

3. Studies in Rural-urban Interaction. *Edgar Kant*: Umland Studies and Sector Analysis. — *Sven Godlund*: Bus Services, Hinterlands, and the Location of Urban Settlements in Sweden, specially in Scania. — *Karl Erik Bergsten*: Variability in Intensity of Urban Fields as illustrated by Birth-places. — *Torsten Hägerstrand*: Migration and the Growth of Culture Regions. (1951). Out of print.
4. *Torsten Hägerstrand*: The Propagation of Innovation Waves. (1952). 3:— Sw. Kr.
5. *Folke Lågnert*: The Electorate in the Country Districts of Scania 1911—1948. (1952). Out of print.
6. *Sven Godlund*: Ein Innovationsverlauf in Europa, dargestellt in einer vorläufigen Untersuchung über die Ausbreitung der Eisenbahninnovation. (Résumé: Un processus d'innovation en Europe, exposé par une recherche préliminaire sur la propagation des innovations des chemins de fer). (1952). 3:— Sw. Kr.
7. *Elis Pålsson*: Gymnasiums and Communications in Southern Götaland. (1953). Out of print.
8. *Olof Nordström*: Die Beziehungen zwischen Hüttenwerken und ihrem Umland in Südschweden von 1750—1900. (1953). Out of print.
9. *Bertil Wendel*: A Migration Schema. Theories and Observations. (1953). Out of print.
10. *Olof Nordström*: Verteilung der Altersklassen und Geschlechter in den verschiedenen Gesellschaftsgruppen im südöstlichen Schweden von 1800—1910. (1953). 4:— Sw. Kr.
11. *Reino Ajo*: Contributions to "Social Physics". A Programme Sketch with Special Regard to National Planning. (1953). 5:— Sw. Kr.
12. *David Hannerberg*: Die älteren Skandinavischen Ackermasse. Ein Versuch zu einer zusammenfassenden Theorie. (1955). 5:— Sw. Kr.
13. Migration in Sweden. A Symposium. Edited by *David Hannerberg*, *Torsten Hägerstrand* and *Bruno Odeving*. (1957). 30:— Sw. Kr.
14. *Gunnar Kulldorff*: Migration Probabilities. (1955). Out of print.
15. *Reino Ajo*: An Analysis of Automobile Frequencies in a Human Geographic Continuum. (1955). 4:— Sw. Kr.
16. *Gösta Ahlberg*: Population Trends and Urbanization in Sweden 1911—1950. (1956). 5:— Sw. Kr.
17. *Sven Godlund*: Bus Service in Sweden. (1956). Out of print.
18. *Sven Godlund*: The Function and Growth of Bus Traffic within the Sphere of Urban Influence. (1956). Out of print.
19. *Olof Nordström*: Pendelwanderungen in die Industriorte in Südschweden 1750—1955. Eine Studie über die Möglichkeiten der Fabriken die Reservearbeitskraft des Umlandes auszunutzen. (1958). 5:— Sw. Kr.
20. *David Hannerberg*: Schonische „Bolskiften“. (1960). 5:— Sw. Kr.
21. *Sven Godlund*: Population, Regional hospitals, Transport facilities, and Regions. Planning the Location of Regional Hospitals in Sweden. (1961). 10:— Sw. Kr.

QUELQUES POINTS DE VUE COMPARATIFS
SUR LES PROBLÈMES D'IRRIGATION DANS
LES TROIS OASIS LIBYENNES DE BRÂK, GHA-
DAMÈS ET PARTICULIÈREMENT MOURZOUK

PAR

LARS ELDBLOM



1961

THE ROYAL UNIVERSITY OF LUND, SWEDEN
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

LARS ELDBLOM:

QUELQUES POINTS DE VUE COMPARATIFS SUR LES PROBLÈMES D'IRRIGATION DANS LES TROIS OASIS LIBYENNES DE BRÂK, GHA- DAMÈS ET PARTICULIÈREMENT MOURZOUK

Cet article est le résumé d'une partie des matériaux réunis en vue d'un diplôme de licence au cours des recherches que j'ai faites en hiver 1957—58 dans les oasis libyennes de Mourzouk, Brâk et Ghadamès. L'article a pour but de mettre en évidence quelques problèmes, qui en bref peuvent être formulés ainsi:

- A. Comment la méthode d'irrigation influence-t-elle la structure de l'oasis?
- B. Quelles sont les possibilités d'une augmentation du rapport des cultures dans les oasis?

INFLUENCE DE LA MÉTHODE D'IRRIGATION SUR LA STRUCTURE DE L'OASIS

Il n'est pas question dans ce travail de donner une description détaillée du système fonctionnel des différentes méthodes d'irrigation — elles ont été étudiées à fond par des chercheurs français¹ — mais plutôt d'étudier l'influence des méthodes sur la forme prise par l'agriculture et les aspects extérieurs des agglomérations d'oasis. Un bref aperçu des systèmes employés dans les trois oasis est cependant nécessaire. L'eau peut être obtenue d'une des façons suivantes:

1. En utilisant la nappe phréatique au moyen de
 - a) puits (Mourzouk)
 - b) foggaras (Tunin, Ghadamès)

¹ R. CAPOT-REY: Le Sahara Français; Paris 1953.

J. LETHIELLEUX: Le Fezzân, ses jardins, ses palmiers; Tunis 1948.

J. DESPOIS: Mission Scientifique du Fezzân; Paris 1946.

2. Par des sources artésiennes naturelles (Brâk, Ghadamès)
3. Par des puits artésiens (Brâk, Ghadamès)²

Cette classification montre, à l'égard de la méthode d'irrigation, qu'il s'agit, en principe, de deux types différents d'oasis: d'une part Mourzouk qui n'est irrigué que par des puits captant l'eau de la nappe phréatique, d'autre part Brâk et Ghadamès qui sont irrigués aussi bien par des sources artésiennes naturelles que par des puits artésiens.

Je veux d'abord attirer l'attention sur la difficulté qu'il y a à obtenir des matériaux statistiques exacts en ce qui concerne ces oasis. La plupart du temps cela s'est révélé tout à fait impossible. On trouve un certain nombre de données sur les puits et les cultures dans les ouvrages déjà cités de DESPOIS et de LETHIELLEUX,¹ ainsi que dans un ouvrage du géographe italien E. SCARIN,³ et je me suis servi dans certains cas de ces indications pour donner une idée approximative de la régression, de la stagnation ou de la progression de ces oasis. J'ai dû en outre consacrer beaucoup de temps à recueillir des indications sur place pour pouvoir dresser une statistique assez étendue. Les recherches ont porté surtout sur l'oasis de Mourzouk et forment la base de ce travail, tandis que les recherches touchant à Brâk et Ghadamès servent seulement de matériaux de comparaison.

MOURZOUK

Le système employé sans exception dans la cuvette de Mourzouk est l'utilisation de la nappe phréatique à l'aide de puits; il n'existe ni sources artésiennes ni puits artésiens. La législation des eaux (le droit coutumier) est la plus simple possible: celui qui a creusé un puits devient propriétaire de l'eau qu'il fournit et de la surface de terre qui peut être irriguée par cette eau. Un caractère général des cultures est qu'un jardin est toujours irrigué par un puits; le nombre de jardins est donc identique au nombre de puits.⁴ Le nom de «jardins» (ar.: *sania*, pl. *souâni*) donné à ces cultures est justifié par le fait qu'elles ne sont pas labourées au moyen de charrues, mais bêchées; c'est donc

² K. BORN: Die Oasen der Sahara; Geog. Rundschau, avril 1951.

