

ISSN 1147-7806

SECHERESSE

Synthèse

Sécheresse 1995 ; 6 : 307-17

n°4

Histoire hydraulique et agricole et lutte contre la salinisation dans le delta du Nil

Au travers d'un descriptif de l'évolution des techniques culturales et des productions agricoles, les inadéquations temporelles et spatiales entre irrigations et drainages qui jalonnent l'histoire hydraulique et agricole du delta du Nil du XVIII^e siècle à 1990 sont mises en évidence. Doit-on prôner une réduction des possibilités d'arrosage par des moyens hydrauliques et des incidences financières ou faire un effort public plus important sur le drainage ? Les réflexions et propositions sur le delta du Nil sont transposables à d'autres zones géographiques confrontées actuellement à des difficultés de salinisation des sols similaires. On doit savoir tirer les leçons du passé.

En décembre 1993, le ministère de l'Agriculture tunisien et l'Orstom ont organisé un séminaire de recherche sur la salinisation des sols et la gestion des eaux dans les oasis [1]. Notre contribution portait sur l'apparition du phénomène de salinisation et de ses conséquences dans le delta du Nil, déjà décrit dans l'*Histoire contemporaine de l'agriculture égyptienne* [2]. Ce texte présente une synthèse des connaissances historiques sur la salinisation en Égypte et propose un schéma plus général d'évolution de la salinisation dans les régions irriguées comparables du monde.

L'Égypte figure parmi les contrées les plus étudiées depuis le début du XIX^e siècle, si bien que les sources historiques sont abondantes en français et en anglais. Les principales contributions proviennent d'agronomes comme Grégoire [3], Gali [4], Audebeau [5-7] et Mosseri [8], ou de géographes comme Bruhnes [9], Besançon [10] ou Berque [11] ; d'autres références ont été fournies par des praticiens du développement impliqués dans l'agriculture comme Ninet, cité par Lorca [12], De Chamberet [13] ou Ayrout [14] ou au

sein du service des irrigations institué en 1885 sous la domination britannique comme Barois [15] et Hurst [16]. Dans de nombreux deltas, mais aussi dans les terres basses des bassins endoréiques, la salinisation des terres est souvent présentée comme le corollaire de l'irrigation des terres. Bien entendu, il ne s'agit pas ici de traiter des sites naturels particulièrement salés mais des sites artificiels où les apports d'eau sont fonction des aménagements et de la décision de la gestion des eaux dans ces aménagements.

Le processus de salinisation des terres dépend des conditions pédoclimatiques et hydrauliques du milieu, et des interventions humaines, liées à la société qui entreprend l'exploitation d'un secteur plus ou moins étendu de cet écosystème, en jouant principalement sur la maîtrise des apports en eau. Différents terroirs hydrauliques apparaissent, reflétant un mode d'organisation sociale, politique et juridique pour l'accès aux terres aménagées et aux ressources hydriques à partager.

On peut appréhender le problème de la dégradation des terres aménagées par l'étude historique de l'évolution des

THIERRY RUF

Orstom,
Laboratoire d'études agraires,
BP 5045,
34032 Montpellier cedex 1, France

Sécheresse n° 4, vol. 6, décembre 95

ORSTOM Documentation



010004004

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B* 4004 Ex : 1

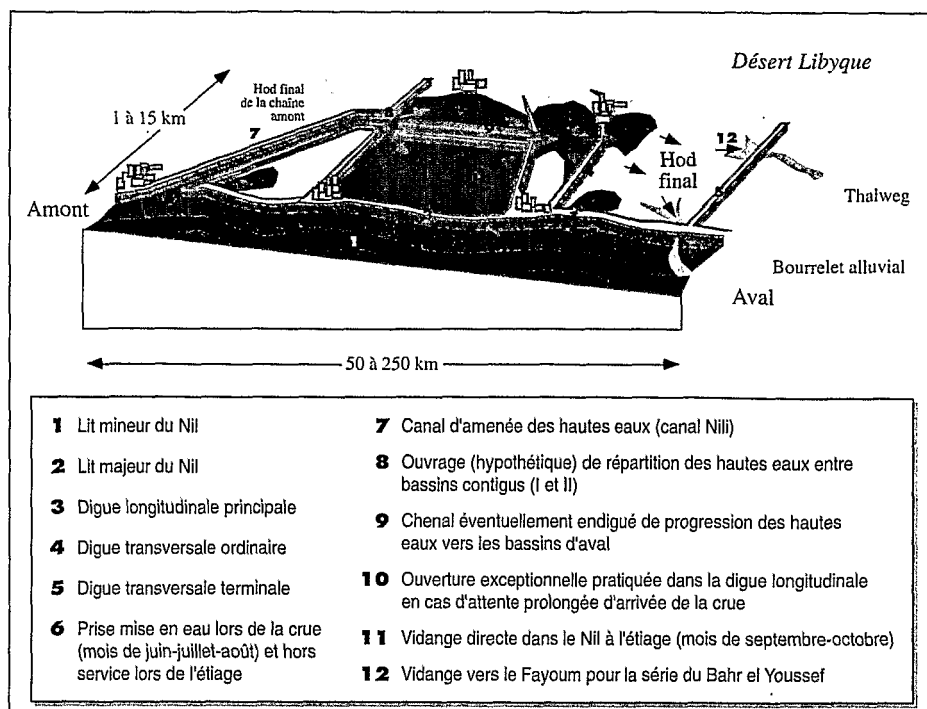


Figure 1. Organisation schématique d'une chaîne de bassins de submersion dans la vallée du Nil au XIX^e siècle avant la conversion des bassins à l'irrigation pérenne*. Schéma et source : Ruf [2] modifié en 1992 pour le congrès de Vogüé [33] (d'après les indications de Barois [15], Gali [4], Hurst [16] et Be-sançon [18]).

usages de l'eau et des préparations des terres par les paysans, obligés d'intégrer les conditions d'accès à l'eau définies à une échelle qui les dépasse, parce qu'elles s'appuient sur des aménagements antérieurs et qu'elles sont soumises aux décisions des gestionnaires de l'aménagement, en temps réel.

* La largeur du lit majeur varie de 500 à 2 000 mètres. Dans la vallée, le Nil à l'étiage se trouve de 5 à 7 mètres en dessous du niveau du sol. Dans le sud du delta, la différence est de 4 à 5 mètres. Elle diminue progressivement dans le nord du delta. Les hautes eaux sont « normalement » endiguées à un mètre au-dessus du sol. La pente générale de la vallée varie de 65 à 75 millimètres par kilomètre. Elle est encore plus faible dans le delta : 42 millimètres par kilomètre.

La structure théorique des chaînes de bassins dans le delta est plus difficile à établir, car la conversion des *hods* à l'irrigation pérenne remonte à plus d'un siècle. Les anciens ouvrages hydrauliques, digues, canaux et vannes ont pratiquement disparu ou bien ont été totalement remaniés.

** En revanche, certains aménagements hydrauliques anciens visaient à développer les salines et extraire le sel, soit en zones marines, soit dans des sites continentaux, comme les terrasses à sels de Maras près de Cuzco, au Pérou ou l'aménagement sommaire de Salinas d'Imbabura, en Équateur.

*** À la manière des *waalo* dans la vallée du fleuve Sénégal aujourd'hui.

**** Voir la synthèse de Vercouter [32] et le congrès de Vogüé [33].

Dans la vallée et le delta du Nil, on peut parler d'un écosystème cultivé profondément remanié par des siècles d'intervention sur le régime des eaux et sur l'étendue des terres soumises à submersion contrôlée, puis à irrigation pérenne. Une année donnée, les mises en culture des terres dépendaient de l'état et du fonctionnement de l'aménagement hydraulique.

Les espaces naturellement salés n'avaient pas fait d'emblée l'objet des premiers aménagements hydro-agricoles**. Dans la mise en valeur des bassins de réception de la crue, les régions périphériques des plans d'eau saumâtre étaient délaissées. Les Égyptiens recherchaient des terres susceptibles d'être alternativement couvertes par la crue puis asséchées, en vue de la mise en culture rapide. Celle-ci s'avérait souvent précaire en raison de l'irrégularité de la crue et des redistributions de terres.

Au XIX^e siècle, le delta a été remanié sur le plan hydraulique, en vue de favoriser la culture cotonnière. Au début du XX^e siècle, l'ensemble des terres noires du delta était converti à l'irrigation pérenne. Progressivement, la vallée devait elle aussi s'adapter aux choix des services d'irrigation, jusqu'à l'édification du Haut Barrage d'Assouan (1964).

Cause du processus ou conséquence du développement de l'agriculture, la population vivant sur le territoire devenu exigu des terres agricoles – 4 millions

d'hectares environ – est passée de 2 millions, vers 1800, à 70 millions de personnes, à la fin du XX^e siècle.

Le problème de la salinisation des terres irriguées apparaît à la fin du XIX^e siècle, dans le centre et le nord du delta. En fait, dans le premier cas, après plusieurs années d'exploitation, on perçoit les effets indirects des pratiques d'épandage de l'eau avec la remontée de la nappe phréatique ; dans le nord, on assiste à l'extension de l'espace cultivé aux zones naturellement salées, avec la pression démographique et l'appropriation d'espaces marginaux.

