plan*

RUF (Thierry), 1988

*Histoire contemporaine de l'agriculture égyptienne, essai de synthèse*, Editions de l'ORSTOM collection Etudes et thèses. 289 p

VERDIER (Jean) et MILLO (Jean-Louis), 1992

*Maintenance of irrigation systems*, CEMAGREF-EDITION, Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID). 243 p

## Articles :

AYEB (Habib), 1998

*Le Nil : l'eau et les politiques d'aménagement du territoire*, Hydroplus 81 –mars 1998

BETHEMONT (Jacques), 2003

*Le Nil, l'Egypte et les autres*, VertigO- la revue en sciences de l'environnement, Vol 4 No 3, Décembre 2003

MUTIN (Georges)

*L'Egypte et le bassin nilotique*, dans *L'eau dans le monde arabe, enjeux et conflits*, ELLIPSES, 2000

PINTUS (Florence)

*La gestion de l'eau dans un village égyptien du delta du Ni*, dans *Approches sociales de l'irrigation et de la gestion collective de l'eau, démarches et expériences en France et dans le monde*, Territoires en Mutation, Université Paul Valéry (2000)

RUF (Thierry), 1984

*Deux siècles d'interventions hydrauliques et cotonnière dans la vallée du Nil*

RUF (Thierry), 1984

*Aménagements hydroagricoles anciens*, Systèmes irrigués, actes de rencontre de Montpellier, 2 septembre 1992, CIRAD

RUF (Thierry), 1985

*L'intégration de l'élevage dans les petites exploitations du delta du Nil. Approche historique des fonctions du cheptel bovin : traction, fertilisation, épargne*, Les cahiers de la recherche développement, n°9-10, janvier-avril 1986

RUF (Thierry), 1992

*Questions sur le droit et les institutions de l'eau dans l'Egypte ancienne*, Institut français d'archéologie orientale, Les problèmes institutionnels de l'eau en Egypte ancienne

RUF (Thierry), 1994

*La coexistence de systèmes de production différents dans une région du delta du Nil : Intérêt de l'approche historique pour le diagnostic régional et l'action de développement*, Les cahiers de la Recherche Développement, n°3-4, janvier- avril 1984

RUF (Thierry), 1995

*Les grands périmètres irrigués sahéliens*, bulletin de la gestion sociale de l'eau

RUF (Thierry), 1995

*Histoire hydraulique et agricole et lutte contre la salinisation dans le delta du Nil*, Revue Sécheresse n°4, vol 6 décembre 1995

SERVANT (Jean Michel), 1976

*La salinité dans les sols et les eaux, caractérisation et problèmes d'irrigation- drainage*, Service d'étude des sols, Montpellier n°310 INRA