³ E. SCARIN: Le oasi del Fezzân; Bologna 1934.

⁴ Ceci comporte une modification. On trouve un petit nombre de puits provisoirement abandonnés qui ne sont pas utilisés pour l'irrigation des jardins. C'est ainsi qu'il existe à Mourzouk 11 dalou-I et 9 dalou-II non utilisés. La superstructure des puits subsiste mais l'outre et la poulie de bois ont été enlevés.

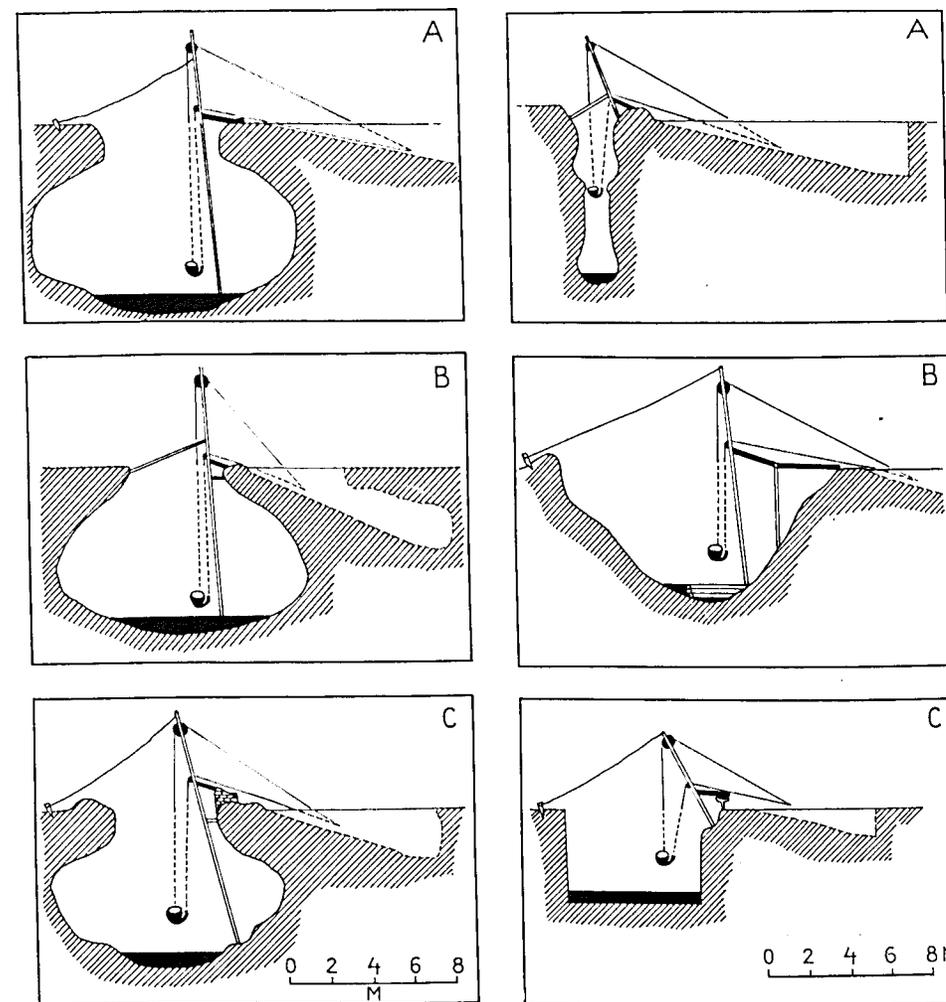


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. Différents types de puits à dalou, tous soi-disant «puits à pot» (pot=arab.: *bagoul*). Ils sont toujours creusés dans la roche compacte et très évidés de tous côtés.

Fig. 2. Différents types de puits à dalou. A.: un puits à bagoul pas encore développé, creusé dans la roche compacte. B et C.: puits à dalou creusés dans le sable, B dans le sable très mou, C dans le sable plus compact.

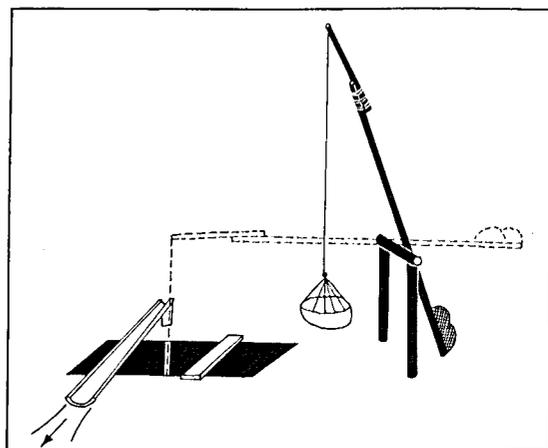


Fig. 3. Khettara d'après DESPOIS (p. 143).

plutôt du jardinage qu'une culture intensive, quoique la plus grande partie de la surface cultivée soit utilisée pour la production de céréales.

Types de puits.

Les types de puits qui se rencontrent à Mourzouk et dans les petites oasis voisines sont au nombre de trois:

1. Puits à dalou.
2. Khettara.
3. Pompes à Moteur.

Dans un puits à dalou l'eau est puisée dans une outre (ar.: *dalou*) en peau de chèvre. (Quant à la superstructure du puits voir fig. 1 et 2). Le volume de cette outre peut être assez variable mais elle contient en général entre 15 et 25 litres. Suivant la capacité du puits la superstructure peut être munie de 1, 2 ou 3 outres (en conséquence je les nomme dans l'article dalou-I, dalou-II et dalou-III). Le plus souvent les outres sont tirées par des ânes, conduits par des tireurs d'eau (ar.: *jebbad*).

Khettara est le nom généralement donné aux puits à balancier au Fezzân (fig. 3). A Mourzouk et aux environs, on les nomme aussi souvent «*akkaz*». Ces khettara ou akkaz ont le même type de construction que les puits à balancier égyptiens, les chadoufs, mais se rencontrent partout au Sahara sous des dénominations différentes.

Les pompes à moteur sont d'apparition relativement récente au Fezzân. Elles sont en général installées dans des jardins précédemment irrigués par des puits à dalou-III.