Le bassin de réception de la crue, base des aménagements pendant cinq mille ans

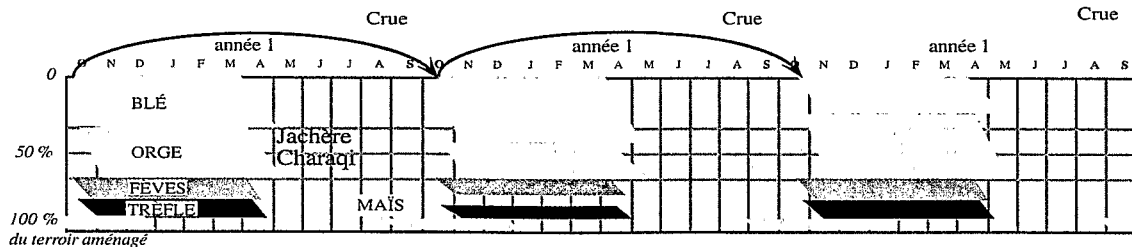
Au quatrième millénaire avant J.-C., la vallée du Nil était sans doute un milieu peu propice aux établissements humains. En effet, chaque année le fleuve entraînait violemment en crue, interdisant pratiquement l'installation de groupes humains au bord du lit mineur. Cependant, il est probable que des tribus installées hors de portée des hautes eaux aient utilisé ce milieu instable, formé de marécages autour des bras multiples du fleuve capricieux, pour chasser, pêcher et même pratiquer une culture céréalière de décrue dans les bassins naturels laissés par le fleuve***. On a longtemps supposé que l'aménagement de la vallée du Nil au moyen de digues pour contrôler les crues remontait à l'unification politique de l'Égypte, vers 3200 avant J.-C. On considère actuellement que la mise en place des bassins de réception de crue fut très progressive, à partir de la fin du Premier Empire****.

La maîtrise de la crue

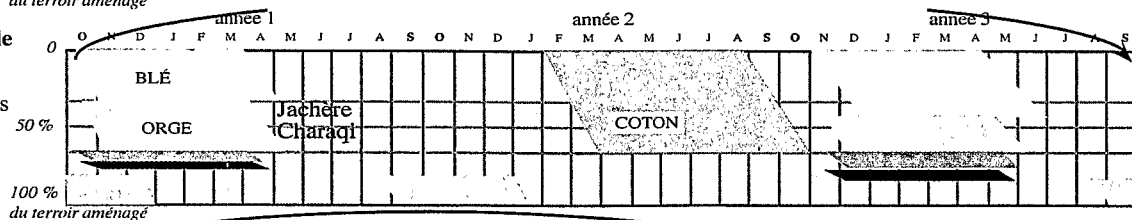
Le principe de cet aménagement était simple (figure 1). Pour dominer la crue, il fallait guider les hautes eaux vers des bassins de réception (*hod*) où l'eau séjournait plusieurs semaines, humidifiant le sol jusqu'à saturation, tandis que les eaux tranquilles déposaient les allu-

Figure 2. Évolution des successions culturales et des assolements dans le centre du delta du Nil. La représentation en trapèze des cycles souligne pour chaque culture le début et la fin des semis et des récoltes. La tendance est à un passage de plus en plus rapide d'une culture à une autre [source : Ruf [2, 26]].

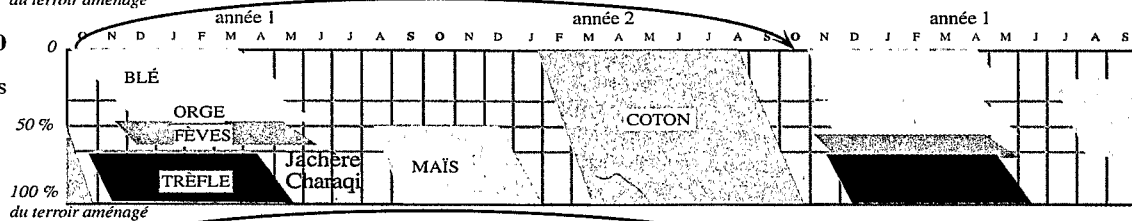
XVIII^e siècle
Terres paysannes
attribuées
après la décrue.
Taux de culture :
1 culture/cycle
annuel.



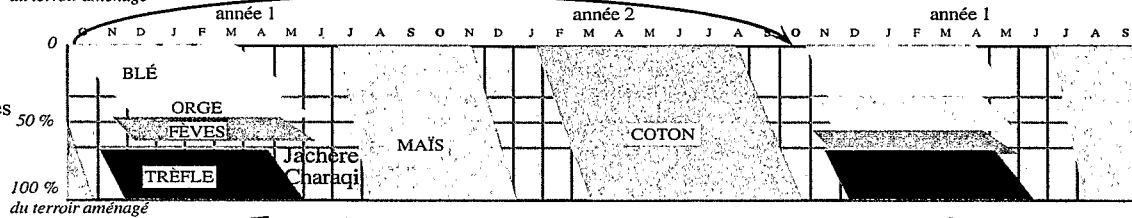
Milieu du XIX^e siècle
Terres paysannes
concédées et
partiellement irriguées
par des sakkias
publiques.
Taux de culture :
3 cultures/cycle
triennal.



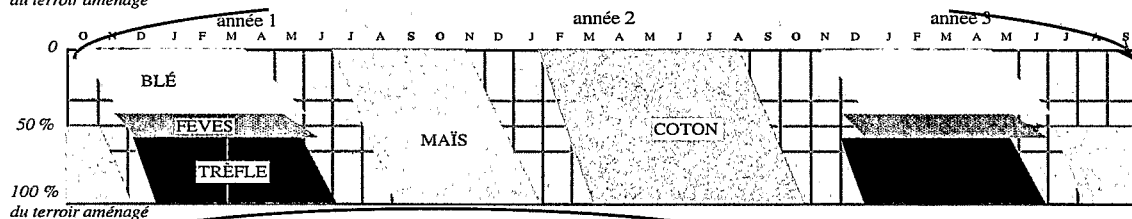
Boum cotonnier 1860
Terres paysannes
concédées et irriguées
par des sakkias
publiques.
Taux de culture :
2,5 cultures/cycle
biennal.



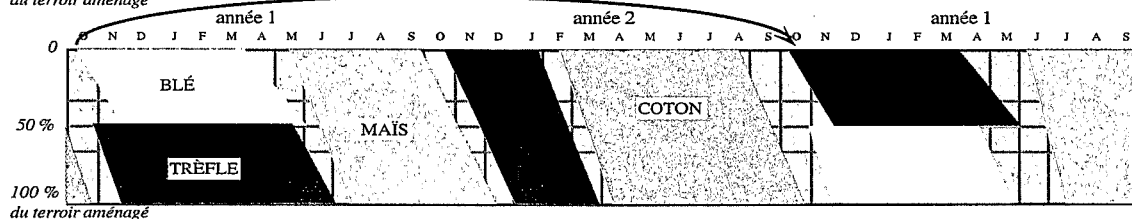
Fin du XIX^e siècle
Terres paysannes
privées et irriguées
par des sakkias privées
(groupes d'usagers).
Taux de culture :
3 cultures/cycle
biennal.



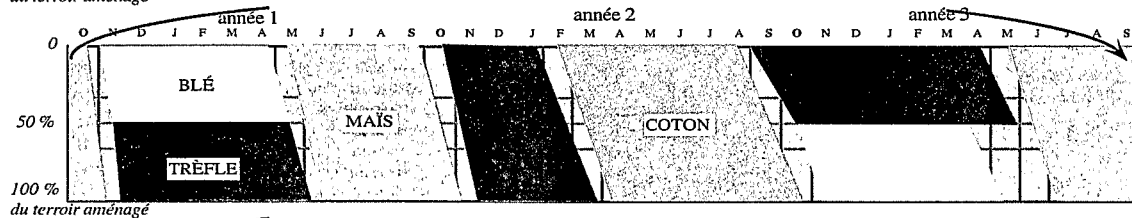
Milieu du XX^e siècle
Terres paysannes
privées, irriguées et
encadrées par les
coopératives d'État.
Taux de culture :
4,5 cultures/cycle
triennal.



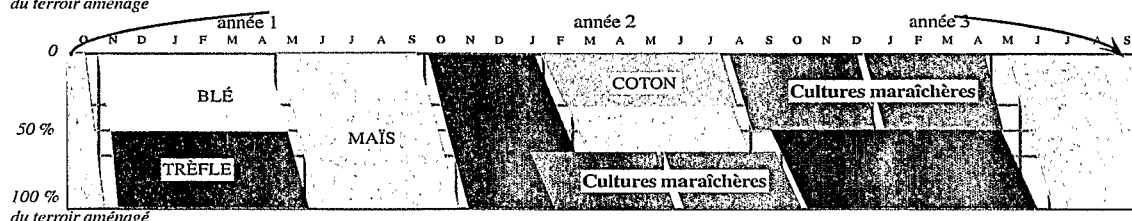
Vers 1975
Terres paysannes
privées, irriguées et
encadrées par des
coopératives d'État.
Taux de culture :
4 cultures/cycle
biennal.



Années 80
Terres paysannes
privées, irriguées par
des pompes diesel
et encadrées par
les coopératives.
Taux de culture :
6 cultures/cycle
triennal.



Années 90 - ?
Terres paysannes
privées, irriguées et
libérées d'une part
de l'encadrement
de l'État.
Taux de culture :
7,5 cultures/cycle
triennal.



Références

1. Ministère de l'Agriculture, Direction des sols, Orstom. *La salinisation et la gestion des eaux dans les oasis, résumés des communications*. Tozeur, 8-9 déc. 1993 ; 14 p.
2. Ruf T. *Histoire contemporaine de l'agriculture égyptienne, essai de synthèse*. Paris : Orstom, coll. Études et thèses, 1988 ; 289 p.
3. Grégoire M. *De la culture du coton en Égypte : historique, état actuel, avenir*. Le Caire : Mémoires de l'Institut égyptien, tome 1, 1862 : 437-86.
4. Gali K. *Essai sur l'agriculture de l'Égypte*. Thèse de l'Institut agricole de Beauvais. Paris : Éd. H. Jouve, 1889 ; 355 p.
5. Audebeau C. *Rapport au sujet des expériences relatives à l'influence de la nappe souterraine sur les cultures de coton*. Le Caire : Commission des domaines de l'État égyptien, 1909 ; 111 p.
6. Audebeau C. *Rapport sur les expériences et observations effectuées en 1910 dans le tefiche de Santa*. Le Caire : Commission des domaines de l'État égyptien, 1911 ; 54 p.
7. Audebeau C. *Observations faites en 1912 dans le centre du delta*. Le Caire : Commission des domaines de l'État égyptien, 1913 ; 37 p.
8. Mosseri V.M. *La fertilité de l'Égypte*. Le Caire. *L'Égypte contemporaine* 1928 ; 91-92 : 93-126.
9. Bruhnes J. *L'irrigation, ses conditions géographiques, ses modes et son organisation dans la péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord*. Paris : Naud Éditeur, 1902 ; 759 p.
10. Besançon J. *Portrait de l'Égypte rurale au milieu du XX^e siècle*. L'Égypte aujourd'hui, permanences et changements, 1805-1976. Paris : Cnrs, 1980 : 179-212.
11. Berque J. *Histoire sociale d'un village égyptien au XX^e siècle*. Paris : Mouton, 1957 ; 87 p. et Cambridge, 1961 ; 150 p.
12. Lorca A. *John Ninet, lettres d'Égypte, 1879-1882*. Paris : Cnrs, 1979 ; 290 p.
13. De Chamberet R. *Enquête sur la condition du fellah égyptien au triple point de vue de la vie agricole, de l'éducation, de l'hygiène et de l'assistance publique*. Dijon : Imp. Darantière, 1909 ; 206 p.
14. Ayrout H. *Fellahs d'Égypte*. Le Caire : Sphinx, 1952 ; 210 p.
15. Barois J. *L'irrigation en Égypte*. Paris : Baudry et Cie, 1887 ; 380 p.
16. Hurst H.E. *Le Nil, description générale du fleuve, utilisation de ses eaux*. Paris : Payot, 1954 ; 302 p.
17. Maury P. *Irrigation et agriculture en Égypte à la fin du XVIII^e siècle*. L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient. IV : L'eau dans l'agriculture. Lyon : Travaux de la Maison de l'Orient n° 14, 1987 : 77-93.
18. Besançon J. *L'homme et le Nil*. Paris : Gallimard NRF, 1957 ; 390 p.

vions. Les premiers fondateurs d'aménagement organisèrent les travaux de construction des digues et canaux de dérivation sur certaines fractions de la vallée.

Un segment de la vallée était dépendant des autres pour recevoir puis rejeter l'eau dans de bonnes conditions. En fait, il semble que la réussite de la campagne agricole dépendait surtout de la capacité des communautés paysannes de la même chaîne de bassins à entretenir le canal d'amenée et à régler les ouvertures et fermetures de vannes entre les digues [16, 17]*.

La mise en culture sans outillage spécialisé

L'aspect le plus remarquable d'une chaîne de bassins, plus que l'organisation du remplissage, consistait à coordonner la vidange des *hods*, en fonction du comportement du fleuve, de l'état des autres bassins et des capacités de travail des paysans pour ensemençer les terrains au fur et à mesure du retrait de l'eau.

La préparation du sol** ne nécessitait alors aucune intervention humaine, ni outillage spécifique : les paysans semaient à la volée le blé ou l'orge dans la boue au fur et à mesure de la vidange du bassin (figure 2, système de culture de la fin du XVIII^e siècle). Parfois, on faisait passer un troupeau de brebis et de chèvres après le semis afin d'enterrer les graines, qui germent mieux au contact de la terre et qui échappent ainsi à la voracité des oiseaux prédateurs.

Les objectifs suivants, recherchés par une intervention mécanique sur le sol dans des agricultures pluviales, sont adaptés à l'agriculture de décrue :

* Il n'y aurait pas eu, avant le XIX^e siècle, d'administration centrale de l'eau ajustant quotidiennement les débits et les niveaux des canaux et des bassins. Le pouvoir central fondait son autorité sur la reconnaissance légale de l'usage des terres et sur le partage des productions, adaptant son système de prélèvement fiscal à la mesure des crues, tout en menaçant le délégué du pouvoir de sanctions s'il ne veillait pas à l'entretien des digues quelques semaines avant la crue. Mais il ne gérait pas l'eau directement et intervenait difficilement dans des conflits locaux de partage de l'eau entre bassins.

** Dans un système de culture, la préparation des terres constitue la première opération de l'itinéraire technique suivi par un agriculteur. Son objectif est de transformer l'état du milieu dans lequel il va semer ou planter en recherchant les meilleures conditions pour l'établissement du peuplement végétal cultivé. On parle volontiers de la création d'un « bon » lit de semences.

– la destruction d'un tapis herbacé ? La sécheresse qui précédait la crue entre mars et juillet interdisait la croissance d'un recu herbacé après la récolte des céréales ;

– l'enfouissement des résidus de cultures ? Les pailles laissées dans les bassins étaient sans doute entièrement consommées par les troupeaux en vaine pâture ; on pouvait aussi les récupérer à d'autres fins ou simplement les brûler ;

– la lutte contre les mauvaises herbes ? Elles devaient être asphyxiées après trois mois de séjour sous un mètre d'eau ;

– la création d'une structure du sol favorable ? On pouvait effectivement s'inquiéter des effets de tassement du sol, de phénomènes de compactage en l'absence de tout travail du sol.

Or, il existait bien un cycle régulier de restructuration du sol. C'était le processus naturel de dessiccation après l'inondation. Les terres égyptiennes contiennent une très grande proportion d'argile (déposée par l'alluvionnement au cours des derniers millénaires) qui confère au sol la propriété de se rétracter en s'asséchant. Il se créait un réseau très profond de fentes verticales et horizontales qui structurerait le sol après chaque inondation en de multiples petits agrégats : c'était la période de la jachère *charaqi*, d'avril à juillet. La structure du sol redevenait favorable pour la pénétration des racines, pour les échanges minéraux, pour la rétention de l'eau favorable aux cultures d'hiver, en absence totale de pluie.

En outre, la submersion contrôlée permettait de désaliniser la terre. Dans le delta, le sol repose sur des alluvions déposés en milieu marin. Le passage de l'eau dans le sol puis le drainage vers le Nil à l'étiage jouaient un rôle fondamental pour équilibrer apports et sorties de sels dans les horizons exploités par les racines des plantes cultivées [18].

Enfin, la couche superficielle résultant de la sédimentation constituait un lit de semences très favorable, à condition de semer au moment opportun, c'est-à-dire entre l'instant où l'eau libre se retirait de la surface du sol et celui où une croûte superficielle se formait et limitait fortement la germination.

Ainsi, durant des siècles, les Égyptiens ont pratiqué la céréaliculture de décrue, peu exigeante en travail. Les communautés agricoles travaillaient collectivement à l'entretien des digues et canaux à l'instigation du gestionnaire du segment de vallée, espace aménagé qu'il contrôlait lui-même, ou dont il avait la charge au nom du pouvoir central. Elles versaient à l'État une part des récoltes fixée généralement en fonction de la façon dont s'était déroulée la crue.