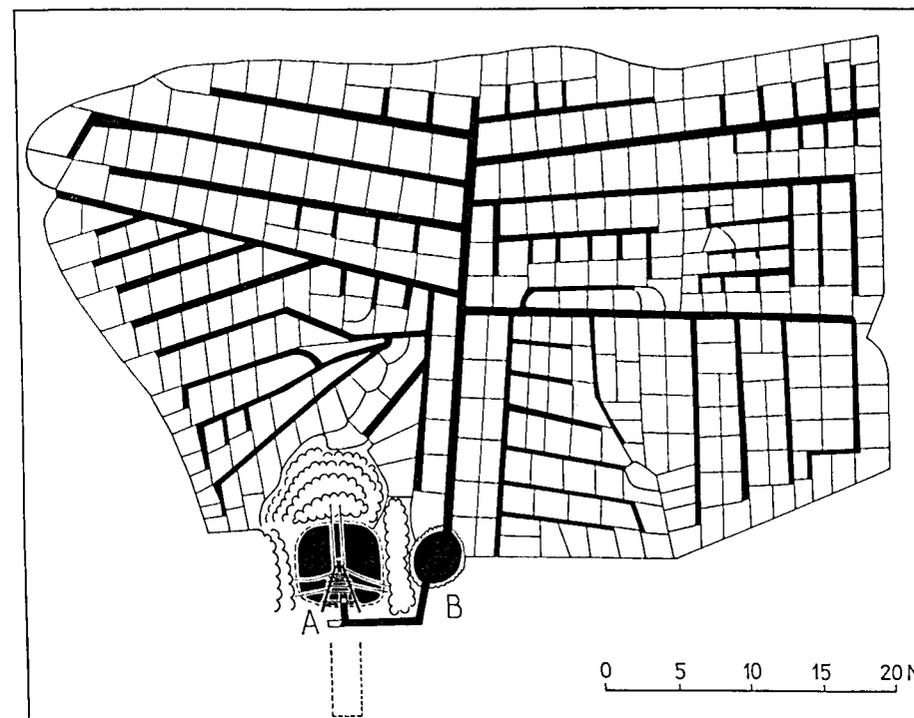


Fig. 4. Jardin avec des canaux d'irrigation. A.: puits à dalou-I. B.: réservoir d'eau (arab.: *jabia*).

Les puits profonds et riches en eau sont toujours exploités selon le système dalou ou dans des cas particuliers avec une pompe à moteur, tandis que les puits peu profonds et pauvres en eau ont un khettara.

JARDINS

Les statistiques exactes faisant presque complètement défaut, il a été pour moi absolument nécessaire d'abord d'effectuer un compte et une cartographie de tous les puits et jardins, et ensuite d'en faire des mesures aussi exactes que possible afin d'obtenir des matériaux statistiques à peu près satisfaisants sur lesquels baser mon investigation.

Outre le décompte des puits et des jardins j'ai considéré comme une des tâches les plus importantes de calculer la superficie des différents types de jardins, ce qui était grandement facilité par la configuration de la surface cultivée. (fig. 4).

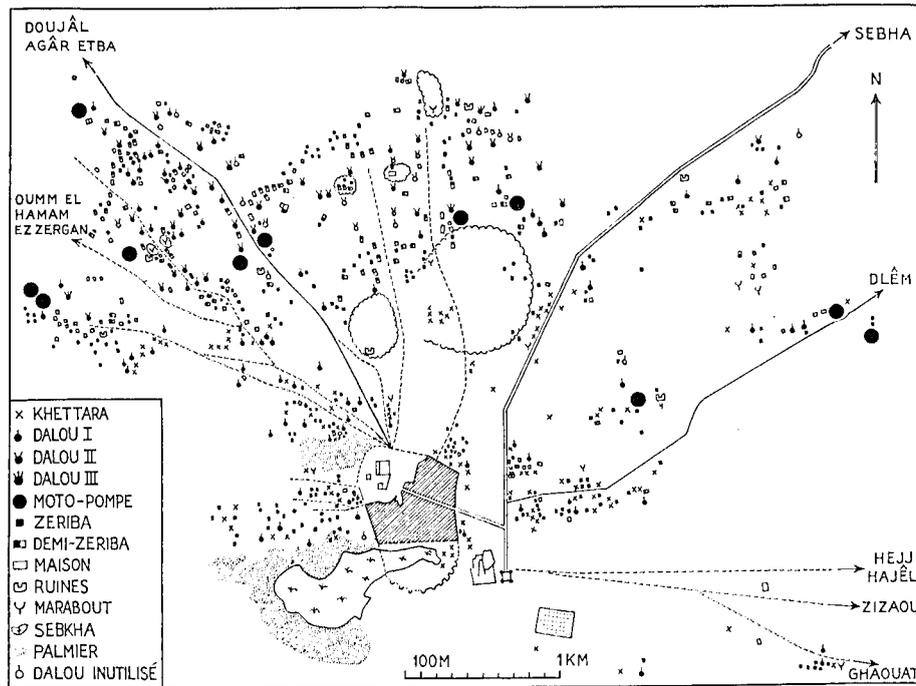


Fig. 5. Mourzouk et les hameaux avoisinants (Kaf, Bahariat, Bendelouah, Dissa et Bled Marezouk). Le plan est basé sur une photo aérienne de 1954.

Les résultats que je donne dans cette étude concernent seulement les cultures hivernales, surtout de froment et d'orge, mais aussi de carottes, de raves et de luzerne. Les cultures estivales de millet et de durra, qu'on sème immédiatement après la récolte de froment et d'orge au mois de mai et sur la même superficie que les récoltes d'hiver, ne couvrent selon DESPOIS¹ (p. 153) qu'à peine la moitié de la superficie des cultures d'hiver.

Pour calculer la superficie cultivée d'un jardin, il était nécessaire de connaître le nombre des planches rectangulaires ou carrées du jardin, ainsi que leur superficie moyenne exprimée en m². Comme ces rectangles ou carrés (ar.: *jedaouel*) n'ont jamais exactement la même surface, il a été nécessaire d'exécuter un très grand nombre de mesures pour chaque jardin pour obtenir une valeur moyenne exacte.

Le nombre total des jardins de Mourzouk et des petits villages avoisinants (Bled Mourzouk) est de 243, dont 123 sont irrigués par des dalou (85 dalou-I, 35 dalou-II et 3 dalou-III), 109 par des khattara

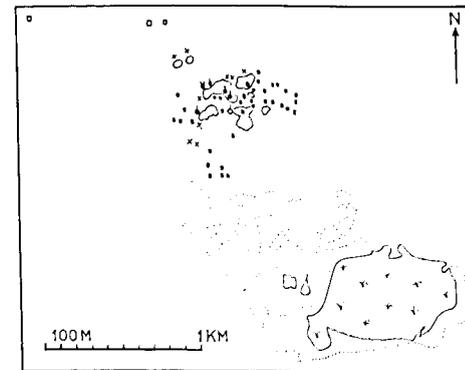


Fig. 6. Ghaouât.

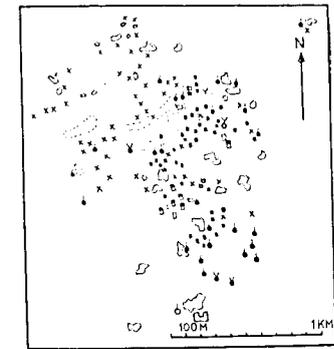


Fig. 7. Hejj Hajël.

et 11 par des pompes à moteur. C'est sur ces chiffres que sont basés mes calculs de la superficie cultivée de Bled Mourzouk fig. 5 (les hameaux de Kaf, Bahariat, Bendelouah, Dissa et Bled Marezouk), mais aussi des environs de Mourzouk fig. 6, 7, 8 et 9 (Umland de Mourzouk: les oasis de Ghaouât, Hejj Hajël, Dlêm et Zizâou), étant donné que les conditions de culture, le caractère des puits et leur capacité y sont les mêmes qu'à Bled Mourzouk.

En partant de ces calculs j'ai obtenu les valeurs moyennes suivantes pour les différents types de jardins:

	Pompes à moteur	Dalou III	Dalou II	Dalou I	Khattara
Valeur moyenne pour le nombre des jedaouel	1976	1998	1467	826	125
Valeur moyenne pour un jedaouel (m ²)	8,4	5,1	3,7	2,8	2,0
Valeur moyenne pour la surface totale (m ²)	16600	10192	5487	2329	248

Pour ce qui est du nombre moyen des jedaouel, il faut remarquer qu'un jardin irrigué par un dalou-III a plus de jedaouel qu'un jardin irrigué à l'aide d'une pompe à moteur. La capacité supérieure de la pompe a rendu possible une irrigation plus abondante et plus continue, ce qui entraîne la possibilité d'avoir des planches sensiblement plus grandes. DESPOIS et LETHELLEUX¹ donnent une valeur moyenne pour ces dernières de 3 m². En réalité leur superficie est très variable, allant de 2m² (khattara) à 8,4 m² (pompe à moteur), avec des valeurs minima et maxima de 1,2 m² et 10 m².

La valeur moyenne de la superficie totale d'un jardin irrigué à l'aide d'un khattara est très faible, seulement 2,5 ares, avec valeur minimum de 1,25 are et valeur maximum de 4,9 ares (ces chiffres sont confirmés par DESPOIS,¹ p. 144).

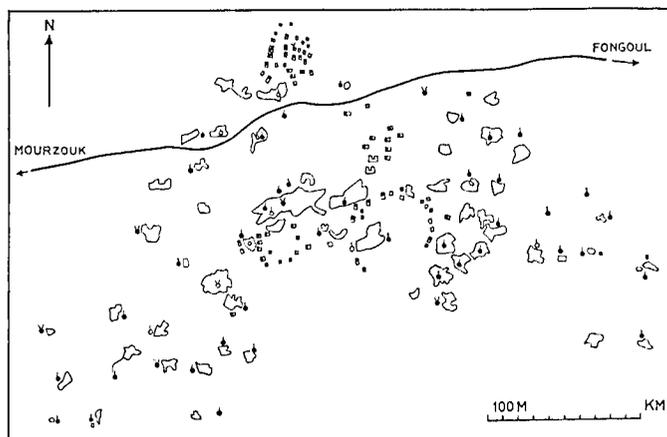


Fig. 8. Dlêm.

Les valeurs moyennes pour les dalou-I, -II, -III et pour les pompes à moteur sont de 23,3, 54,9, 101,9 et 166 ares.

Si on applique un calcul purement mathématique, un dalou-II devrait pouvoir irriguer une superficie deux fois plus grande qu'un dalou-I, un dalou-III une superficie 3 fois plus grande et une pompe à moteur une superficie au moins 4 fois plus grande qu'un dalou-I. Ce n'est cependant pas le cas; la surface cultivée n'est pas seulement doublée, triplée ou quadruplée, mais elle est encore beaucoup plus importante, (l'excédent de surface pour les dalou-II, dalou-III et pompe à moteur de 8,3, 32,0 et 72,8 ares); c'est un résultat naturel de l'intensification et de la mécanisation de l'irrigation.

Le rapport entre les superficies moyennes des différents types de jardins (fig. 10) montre une montée continue du jardin à khattara au jardin à pompe à moteur. Exprimé en chiffres, le rapport entre la superficie d'un jardin irrigué à l'aide d'un khattara et celle d'un jardin irrigué par les autres puits est le suivant:

Dalou-I	:	9	fois	plus	grand	que	khattara
Dalou-II	:	22	»	»	»	»	»
Dalou-III	:	41	»	»	»	»	»
Pompe à m.	:	67	»	»	»	»	»

D'après les statistiques sur le nombre de puits et l'évaluation de la surface moyenne des différents types de jardins, Mourzouk avec ses environs (fig. 5—9) présente une surface cultivée d'un peu plus de 100 ha (Mourzouk à peu près 63 ha, environs de Mourzouk, c'est-à-dire les oasis de Ghaouât, de Hejj Hajêl, de Dlêm et de Zizâou, à peu

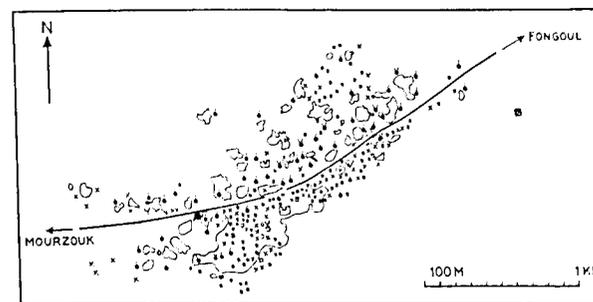


Fig. 9. Zizâou.

près 41 ha). On peut noter que les 11 pompes à moteur, qui ne représentent que 4,5 % des puits de Mourzouk, irriguent près de 29 % de la surface cultivée, et que les 5 puits à dalou-III arrosent une plus grande surface que les 109 petits puits à khattara. Dans les environs de Mourzouk on ne trouve ni dalou-III ni pompes à moteur, ce qui a pour conséquence que c'est le système dalou qui domine, en particulier les dalou-I avec 70,5 % de la totalité de la surface cultivée. (fig. 11 et 12).

Dans tout le territoire de Mourzouk, la nappe d'eau phréatique se trouve à une profondeur de 2 à 11 mètres, et la répartition et l'extension des différents types de puits sont extrêmement inégales. Cette différenciation de puits à dalou et puits à khattara, particulièrement nette à Mourzouk (voir fig. 13 et 14), dépend justement de la différence de profondeur que doivent avoir les puits pour atteindre la nappe phréatique. Le sol s'incline faiblement du nord au sud, descendant vers l'agglomération de Mourzouk située au bord d'un sebkha où l'eau apparaît à la surface du sol. Les puits à khattara n'existent que dans le sud de l'oasis, là où la nappe d'eau se trouve à une profondeur de 2 à 5 mètres, tandis que les puits à dalou et les pompes à moteur dominent dans la partie septentrionale où la nappe s'étend à une profondeur variant de 5 à 11 mètres.

On peut trouver tout naturel que les cultivateurs indigènes ne placent pas leurs jardins trop près les uns des autres: d'une part, parce qu'une trop forte concentration de puits sur un espace limité pourrait amener une réduction importante de la capacité des puits, d'autre part, parce que les cultivateurs désirent se réserver un terrain cultivable aussi étendu que possible autour du puits, ce qui permet une rotation de 3, 4 ou 5 ans qui atténue l'épuisement de la terre. L'oasis de Dlêm (fig.

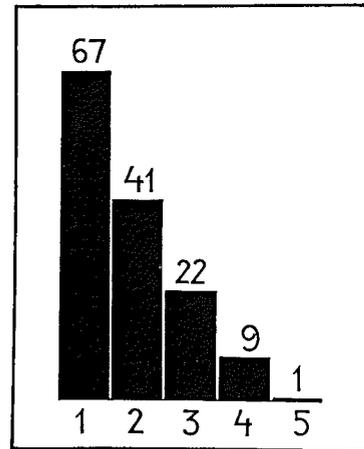


Fig. 10.