Références

19. Bréhier L. *L'Égypte de 1798 à 1900*. Paris : Éd. Combet, 1900 ; 333 p.
20. Charles Roux F. *Histoire de la nation égyptienne*. Tome VI. *L'Égypte de 1801 à 1882*. Paris : 1936 ; 400 p.
21. Rivlin H. *The agricultural policy of Mohammed Ali in Egypt*. Cambridge : 1961 ; 400 p.
22. Ruf T. *La sakkia égyptienne, interface entre l'aménagement hydro-agricole et les systèmes de production paysans*. Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production - 16-19 décembre 1986. Montpellier : Cirad-DSA, tome II, 1986 ; 375-81.
23. Molinaar A. *Machines à élever l'eau pour l'irrigation*. Rome : FAO, coll. Progrès et mise en valeur, cahier n° 60, 1956 ; 78 p.
24. Société Sultanienne d'Agriculture. *Mémento Agricole égyptien*. Le Caire : IFAO, 1920 ; 300 p.
25. Benedick RE. The high dam and the transformation of the Nile. *Middle East J* 1979 ; 2 : 119-44.
26. Ruf T. *La formation agraire égyptienne de la fin du XVIII^e siècle à nos jours, analyse du fonctionnement des exploitations agricoles dans le nord du delta et en Moyenne Égypte*. Paris : Thèse III^e cycle, IEDS Paris I, 1983 ; 391 p.
27. D'Ornano S. *Mécanisation agricole dans les pays en voie de développement, étude du cas de l'Égypte*. Le Caire : CEDUST, 1980 ; 300 p.
28. Brooks RH, Wahby H. *Summary of egypt water use and management project, with its accomplishments*. Cairo, Ft Collins Colorado : EWUP, 1980 ; 11 p.
29. Dotzenko AD, Zanati M, Abdel-Wahed AA, Keleg AM. *Preliminary soil survey report for the Beni Magdoul and El Hammani areas*. Cairo, Ft Collins, Colorado : EWUP technical report n° 2, 1979 ; 43 p.
30. EWUP. *History of work at Kafr el Cheikh area*. Cairo : EWUP, 1981 ; 12 p.
31. GERSAR. *Application of French experience and technology in the rehabilitation and modernization of old irrigation perimeters*. Nîmes : GERSAR, 1981 ; 44 p.
32. Vercouter J. *L'Égypte et la vallée du Nil*. Tome I : *Des origines à la fin de l'Ancien Empire*. Ch II : *Environnement et sources d'une civilisation*. Paris : PUF, 1992 : 23-39.
33. Ruf T. *Questions sur le droit et les institutions de l'eau dans l'Égypte ancienne*. Colloque international : « Les problèmes institutionnels de l'eau en Égypte ancienne et dans l'Antiquité méditerranéenne ». Association internationale pour l'étude du droit de l'Égypte ancienne, Vogüé, 24-28 juin 1992. Le Caire : Institut français d'archéologie orientale (sous presse).

Cette agriculture avait une particularité : elle ne mettait pas en œuvre de travail du sol et demandait peu d'outils*.

XIX^e siècle : la gestion de l'étiage du Nil pour l'extension d'une nouvelle culture, le coton

Le XIX^e siècle voit la reconstitution d'un pouvoir central autoritaire qui, misant sur des variétés de coton à longue fibre, assure son autonomie politique, économique et militaire vis-à-vis de l'Empire ottoman [19-22]. A la fin de cette période, la faillite économique de l'État entraîne sa mise sous tutelle européenne.

Le coton, culture de rente à contre-saison

Que s'est-il produit à l'échelle des campagnes ? A la fin du XIX^e siècle, dans le delta, rien ne ressemble à ce qui existait cinquante ans auparavant (sur les aménagements entrepris pour convertir les *hods* à l'irrigation pérenne, voir [4, 9, 11, 15, 16, 22]). La gestion du fleuve a changé : on essaie désormais d'utiliser au mieux les eaux du Nil à l'étiage pour irriguer le coton. La crue est redoutée. On cherche à protéger les champs de l'invasion des eaux en dispersant la lame d'eau dans un vaste réseau de canaux surcreusés. Il n'y a plus de communautés paysannes exploitant collectivement un bassin, mais une société formée de familles restreintes dont certaines sont petits propriétaires fonciers, d'autres employés, métayers ou fermiers de très grandes propriétés. Enfin, les paysans cultivent le coton pour disposer des ressources monétaires indispensables. Ils doivent faire face aux dépenses d'irrigation, payer les impôts

et assumer les dépenses sociales (mariages, décès, réunions familiales).

Le coton est une culture en décalage avec les cultures traditionnelles des paysans : il se cultive en saison chaude, de février à septembre/octobre (figure 2, systèmes de culture du XIX^e siècle). La réserve en eau du sol est insuffisante pour une aussi longue période : pendant la phase de croissance, il faut arroser alors que le Nil est au plus bas ; pendant la phase de maturation des graines, il faut protéger la récolte de la submersion par les hautes eaux. Pour arroser, il faut pomper. Mais le *chadouf* apparaît très primitif et d'un rendement dérisoire par rapport aux besoins. La principale révolution technologique au niveau local est l'adoption et la généralisation de la *sakkia* (figure 3a). Il s'agit d'une roue élévatrice de l'eau, mue par la force de traction animale [23]**.

La préparation des terres : une nouvelle exigence

Avec la maîtrise de l'irrigation et l'intensification culturale qu'elle autorise, deux phénomènes vont modifier les états du milieu cultivé : d'une part, le limonage ne se produit plus et le lit de semences naturel a disparu ; d'autre part, apparaissent dès la première irrigation des adventices qui ne sont plus asphyxiées par un long séjour au fond de l'eau. Désormais, il est nécessaire d'intervenir sur les sols, de les préparer pour installer un peuplement végétal dans les meilleures conditions possibles avec les outils connus à cette époque.

Pour le blé, par exemple, deux manières de procéder coexistent jusqu'au milieu du XX^e siècle [14] :

- la première dérive directement des anciennes techniques : on irrigue la parcelle pour recréer les conditions de la crue, puis on sème à la volée et l'on enfouit les graines avec le passage d'un scarificateur ou d'une poutre en bois tractés par un animal (figure 3b). Cette technique appelée *khoudayri* est choisie par les agriculteurs lorsqu'ils n'ont pas beaucoup de temps pour réaliser leur semis. Elle est peu efficace, le taux de levée ne dépassant pas 20 % ;

- la seconde manière de préparer les terres exige plus de temps et de moyens : l'*afir* consiste à effectuer sur une parcelle, préalablement irriguée et éventuellement fumée, un premier passage à l'araire, appelée *mehrat* (figure 3c). Après une semaine, le sol soumis à une légère dessiccation est à nouveau travaillé, ce qui a pour effet de détruire une grande partie des jeunes pousses d'adventices. Quelques jours après, on sème à la volée, on enfouit les graines et on irrigue juste après. Cette manière de procéder allie la préparation d'un bon lit de se-

* Certes, on voit dans les tombeaux de nobles du Nouvel Empire (vers 1500 ans avant J.-C.) l'apparition de l'araire et de la traction attelée. Il est très vraisemblable que cet outillage n'ait jamais servi spécifiquement à la culture de décrue, mais à la conduite de cultures spéciales irriguées sur des superficies limitées, les jardins situés hors de portée de la crue. On arrivait à relever l'eau de plusieurs mètres au moyen du *chadouf*. Cependant, l'araire et le *chadouf* ne constituaient pas les outils de base des communautés paysannes, au moins jusqu'au XIX^e siècle. Les hoes en bois servaient principalement aux terrassements des digues et des canaux.

** Il n'y a généralement pas de chute exploitable pour la faire tourner. Cependant, dans la province du Fayoum située en dessous du niveau de la mer, les *sakkias* sont mues par des chutes d'eau aménagées : ce sont en fait des *norias* classiques comme on en rencontre aussi en Syrie.