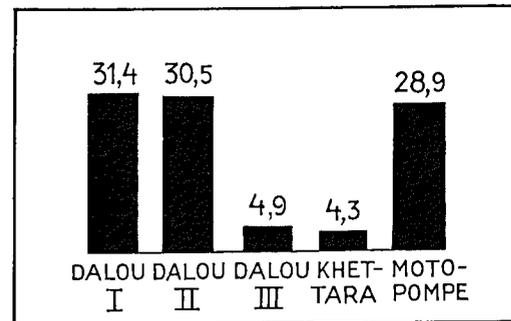


Fig. 11.

Fig. 10. Le rapport entre les superficies moyennes des différents types de jardins. (1. Moto-pompe; 2. dalou-II; 3. dalou-II; 4. dalou-I; 5. khattara.

Fig. 11. La répartition de la superficie cultivée totale des différents types des jardins, exprimée en pourcentage. *Bled Mourzouk*: (Quart. ext. de Mourzouk, Kaf, Bahariat, Bendelouah, Dissa et Bled Marezouk).

8) est l'exemple le plus marquant de cette discontinuité des jardins. Le plus souvent les cultures sont situées dans le voisinage immédiat de l'habitat; ce n'est cependant pas le cas pour Dlêm où les jardins les plus périphériques sont situés à plus d'un km des constructions les plus proches. Il est également intéressant de noter que les puits à khattara font complètement défaut à Dlêm, la nappe phréatique s'étendant à une trop grande profondeur (5—11 mètres) pour que les khattara soient utilisables avec profit.

Il ressort très nettement des croquis des jardins et des habitats (fig. 5—9) que tous sont à peu près du même type en ce qui concerne la structure primaire. Les cultures sont en général plus ou moins éloignées les unes des autres, quoique toujours à l'intérieur d'un territoire limité, car la dispersion intercalaire d'un habitat entouré de ses champs entre les hameaux, telle que nous la connaissons en Europe, n'existe pas. Cette disposition des terrains cultivés tire sans aucun doute son origine de la méthode d'irrigation, c'est-à-dire ici de l'utilisation de la nappe phréatique à l'aide de puits.

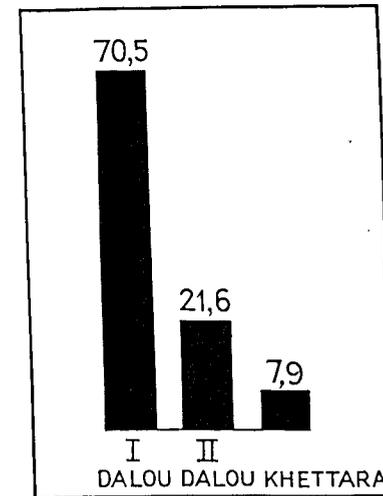


Fig. 12. La répartition de la superficie cultivée totale des différents types de jardins, exprimée en pourcentage. *Umland de Mourzouk*: (Ghaouât, Hejj Hajël, Dlêm et Zizâou).

BRÂK

Contrairement à celle de Mourzouk, l'oasis de Brâk ne possède pas de puits allant chercher l'eau de la nappe phréatique: elle est exclusivement arrosée par 2 sources artésiennes — qui ont d'ailleurs donné naissance à l'oasis — et 2 puits artésiens récemment construits. Brâk peut se diviser en deux parties présentant des caractères différents: 1. l'oasis primitive avec ses deux sources artésiennes, Ain el Gasr et Ain Obrou, 2. les nouvelles cultures arrosées à l'aide des deux puits artésiens Ain el Bsanti et Ain Temnia (voir fig. 15).

Le territoire de l'oasis primitive est nettement délimité et couvre une surface totale de 105 ha environ, c'est-à-dire une superficie à peu près égale à celle des terrains cultivés de Mourzouk. Ces contours très marqués sont une conséquence naturelle de l'irrigation provenant exclusivement d'un nombre restreint de sources artésiennes. Il s'agit pour les propriétaires de l'oasis de faire rendre le sol au maximum à l'intérieur de la superficie d'irrigation de la source, ce qui a pour conséquence que les cultures se touchent dans la plus grande mesure possible au lieu de laisser entre elles des terres incultes. Les limites des jardins sont parfois marquées par des clôtures faites en branches de palmier entrecroisées (arabe: *jerid*). La nécessité d'employer au maximum tout le terrain cultivable a pour conséquence que la culture est soumise à une rotation de 2 ans et non de 3, 4 ou 5 ans comme à Mourzouk. Le résultat est un épuisement accentué de la terre qui ne donne que de

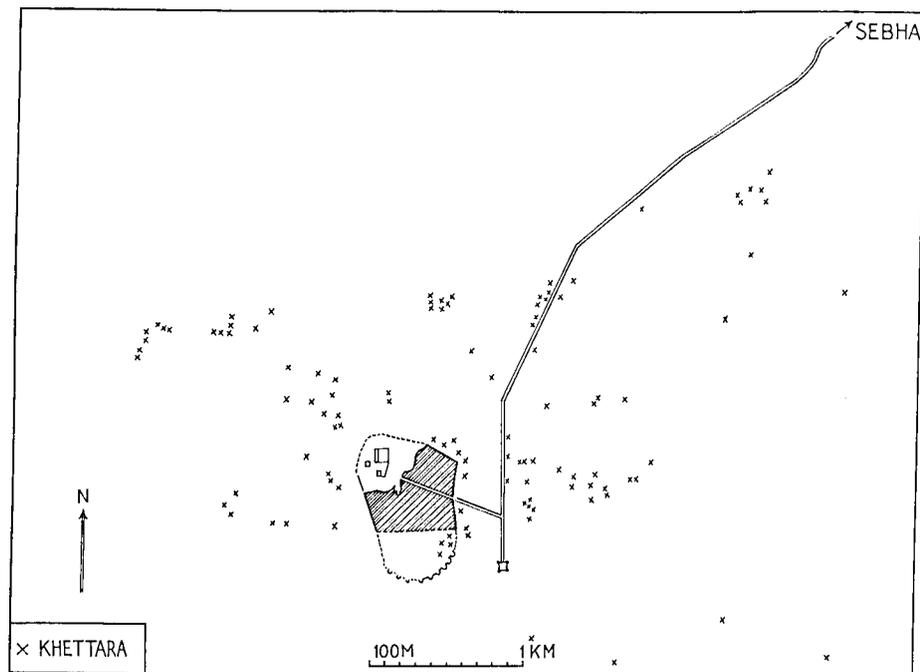


Fig. 13. La répartition des khettara autour de Mourzouk.

très mauvaises récoltes. Sur la superficie de 105 ha au total des vieilles cultures, il n'y a que 50 ha environ qui sont cultivés chaque hiver, tandis que l'autre moitié est en jachères. Sur ces 50 ha, les cultures arrosées de Ain el Gasr en occupent 40 au minimum, celles de Ain Obrou à peine 10.

Une comparaison entre d'une part les jardins arrosés par le système dalou dans le territoire de Mourzouk, d'autre part les cultures de Brâk, montre que ces dernières sont de qualité nettement inférieure. Une des raisons de cet état de choses est sans doute la moins bonne qualité des terres de Brâk, mais un autre facteur essentiel des mauvais résultats obtenus dans cette oasis semble bien être tout simplement l'insuffisance de l'irrigation. Un exemple suffit à illustrer cela.

Un dalou a une capacité moyenne d'une vingtaine de litres et peut se vider deux fois par minute, ce qui fait 40 litres par minute ou 2.400 litres en une heure. La capacité d'un puits à dalou varie, mais en moyenne on doit pouvoir tirer de l'eau 6 heures par jour environ, ce qui donne une capacité d'environ 14.000 litres par jour.

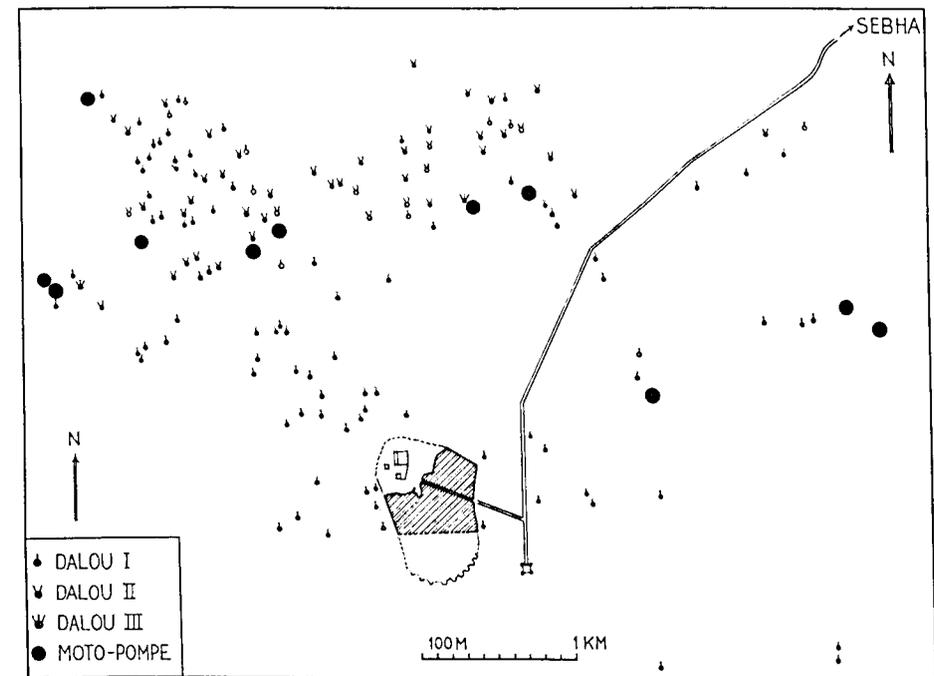


Fig. 14. Le répartition des puits à dalou et des pompes à moteur autour de Mourzouk.

A Brâk, Ain el Gasr donne 1.080.000 litres par jour (750 litres à la minute) et pourrait donc arroser — si on considère seulement la capacité quotidienne — une superficie 75 fois plus grande qu'un puits à dalou, c'est-à-dire 17 ha. Or Ain el Gasr irrigue plus de 40 ha. Il est donc évident que l'arrosage y est insuffisant.

Le trait le plus caractéristique de Brâk est la combinaison de l'arboriculture du palmier-dattier et de la culture des céréales sur le même terrain. Il existe bien des palmiers dans les cultures du territoire de Mourzouk, mais ils sont en général très éparpillés, soit à côté soit à l'intérieur des cultures, et ce n'est que lorsque celles-ci sont plus concentrées, comme par exemple à Zizâou (fig. 9) qu'on peut voir des plantations plus denses de palmiers, ceux-ci pouvant profiter de l'irrigation plus intense de la terre.

Dans les cultures les plus anciennes de Brâk, cette combinaison a atteint son maximum: le terrain cultivé est «saturé» de palmiers qui constituent une palmeraie d'un seul tenant, un «îlot de palmiers». Ceux-ci, debout au milieu des cultures, tirent profit de l'irrigation, ce

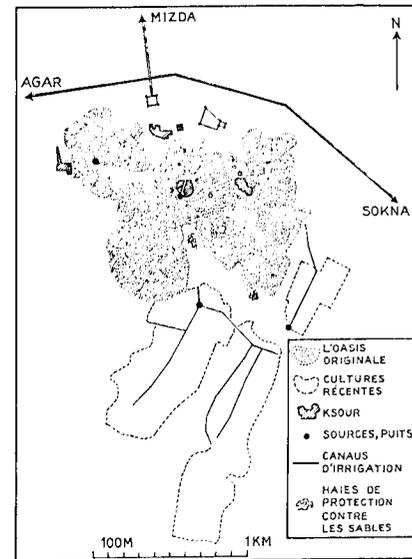


Fig. 15. Brâk (d'après une photo aérienne de 1954).

qui entraîne des récoltes de dattes sensiblement plus abondantes que par exemple dans les palmeraies non irriguées autour des sebkhas, ou sur les palmiers isolés qui poussent autour des petites cultures dispersées du territoire de Mourzouk. Un autre avantage est que, en même temps qu'ils tirent profit de l'eau, ils ombragent les cultures d'orge.

Le contour extérieur de l'oasis est ainsi très marqué, ce qui n'est pas le cas pour les oasis arrosées par l'eau de la nappe phréatique de Mourzouk, et ne se modifie que peu ou pas du tout tant qu'il n'existe aucune possibilité d'utiliser de nouvelles sources ou de nouveaux puits, comme cela a été le cas à Brâk où les puits artésiens ont rendu possible la création de nouvelles cultures d'un caractère différent des anciennes. Ces nouveaux jardins ne possèdent pas encore un nombre important de palmiers, et le contraste avec l'oasis primitive est marquant.

GHADAMÈS

La ressemblance entre Ghadamès (fig. 16) et Brâk est frappante: la création de ces deux oasis tient à l'existence d'une source artésienne naturelle; toutes deux, grâce au forage récent de nouveaux puits artésiens, ont été dotées d'importantes cultures nouvelles, et toutes deux présentent cette combinaison intime de palmiers et de céréales sur la