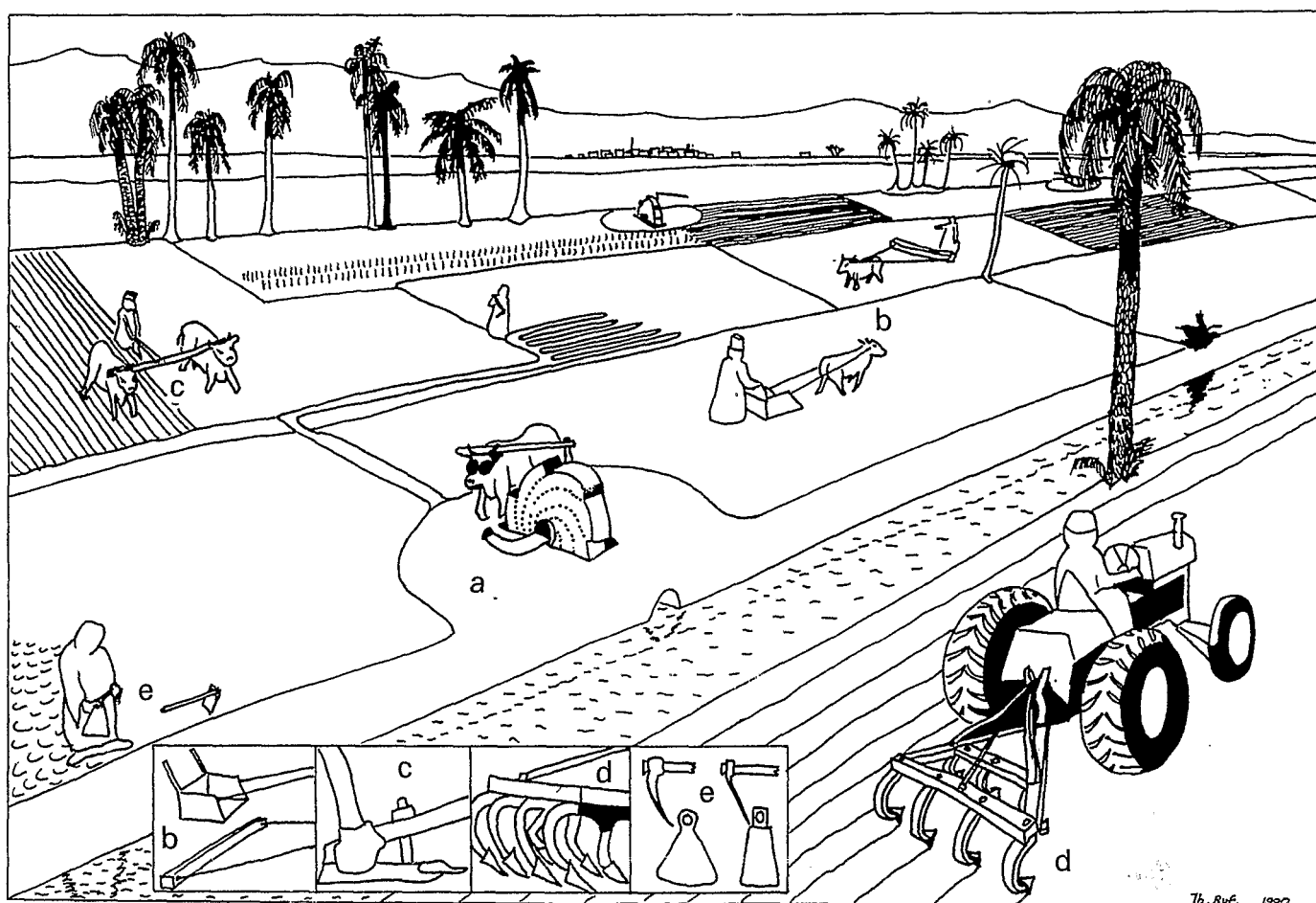


Figure 3. Techniques de culture du coton.

mences et la destruction précoce des adventices.

Pour les cultures sarclées d'été – le coton, le maïs – le processus est identique, mais la préparation du sol plus longue, car il faut réaliser à la houe ou à l'araire des billons dans lesquels seront semées les graines en poquet. Les efficacités relatives de l'*afir* sur le *khoudayri* se mesure au taux de plantes levées sur les graines mises en terre (avant démarrage pour les plantes sarclées) : une sur deux contre une sur cinq.

Ainsi, entre 1820 et 1900, la préparation des terres a complètement changé, évolution étroitement liée au bouleversement des aménagements hydrauliques mais également à la restructuration de

la société rurale. Les systèmes de production paysans reposent essentiellement sur la possession d'une paire de vaches dont la fonction de traction animale est indispensable à leur fonctionnement : il faut pomper l'eau en actionnant les *sakkias*, et travailler le sol avec plusieurs passages de l'araire. En outre, du fait de cette association, les cultivateurs utilisent le fumier soigneusement collecté puis épandu dans leur parcelle.

L'inutilité du labour

Dans les années 1850, le vice-roi fit venir à grands frais des charues Dombasle & Howard [3]. Or, le labour en planche ne convenait pas aux conditions d'irrigation de l'époque, un sol plan, propre à la submersion. Labourer imposait de niveler avec la *kassabia* après chaque préparation du sol.

En outre, dans la situation agricole du XIX^e siècle, l'effet de la jachère *charaqi* persistait les années sans coton (deux années sur trois, parfois plus) : il n'y avait pas de résidus végétaux à enfouir

dans le sol. Les chaumes desséchés disparaissaient avec le passage de ruminants ou plus simplement sous l'action du feu. Par la suite, après l'engouement pour le cotonnier entre 1860 et 1865, l'entretien des champs (binage, sarclage, désherbage) est tel que, après les récoltes et en l'absence d'irrigation, les mauvaises herbes ne poussent plus*.

Le labour a d'autres fonctions : mélanger l'horizon inférieur d'accumulation, enfouir dans la couche arable les amendements et la fumure de fonds. Cependant, les sols étaient trop durs à travailler à sec, et la force de traction animale insuffisante pour accomplir un tel travail.

Deux autres arguments ne plaidaient pas en faveur du labour. Gali [4] en 1889 et De Chamberet [13] en 1909 les signalaient déjà : d'une part, en pays chaud, il se produirait une minéralisation rapide de la matière organique, aboutissant à terme à une baisse de la fertilité ; d'autre part, le risque est grand de ramener à la surface le sous-sol fortement salé qui stériliserait la couche arable.

* La transition entre le système de céréaliculture de décrue sans adventice et le système de culture sarclée à base de coton et maïs s'opère assez rapidement, chaque fois qu'un terroir de décrue est converti à l'irrigation pérenne, c'est-à-dire raccordé à des canaux surcreusés et équipés de *sakkias* pour pomper l'eau jusqu'aux champs. L'extension de la nouvelle gestion de l'eau à tout le delta est terminée à la fin du XIX^e siècle.

La remontée de la nappe souterraine supérieure et la crise cotonnière du début du XX^e siècle

Une prise de conscience tardive
du phénomène

Dans son essai sur l'agriculture de l'Égypte, Gali [4] insiste sur les limites de la fertilité des sols égyptiens, non pas du point de vue des risques de salinisation, mais du point de vue des bilans de fertilisation : l'absence de rotations culturales, la faiblesse des restitutions organiques et de l'épandage d'engrais minéraux conduiraient le pays à une forte réduction de la production.

Quelques années plus tard, Bruhnes [9] décrit la frange des terres incultes du nord du delta, comprise entre la zone cultivée et les lacs salés. Il précise que les Égyptiens commencent peu à peu à mettre en culture ces *bararis* salins, mais que le problème d'apparition d'efflorescence saline est général dans le delta, et particulièrement le long du canal amenant l'eau du Nil à Ismailia, construit au moment du percement du canal de Suez. Vingt-deux mille *feddans* sur vingt-sept mille furent abandonnés à cette période dans la région de l'Ouadi Toumilat (figure 4).

En fait, le service des irrigations commença à s'intéresser au problème des remontées de sels à partir de 1894, et à entamer un programme de constructions de drains en 1897, mais les ingénieurs britanniques restaient encore indécis, les uns prônant l'installation de drains collecteurs principaux, les autres voulant assigner aux canaux principaux une fonction de drainage dans leurs ultimes biefs.

Les facteurs contribuant à la remontée
de la nappe

Au début du XX^e siècle, l'ingénieur en chef des domaines de l'État égyptien [6] décrit les phénomènes qui ont conduit à l'affleurement de la nappe dans la région centre du delta, Santa-Korachieh, située à l'altitude de 7 mètres au-dessus du niveau de la mer (figure 4).

Les canaux ont été surcreusés au milieu du XIX^e siècle pour capter les débits d'étiage. Lorsque la crue arrive en juillet-août, l'eau parvient plus vite dans les canaux et les infiltrations latérales augmentent, ce qui accroît l'impact de l'arrosage sur les champs de coton : la percolation rencontre plus vite la nappe souterraine.

Le barrage Mohammed Ali situé à la pointe du delta, commencé dans les années 1830-1840, fut renforcé entre 1885 et 1900. La cote des eaux d'étiage

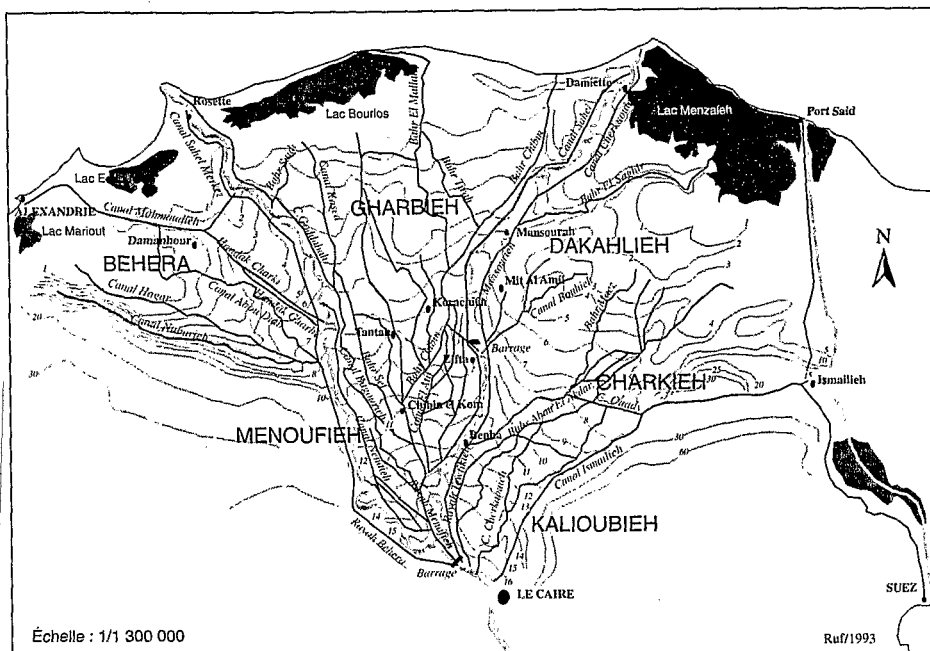


Figure 4. Réseaux de canaux dans le delta du Nil au début du XX^e siècle.

Source : carte hydrographique de Audebeau [6], carte hydrographique de Barois [15], map of the ground surface (USAID report, 1980).

ge passa de 12,5 à 15,5 mètres. La hauteur d'exhaure fut diminuée dans tout le delta, entraînant la mise en place de nouvelles *sakkias* et l'extension de l'irrigation.

À la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, à la suite de la construction du premier barrage réservoir d'Assouan (1898-1902), les bassins de Haute Égypte ont été progressivement convertis à l'irrigation. La crue, auparavant ralentie par le jeu des différents remplissages de chaînes de bassins, progresse plus vite vers le delta, environ vingt à vingt-cinq jours (figure 2, fin du XIX^e siècle). Au lieu de parvenir en août avec irrégularité, elle se manifeste aux premiers jours de juillet. Conséquence des décisions d'aménagement du Nil, ce décalage est opportun pour insérer un cycle de culture en saison des hautes eaux : les paysans sèment du maïs dès le mois de juillet sur de grandes étendues de terrains qui, autrefois, restaient incultes. La remontée de la nappe phréatique est donc la résultante de phénomènes globaux, propres aux transformations régionales imposées par le Service des irrigations, et de phénomènes locaux, liés aux décisions des propriétaires fonciers et des paysans.

En 1886, à Korachieh, la nappe se trouvait entre 3 et 5 mètres sous le niveau du sol. En 1911, la nappe ne descend pas en dessous de 0,75 mètre sous le niveau du sol et oscille avec les arrosages. Des efflorescences blan-

châtres apparaissent et les cotonniers y sont très clairsemés [6].

Le passage de l'assolement triennal à l'assolement biennal – du coton tous les deux ans et non tous les trois ans – accentue encore les effets signalés précédemment : il implique l'accentuation des arrosages sur le coton, mais aussi sur le maïs en saison de crue. La jachère, qui concourait à l'abaissement de la nappe, se réduit d'année en année (figure 2, comparer le milieu et la fin du XIX^e siècle).

L'impact sur le rendement du coton

Les expériences menées par Audebeau visent à établir l'influence de la hauteur de la nappe sur le rendement du coton. Avec un dispositif expérimental de bassins de 5,5 mètres carrés et d'une profondeur allant de 2,18 mètres à 0,50 mètre, la production de l'année 1908 fléchit dès lors que l'eau se trouve à moins d'un mètre (tableau I).

En 1909, l'expérimentation est renouvelée avec un dispositif amélioré, un itinéraire technique plus rigoureux, notamment au niveau d'arrosages plus fréquents. Les résultats finaux, globalement plus élevés malgré des attaques de vers de la feuille et de vers de la capsule, montrent toujours les conséquences attendues d'une remontée de la nappe souterraine (tableau II). Les effets immédiats touchent la croissance des cotonniers, en particulier celle de l'appareil

Tableau I. Résultats obtenus à Korachieh, dans le centre du delta, pour le coton Mit Afifi, campagne de 1908 (d'après Audebeau [5])				
Profondeur de la fosse (m)	2,18	1,75	1,00	0,50*
Date de semis	5 avril Densité: 0,45 x 0,90 m			
Diamètre des tiges le 5/9 (mm)	22 à 28	22 à 28	10 à 15	8 à 12
Longueur des tiges le 5/9 (m)	1,80 à 2,25	1,80 à 2,25	0,70 à 1,25	0,50 à 1,10
Nombre de gousses par plants jumeaux le 5/9	70 à 140	70 à 110	50 à 70	30 à 45
Nombre de gousses piquées restant sur les cotonniers fin novembre	580	330	80	40
Profondeur atteinte par les racines les plus grandes, observée fin novembre (m)	1,40	1,40	0,95	0,30
Longueur développée atteinte par les racines les plus développées, observée fin novembre (m)	1,85	3,35	1,45	0,50
Diamètre des plus fortes tiges fin novembre (mm)	30	28	19	15
Plus grande hauteur de tige fin novembre (m)	2,55	2,50	1,25	1,10
Production au <i>feddan</i> en kantar de 141,5 kg de coton non égrainé, avec des cueillettes échelonnées en octobre-novembre	8,50	8,06	4,79	2,78
Production exprimée en kg/ha	2 864	2 715	1 614	937
Diminution de rendement par rapport à la première fosse (%)		- 5	- 44	- 67

* Le 4^e bassin avait une profondeur d'un mètre mais avec une charge d'eau contrôlée à 0,50 m, les autres étant arrosés de telle manière qu'une tranche d'eau de 5 centimètres restait permanente, le surplus éventuel d'eau étant drainé.

racinaire. Mais les phases de développement de la plante sont identiques. La chute prématurée de boutons et de capsules est la composante principale de la réduction des rendements, et non pas le poids de chaque noix, voisin de 2 grammes de fil et graines dans tous les cas.

Les recommandations d'Audebeau

Audebeau recommande d'abaisser le niveau d'étiage dans les canaux afin de

limiter la remontée de la nappe et d'accroître les coûts de pompage qui devraient amener les agriculteurs à économiser l'eau, surtout en début de cycle du coton et les encourager à revenir à l'assolement triennal. Il se place ainsi en opposition avec la gestion de l'eau du Service des irrigations qui, depuis 1889, optait pour le relèvement des plans d'eau du Nil et des canaux afin de limiter les dépenses d'exhaure. Pour Audebeau, le drainage à ciel ouvert présente deux écueils majeurs :

d'abord, l'inertie des écoulements latéraux entraîne un retard de la baisse de la nappe, à moins de quadriller les champs par un réseau dense de fossés. Par ailleurs, le drainage du delta aboutit à une cote inférieure au niveau de la mer : il faut donc prévoir un refoulement par grandes pompes, dont la construction devrait être confiée au Service des irrigations et non à des particuliers.

La mise en place d'un réseau de fossés de drainage

En 1920, dix ans après les observations d'Audebeau, le réseau de drainage a été établi par le Service des irrigations (figure 5), avec 6 290 kilomètres de drains principaux, secondaires et tertiaires, qu'il faut comparer aux 18 634 kilomètres de canaux de même rang [24]. Il est calculé pour faire descendre la nappe d'eau à 1,50 mètre sous le sol. Pour les terres situées en dessous de la cote 3,5 mètres, les collecteurs débouchent en dessous du niveau de la mer. Des stations de pompage refoulent l'eau dans des drains qui s'écoulent naturellement vers la Méditerranée.

Le Service des irrigations se charge de l'entretien des grands collecteurs, mais les propriétaires doivent établir eux-mêmes les fossés collecteurs dans leurs champs, profonds de 80 à 120 centimètres, espacés de 20 à 50 mètres. Ce dispositif aurait réduit la superficie cultivable de dix pour cent [16]. Son efficacité dépendait de l'entretien régulier de l'ensemble des fossés, publics ou privés. Malgré ces efforts, le risque de salinisation était toujours très important. Pour éviter de retrouver des niveaux inférieurs à un mètre, le Service des irrigations perpétua le système de rotation de la distribution de l'eau établi dans une perspective de partage de l'eau d'étiage dans les années 1880-1890. Les canaux tertiaires sont remplis alternativement six jours sur dix-huit, tant et si bien qu'ils aident à l'abaissement de la nappe plus longtemps qu'à son élévation.

En outre, le projet initial – formulé par les concepteurs du barrage du delta [15] – de distribuer l'eau par gravité, tous les jours, sans recours à l'exhaure, se heurta à cette impérieuse nécessité de lutter contre les remontées capillaires du sel [18].

Entre 1920 et 1960, la lutte contre la salinisation des terres se reporta aux terres les plus basses du delta, tandis que les terres du sud et du centre étaient suffisamment drainées par rapport aux apports d'eau du système de culture fondé à nouveau sur une rotation triennale du coton (figure 2, milieu du XX^e siècle).

L'intensification agricole, la préparation des terres et l'irrigation : nouvelle période de dystonctionnements : 1960-1980

L'édification du Haut Barrage d'Assouan est l'achèvement du processus de conversion de l'Égypte à l'irrigation pérenne. La régulation des débits tout le long de l'année offre des perspectives de mises en cultures continues des terres anciennes et l'extension de l'espace aménagé vers le nord du delta et sur ses franges [25].

L'agriculture strictement encadrée par l'État

Après 1950, l'encadrement étatique de l'agriculture va s'accroître jusqu'à l'imposition d'un assolement biennal par grands blocs de cultures de plusieurs dizaines de *feddans*. Cette planification autoritaire des choix de cultures joue surtout sur le coton, culture stratégique du pouvoir nassérien (figure 2, système de culture vers 1975).