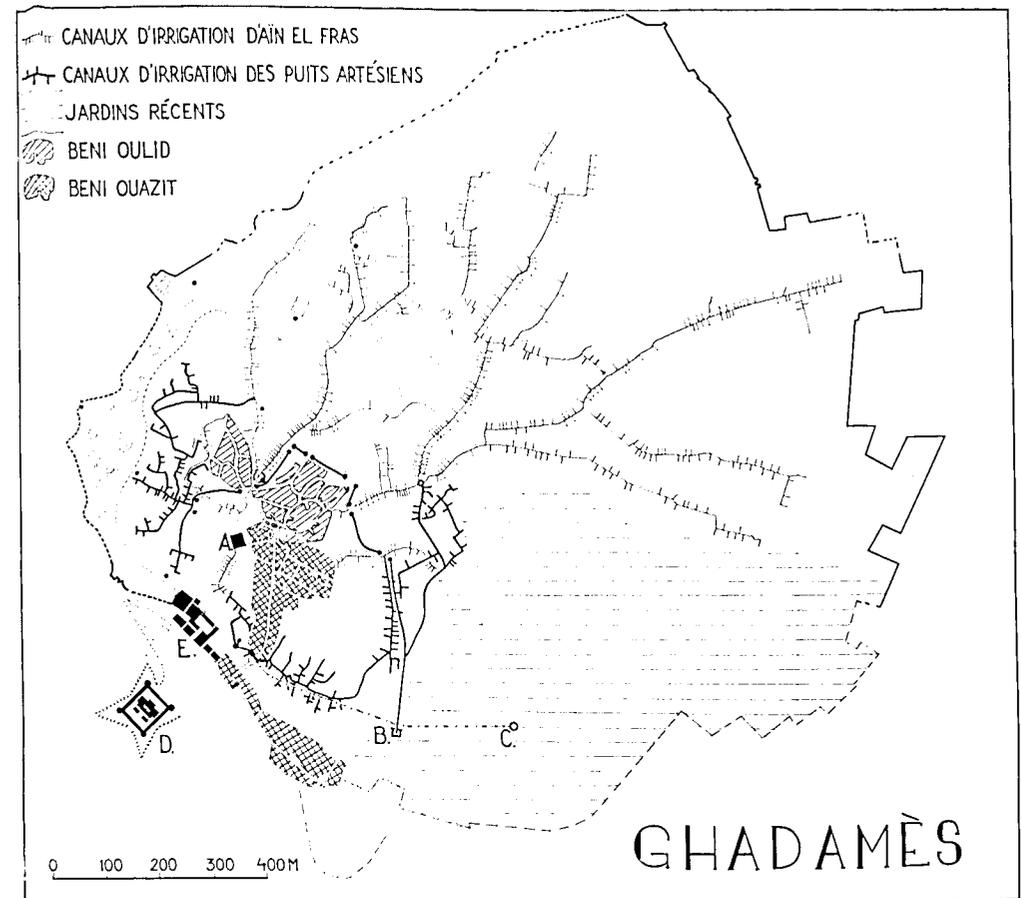


Fig. 16. Ghadamès (Plan d'après Vatonne et de Polignac, Mission de Ghadamès 1863.). A. Ain el Fras. B. Le puits artésien français. C. Le puits artésien italien. D. Le fort. E. Le souk.

même parcelle, qui fait complètement défaut dans les petits villages du territoire de Mourzouk.

Ghadamès couvre une superficie totale de 153 ha environ d'une forme à peu près circulaire. Les vieilles cultures, qui à l'heure actuelle ne sont qu'en partie arrosées par la source artésienne Ain el Fras, occupent une superficie totale de 88 ha environ, ce qui, avec le système de culture en rotation, donne environ 40 ha de surface cultivée chaque hiver. Les nouvelles cultures, irriguées par deux puits artésiens — le puits «italien» foré en 1932 et le puits «français» de 1948 — couvrent en tout 40 ha, c'est-à-dire 20 ha de surface cultivée chaque hiver.

Contrairement à Ain el Gasr de Brâk, située pratiquement au centre du terrain qu'elle irrigue, la situation d' Ain el Frâs est nettement excentrique par rapport aux cultures qu'elle doit arroser. La raison en est d'ordre topographique. Ain el Frâs est située à un niveau très bas, et à plusieurs endroits on a été obligé «d'abaisser» les cultures, le terrain étant situé plus haut que le niveau le plus élevé atteint par Ain el Frâs. A certains endroits les cultures sont situées à 3 ou 4 mètres en contre-bas des allées qui traversent les jardins, eux-mêmes presque toujours entourés de murs d'un mètre de haut.

Grâce à la grande capacité des puits artésiens, les cultures de Ghadamès reçoivent une irrigation extrêmement abondante, comparée à celle de Brâk et de Mourzouk; les cultures y sont aussi beaucoup plus belles, disposées en carrés cultivés plus grands et plus réguliers qu'à Brâk et à Mourzouk. Les statistiques officielles donnent un nombre d'habitants de 2000 environ pour Ghadamès, ce qui donne, avec 64 ha de surface cultivée chaque hiver, environ 3,2 ares par habitant, c'est-à-dire un peu moins qu'à Mourzouk et deux fois moins qu'à Brâk. Cette infériorité est cependant à peu près compensée par les plus grandes ressources en eau d'irrigation, qui entraînent de meilleures récoltes au m².

RÉSUMÉ

La configuration des oasis est très fortement conditionnée par la méthode d'irrigation qui y est pratiquée. L'utilisation de la nappe phréatique à l'aide de puits (Mourzouk et environs) a donné aux oasis un contour plus irrégulier: les jardins se trouvent souvent à plusieurs centaines de mètres les uns des autres, tandis que les oasis arrosées par des sources ou des puits artésiens (Brâk, Ghadamès) présentent une structure plus fermée et plus compacte. Une analyse peu poussée amène facilement la croyance erronée que les oasis arrosées par des sources ou des puits artésiens donnent obligatoirement un rendement plus abondant et plus sûr que les oasis arrosées par l'eau de la nappe phréatique. Mais ce n'est pas nécessairement le cas. Des cultivateurs énergiques ayant accès à des puits privés riches en eau peuvent obtenir de très bons résultats, tandis que les cultivateurs d'une oasis pourvue d'un nombre réduit de sources ou de puits artésiens sont dépendants de la répartition forcément limitée de l'eau collective. La limitation de la superficie cultivable à l'aide de sources et de puits artésiens nécessite en

outre une culture en rotation de 2 ans, qui appauvrit le sol, tandis que dans les oasis irriguées par l'eau de la nappe phréatique, on peut grâce à la plus grande étendue du sol cultivable, pratiquer une culture en rotation de 3, 4 ou 5 ans.

POSSIBILITÉS D'AUGMENTATION DU RENDEMENT DES OASIS

Dans mon diplôme d'études supérieures j'ai comparé sous cette rubrique une étude publiée par la FAO, «Report to the Government of Libya on Agriculture, Rome 1952.», ainsi qu'une étude non publiée d'un Français, M. DOUCHEZ, «Note sur la distribution des groupes Moto-pompes au Fezzan,» avec les résultats de mes propres investigations sur Mourzouk. Je ne toucherai ici qu'aux problèmes les plus importants.

Il est inéluctable qu'un accroissement du rendement exige une amélioration des méthodes d'irrigation. Au point de vue technique un des problèmes principaux semble être de savoir s'il est préférable d'augmenter la capacité d'irrigation par de petites améliorations des méthodes archaïques indigènes, en particulier du système dalou, ou par l'introduction de moyens techniques modernes, par exemple de pompes à moteur.

Dans son étude, la FAO néglige certains problèmes essentiels, d'une importance manifestement vitale pour la solution des problèmes d'irrigation dans ces oasis arrosées à l'aide de puits sur la nappe phréatique. Une étude poussée des nappes est nécessaire pour permettre de tirer parti de la meilleure façon possible de l'eau disponible. Le forage des puits et la création des jardins ne doivent pas se faire au hasard mais au contraire être exécutés selon les directives détaillées d'un spécialiste. Outre la question du manque de coopération entre les cultivateurs pour le forage des puits et la disposition des cultures, il y a deux problèmes concernant la possibilité d'introduire des méthodes plus mécanisées pour le tirage de l'eau, qui ne sont guère examinés dans l'étude de la FAO: un problème économique et un problème psychologique.

Quelles sont les conditions requises pour qu'une pompe à moteur soit rentable? Cette simple question contient en réalité tout un complexe de questions auxquelles il est impossible de répondre en bloc sans avoir fait au préalable un examen très minutieux et très détaillé des faits. Ce problème a éveillé l'intérêt de M. DOUCHEZ qui dans son étude inédite essaie de le résoudre en établissant un schéma du rapport économique probable des jardins à dalou-I et à dalou-II. J'ai comparé ces résultats

avec ceux que j'ai moi-même obtenus pour Mourzouk. Il est malheureusement impossible d'exposer ici la façon dont les calculs ont été faits et je me contenterai de donner un bref compte-rendu des résultats.