L'expérience avait été acquise dans les coopératives de réforme agraire (13 % de la superficie agricole du pays). Les bénéficiaires des terres confisquées aux très grands propriétaires avaient reçu des parcelles réparties dans les différentes soles et le choix des cultures revenait strictement au directeur de la coopérative. Dans ces coopératives, la préparation des terres échappe aussi à la décision de l'agriculteur : elle est mécanisée sur l'ensemble de la sole [26, 27].

La préparation des terres
adaptée au contexte
d'une très forte intensification culturale

L'extension du principe coopératif étatique à l'ensemble du pays n'a pas amené immédiatement les paysans à délaisser la préparation des terres. Pourtant, les difficultés apparaissent dans l'exécution de cette opération avec la traction attelée, essentiellement pour des

* Depuis 1975, le parc de tracteurs privés croît chaque année. Ainsi, dans un village du delta que nous étudions en 1982, Mit Al'Amil (figure 3), on dénombre un parc de 26 tracteurs privés et 2 tracteurs gérés par la coopérative. Le rapport est de 1 tracteur pour 100 *feddans* (1 pour 42 ha), ce qui est déjà très important. La rapidité et le coût expliquent que la plupart des paysans du centre et du nord du delta n'utilisent plus leur force de traction animale, mais préfèrent payer un tractoriste privé ou employer un tracteur de la coopérative du village s'il existe et s'il est en état de marche, ce qui est un autre problème.

Tableau II. Synthèse des résultats obtenus à Korachieh, dans le centre du delta, pour le coton Mit Afifi, campagne de 1909 (d'après Audebeau [5])

Profondeur de la fosse (m)	3	2	1	0,5
Date de semis	15 mars, réensemencement en mai Densité 0,45 x 0,90 m			
Rendement au <i>feddan</i> en kantars, coton non égrainé (quatre cueillettes échelonnées entre le 19 septembre et le 15 novembre)	11,60	10,58	8,26	7,14
Rendement exprimé en kg/ha	3 908	3 564	2 783	2 405
Diminution de rendement par rapport à la première fosse (%)		- 9	- 29	- 38
Diminution de rendement par rapport à la deuxième fosse (%)			- 22	- 33
Observations sur les profondeurs mesurées dans différents puits, sur les terres du domaine d'État	Situation rare	Situation courante	Situation grave	

questions de temps disponible entre deux cultures.

La double culture annuelle, à laquelle sont parvenus les paysans dans la deuxième moitié du XX^e siècle, pose donc le problème de la validité de la technique *afir* : pour être efficace, elle n'en est pas moins longue (deux à trois semaines). L'alternative du *khoudayri* n'est pas satisfaisante. La mécanisation du travail du sol répond à l'exigence de rapidité, ainsi que l'arrivée sur le mar-

ché des pompes mobiles qui vont se substituer aux *sakkias*.

Dans les années 80, les tracteurs de soixante-quinze chevaux peuvent tirer un scarificateur dans un sol non humidifié préalablement (figure 3d). Avec une largeur de travail d'un mètre environ (sept dents), ils peuvent effectuer en une seule journée deux passages croisés, complétés par un émiettement superficiel des agrégats, toujours réalisé avec la poutre en bois (*zahaffa*)*.

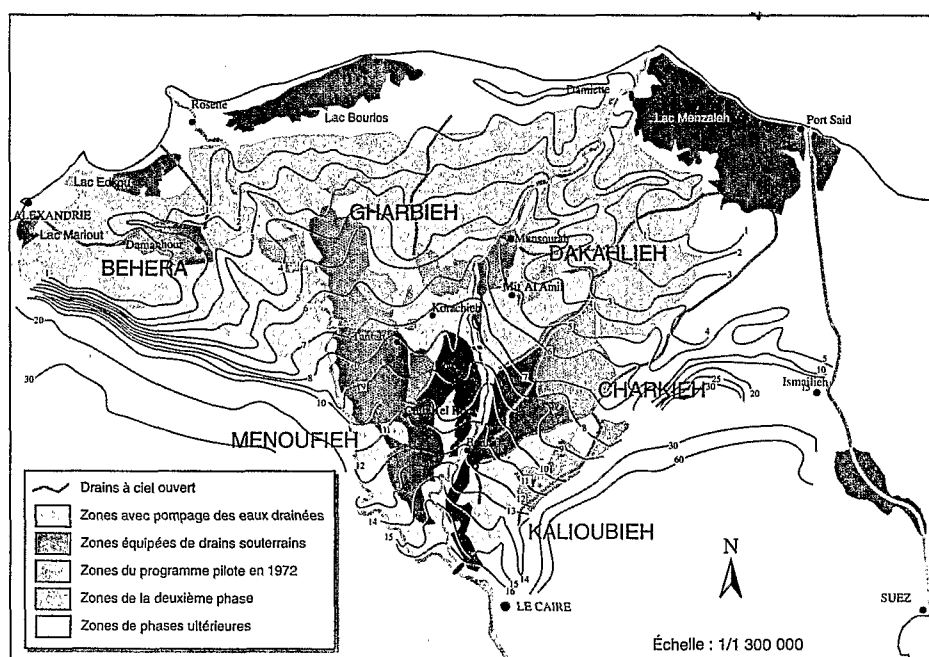


Figure 5. Programme de drainage dans le delta du Nil dans les années 70-80.

Source : map of the ground surface (USAID report, 1980) ; map of the drainage program (USAID report, 1980).

On voit ainsi se développer une classe de petits entrepreneurs qui travaillent à façon avec un tracteur, une remorque, un scarificateur et une petite batteuse-hacheuse de paille. Les travaux de préparation des terres, de pompage, de transport et de traitement des récoltes paraissent tous mécanisés dans ce secteur centre et nord du delta.

Ainsi, il semble que le choix stratégique de la mécanisation du travail du sol et de l'exhaure a été raisonné à partir des contraintes de calendrier cultural et des conditions économiques de sa réalisation, mais pas à partir de l'état du milieu lui-même. Or celui-ci a évolué, marqué par l'apparition d'efflorescence saline, signe de la présence à faible profondeur de la nappe phréatique. Les passages répétés de tracteurs dans de telles conditions provoquent le compactage du sol. Si la présence de sels s'étend et la dégradation de la structure des sols s'accroît, l'agriculture du delta du Nil pourrait voir sa productivité baisser alors que l'occupation des terres est maximale.

Les insuffisances de drainage

La disparition de toute période de repos, en particulier de la jachère *charaqi* (figure 2, années 80), et les pratiques courantes de sur-irrigation ont révélé l'état dégradé du réseau de drains à ciel ouvert, envahis par la végétation, remblayés par l'érosion des berges. L'adoption de plus en plus fréquente de pompes mobiles amène les cultivateurs à forcer la lame d'eau, voire à doubler l'irrigation pendant la période de six jours en eau du canal tertiaire.

Après la mise en eau du grand barrage d'Assouan, l'évolution des techniques d'exhaure pose un nouveau problème de gestion de l'eau aux responsables des réseaux d'irrigation.

Avec les *sakkias*, les pratiques de sur-irrigation étaient relativement bornées par la différence entre le plan d'eau du canal et le niveau du sol, et la capacité des pompes des *sakkias*. Le ministère des Irrigations se limitait à gérer des niveaux d'eau entre segments de canaux tertiaires. Le pompage, régulier pendant la mise en eau du bief, s'arrêtait rapidement après la fermeture, dès que les *sakkias* n'écoapaient plus l'eau de manière efficace.

Aujourd'hui, chaque bief est beaucoup plus soumis au pompage pendant les six jours en eau puis il est entièrement vidé par le pompage mécanique. Alors que le pays détient encore une ressource en eau abondante, stockée dans le lac Nasser, la nécessité de gérer des débits limités apparaît déjà, non pour régler le partage de l'eau pour raison de raréfaction de la ressource, mais pour éviter de stériliser les sols cultivés de manière quasi permanente.

C'est dans cette perspective que le Projet égyptien de gestion de l'eau (*Egypt Water Use Management Project*) a travaillé en coopération avec l'université de Colorado. En 1979-1981, deux terrains pilotes retenaient l'attention des chercheurs égyptiens et américains : le canal de Mensouriah, à l'ouest du Caire, et la zone de Kafr el Cheikh, dans le centre nord du delta [28-30]. Une proposition de nouvelle gestion de l'eau avec contrôle des débits était également formulée par le Groupement d'études et de réalisations des sociétés d'aménagement régional [31], prévoyant une circulation permanente de l'eau dans des biefs, à un niveau inférieur (non précisé) au plan d'eau choisi dans la gestion actuelle des canaux tertiaires.

Dans cette période 1970-1980, on trouve à nouveau les débats du début du siècle entre ceux qui prônent une réduction des possibilités d'arrosage par des moyens hydrauliques et des incidences financières, et ceux qui privilégient un effort public très important sur le drainage. En définitive, avec le même temps de retard que celui du début du XX^e siècle – une vingtaine d'années –, l'État égyptien a remédié aux effets induits par les investissements hydrauliques lourds. Un vaste programme de drainage par drains enterrés a été financé par la Banque Mondiale (figure 5). Le service des irrigations a calibré les grands collecteurs, compte tenu des apports permanents que reçoit la nappe.

Conclusion

Les systèmes de production agricole du sud et du centre du delta du Nil ont atteint un niveau d'intensification remarquable, non seulement par le jeu de la transformation des stratégies d'utilisation des eaux du fleuve par le Service des irrigations, mais aussi et surtout par les efforts d'adaptation des petites exploitations paysannes. Celles-ci ont su, à la fin du XIX^e siècle, maîtriser l'exhaure animal et transformer leur agriculture, préparer des terres en les travaillant, entretenir les cultures en les sarclant, commencer à raisonner des niveaux de ferti-

lisation. Au cours du XX^e siècle, les paysans ont développé les cultures du maïs et du trèfle pour répondre aux besoins alimentaires et aux besoins fourragers, sans véritablement modifier la culture cotonnière qui leur était imposée (figure 3, évolutions 1950-1975-1990).

En deux périodes précises, de 1890 à 1915 et de 1965 à 1985, les nouveaux moyens d'arrosage les ont conduits aux points limites de la salinisation par la remontée des nappes phréatiques. Malgré certains avertissements, l'État, à travers le Service des irrigations, a consacré les ressources financières nécessaires à la mise en place du réseau de drainage, avec un retard dû en partie à la difficulté d'appréhender l'origine du phénomène, son ampleur et les moyens d'y remédier.

L'intensification agricole est telle que le problème de la préparation des terres est devenu un point crucial de gestion des exploitations. En confiant cette opération aux entrepreneurs, les agriculteurs du delta ne seront-ils plus que des « semeurs » et des loueurs de pompe pour sur-irriguer leur champ ? Le réseau de drainage modernisé aura-t-il la capacité de retirer les surplus de l'arrosage gravitaire, ou bien les usagers de l'eau devront-ils rechercher avec l'administration publique des formes plus économes de gestion de l'eau ? Faute de résoudre la question du partage de l'eau dans les réseaux du delta, les mailles hydrauliques situées en amont des canaux secondaires pourraient évoluer vers une surconsommation en eau avec des conséquences connues – l'engorgement, la réduction et la salinisation des sols – tandis que les mailles d'aval connaîtraient un déficit chronique.

Dans la mesure où les nouvelles terres aménagées dans le désert ou gagnées sur le nord du delta demandent chaque année plus de dotations en eau, la raréfaction de l'eau devient un problème d'actualité*.

Plus généralement, le cas égyptien montre que la salinisation des terres résulte de deux phénomènes associés au plan régional, dans un bassin ou une portion de bassin versant aménagé.

• D'abord, un front de colonisation de terres nouvelles à la périphérie d'une zone anciennement aménagée : cette extension s'opère le plus souvent vers les terrasses alluviales les plus basses et leur mise en valeur consiste à les lessiver pendant plusieurs années, ce qui signifie une décision hydraulique d'affectation de grandes dotations en eau douce vers ces secteurs gagnés à l'agriculture, parfois au détriment de l'alimentation de la zone plus anciennement aménagée. Parfois, l'extension s'opère vers les terres hautes et désertiques. Dans tous les cas, le drainage s'avère déficient, soit par l'absence de drains, soit par le manque d'ajustement du réseau de drai-

* Cependant, pour relativiser ce propos, il faut signaler une évolution dangereuse pour le futur agricole, dans certaines zones du delta : le risque de stérilisation des sols ne vient plus de la montée de la nappe phréatique mais de la disparition de la couche arable, vendue aux briqueteries traditionnelles, qui doivent répondre aux besoins croissants de l'urbanisation des campagnes.

nage de la zone ancienne qui est mis à contribution, soit par l'inefficacité de la maintenance des drains, soit encore par la création d'un front supplémentaire de colonisation des terres avec réutilisation des eaux de drainage sous des formes illégales mais le plus souvent tolérées par les pouvoirs publics. Ces dysfonctionnements conduisent inéluctablement à la remontée de la nappe phréatique et à un processus régional de salinisation. Le remède consiste alors à retrouver une adéquation entre l'irrigation et le drainage par de lourds investissements publics.

- Ensuite, une profonde modification des accès à l'eau et des besoins en eau dans la zone anciennement aménagée. Deux phénomènes se combinent : l'effet des réaffectations autoritaires de l'eau vers les zones périphériques, mais aussi la dynamique des systèmes de productions qui évoluent, se différencient. La stratification des unités de production agricole et leur intégration au marché, la segmentation extrême des parcelles et des droits d'eau, le lien social de moins en moins fort entre les usagers de l'eau expliquent la transformation du vieux terroir hydraulique en une mosaïque de champs, où se combinent des formes intensives et extensives de production agricole avec des besoins en eau radicalement différents, aussi bien en terme de dotations (lame d'eau à appliquer à chaque arrosage) qu'en terme de fréquence d'arrosage. Ces évolutions conduisent à une salinisation en auréoles locales, une sorte de paysage tigré. Le remède est bien plus complexe à échafauder, puisqu'il met en jeu les règles internes de partage de l'eau entre les usagers, la cohésion sociale autour de l'appropriation des ouvrages hydrauliques et l'équité du partage des charges de la maintenance hydraulique, en particulier pour l'entretien des drains.

À cette dynamique complexe des transferts d'eau et de sels entre terroirs anciennement aménagés et terroirs neufs, s'ajoute la question des pollutions chimiques et biologiques résultant de l'industrialisation de l'agriculture, de l'urbanisation galopante des villes mais aussi des villages dans les pays irrigués, et de leur implication sur la santé publique.

Rendre compte de l'impact économique des mesures de désalinisation n'était pas l'objet de cette contribution. La construction d'un modèle économique comparant les avantages et les charges récurrentes de tels investissements est possible dans le cas d'un terroir neuf circonscrit ou bien d'une maille hydraulique isolée ancienne à assainir. Mais toute la difficulté réside dans l'appréhension du phénomène sur des terroirs hydrauliques anciens et récents, juxtaposés et dépendants les uns des autres.

Résumé

La vallée du Nil peut être présentée comme une immense oasis dont l'existence dépend de la gestion d'une unique source hydraulique, partagée tout au long des segments de vallées et des quartiers du delta. Durant 5 000 ans, l'alternance d'inondation et d'assèchement en profondeur des sols argileux permettait de drainer les sels alluviaux, condition primordiale de maintien de la fertilité. Le début des aménagements d'irrigation pérenne est contemporain. Dès 1820-1830, l'administration centrale dirigée par Mohammed Ali concentre ses efforts sur l'étiage du Nil et réoriente les canaux d'épandage de crue en canaux surcreusés de répartition des basses eaux du Nil, afin d'obliger les communautés paysannes à cultiver une nouvelle plante : le cotonnier.

À la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, une crise majeure touche la culture cotonnière et doit être imputée essentiellement à deux phénomènes concomitants : la salinisation des terres irriguées et le développement des parasites. Dans les années 1900-1920, Audebeau rend compte de ses expériences relatives à l'influence de la nappe souterraine sur les cultures. Pendant près d'un siècle, l'irrigation avait été pratiquée sans aucun réseau de drainage artificiel. À la suite de ces observations, l'État met en place un vaste réseau de drains à ciel ouvert. Après l'édification du Haut Barrage d'Assouan en 1964, l'intensification culturale entamée au XIX^e siècle se poursuit avec la généralisation de la double culture annuelle. Encore une fois, l'effort des aménagistes sur l'irrigation se traduit par un retard sur le drainage devenu très insuffisant. Il faut attendre les années 80 et 90 pour voir le drainage réajusté à l'intensité des apports en eau.

Des enseignements utiles sur les risques de salinisation peuvent être dégagés pour comprendre ce qui peut advenir dans d'autres régions irriguées du monde.

Summary

The Nile Valley can be thought of as an immense oasis whose existence depends on single water resource and shared along the length and breadth of the valley and its delta. For 5,000 years, the silt deposited by flooding and draining has provided the vital elements for soil fertility.

Long-term irrigation systems are recent phenomena. From 1820 to 1830, the Egyptian government decided to tackle the Nile's low water level, and turned flood distribution into an irrigated system to force peasant communities to grow a new crop: cotton.

At the turn of the 20th century, cotton went through a major crisis. The two main reasons were salinisation of the irrigated land and the growth of parasites. For nearly a century, irrigation has been done with virtually no artificial drainage network. Following Audebeau's reports on his experiments on the influence of water tables on the crops (from 1900 to 1920), the State set up an immense open-drainage network.

With the completion of the Aswan Dam in 1964, agriculture – increasingly intensified since the 19th century – took a new turn with the practice of twice-annual cropping. Once again, the irrigation planners' work fell short in terms of drainage. It was not until the eighties and nineties that drainage became balanced with water input.

To understand what could happen in other irrigated parts of the world, the Nile Valley offers some useful lessons on the risks of salinisation.