Selon mes propres calculs sur Mourzouk, un jardin à dalou-I de grandeur normale doit donner à son propriétaire un revenu annuel net de 25 livres libyennes environ, un jardin à dalou-II, 50 livres, et un jardin à dalou-III entre 85 et 100 livres.

Il est possible pour un cultivateur d'acheter à tempérament, par l'intermédiaire du Ministère de l'Agriculture du Fezzân, une pompe à moteur à prix réduit. Le prix normal sans réduction est de 170 livres, mais les cultivateurs n'en paient que 110 qu'ils acquittent en 4 ans: 1^{er} versement: 20 livres à la livraison de la pompe, et les années suivantes 40, 25 et 25 livres.

Pour qu'une pompe à moteur soit rentable, deux facteurs sont nécessaires:

1. Présence de l'eau dans le puits
2. Possibilité d'extension de la superficie cultivée.

Il est évident que cela ne vaudrait pas la peine d'installer une pompe à moteur dans un petit puits à khettara, dont la capacité en eau est insuffisante. Selon DOUCHEZ, un puits doit avoir une capacité quotidienne d'au moins 40 m³ pour qu'on gagne à le munir d'une pompe à moteur qui pompe 12 m³ à l'heure.

Comme nous l'avons dit plus haut, la capacité quotidienne d'un dalou-I ordinaire est de 14,4 m³ environ, ce qui donne pour un dalou-II 29 m³ et pour un dalou-III 43 m³. Si on tient uniquement compte de la capacité actuelle des puits, cela signifie qu'il ne serait rentable d'installer une pompe à moteur que pour les dalou-III, les dalou I et II de capacité ordinaire étant insuffisants. Cette conclusion est entièrement en accord avec l'état des choses à Mourzouk où les 11 pompes à moteur, presque sans exception, ont été installées à d'anciens dalou-III.

Une pompe à moteur pompant 12 m³ à l'heure et la capacité totale du puits étant de 43 m³ environ par jour, il s'ensuit que la pompe ne peut fonctionner que 3¹/₂ heures par jour, ce qui comporte de sérieux inconvénients pour la continuité de l'irrigation. Il faudrait donc avant tout essayer, par de nouveaux forages ou par l'agrandissement des puits, d'utiliser leur capacité au maximum.

DOUCHEZ considère comme exceptionnel que l'étendue d'un jardin soit limitée par manque de terrain non cultivé avoisinant. Il faut cependant faire remarquer que si l'usage des pompes à moteur s'in-

tensifiée, de graves problèmes apparaîtront certainement pour la répartition de la terre non encore cultivée.

DOUCHEZ calcule que les frais annuels occasionnés par une pompe à moteur, amortissement compris, montent à 40 livres libyennes.⁵

Outre le premier versement (20 livres) on doit aussi d'après DOUCHEZ compter avec des dépenses initiales pour l'installation de la pompe (10 livres) et les frais de carburant (15 livres).

Il est évident que le propriétaire d'un jardin irrigué par un dalou-I, qui a un revenu annuel net de 25 livres environ, n'a aucune possibilité d'acheter une pompe à moteur. Même pour le propriétaire d'un dalou-II (revenu annuel net: 50 livres environ), il semble absolument impossible de faire ces premiers versements de 45 livres. Et même pour un propriétaire de dalou-III, dont le revenu annuel net est de 85 à 100 livres, il doit être difficile de faire face à ces premières dépenses.

Une question se pose maintenant: est-il vraiment rentable d'installer une pompe à moteur, et dans l'affirmative, quel est le gain qu'on peut en attendre? Si l'on examine l'état des choses à Mourzouk, où j'ai fait des calculs très minutieux pour deux pompes à moteur, on est assez sceptique. Les calculs que j'ai faits pour les différents types de jardins semblent indiquer très nettement que l'installation d'une pompe à moteur est désavantageuse. Pour ce qui est du point de vue purement économique, il semble absolument impossible à la plupart des cultivateurs de faire face aux importantes dépenses initiales pour l'installation et la marche de la pompe. La plupart des propriétaires de pompes à moteur de Mourzouk ne tirent pas leurs revenus principaux de leurs jardins: ils ont des occupations mieux rémunérées, telles que celles de marchands ou de fonctionnaires. Ils possèdent ainsi les fonds nécessaires pour mettre en train une méthode de culture intensifiée à l'aide d'irrigation par pompes à moteur. En un mot, l'agriculture est devenue pour eux une activité secondaire.

Pour qu'un emploi plus répandu des pompes à moteur puisse être fait de manière satisfaisante, il semble nécessaire que le Ministère de l'Agriculture, avec l'aide des autorités locales de chaque oasis, ait la possibilité de donner aux cultivateurs des garanties d'assistance pour

⁵ Ceci pour un puits d'une capacité quotidienne de 42 m³, c'est-à-dire à peu près la même que celle que j'avais calculée pour les dalou-III de Mourzouk. DOUCHEZ a également fait les calculs pour un puits qui peut donner au maximum 100 m³ par jour. Cela permettrait de faire fonctionner la pompe 8 heures par jour, ce qui entraînerait un coût d'à peine 100 livres par an.

les réparations éventuelles des pompes, et l'assurance d'une livraison régulière de carburant.

Il est bien évident que le système actuel de vente des pompes à moteur, sans garanties, sans instructions ni conseils aux cultivateurs, n'apporte pas de solution au problème de l'irrigation. A l'heure actuelle il n'existe pas de demande de la part des cultivateurs, et rien ne semble indiquer que ce système, excellent en soi, ait sous sa forme actuelle quelque avenir.

Outre ce problème primordial de la réforme des méthodes d'irrigation, on peut également imaginer d'autres possibilités susceptibles de contribuer à une augmentation du rendement.

L'eau que l'on tire ou que l'on pompe des puits et qu'on répand ensuite sur les cultures doit être utilisée de façon plus efficace. Les canaux conduisant l'eau aux cultures sont à l'heure actuelle creusés directement dans le sable meuble et la perte d'eau est assez considérable, l'eau s'enfonçant dans le sable au lieu de profiter dans sa totalité aux cultures. Le problème est de savoir quel est le matériau étanche le meilleur marché possible dont on pourrait recouvrir les canaux.

La forte évaporation doit pouvoir être réduite à l'aide de nattes de palmes tressées que l'on étendrait après l'arrosage sur les rectangles de culture afin de les protéger contre les rayons du soleil. Cette méthode ne semble pas irréalisable, la matière première se trouvant en abondance sur les lieux mêmes.

A certains endroits où la terre est fortement mêlée de sel, on doit installer un système de drainage efficace. On peut en voir un très bon exemple dans les cultures nouvelles et les cultures d'essai irriguées par les puits artésien Temnia dans l'oasis de Brâk.

On doit lutter plus efficacement contre les mauvaises herbes, introduire et encourager l'usage des engrais chimiques et construire de meilleures clôtures autour des jardins pour empêcher le sable de voler sur les cultures et de les recouvrir.

Pour conclure nous soulignerons cependant que les mesures d'importance capitale que l'on doit prendre avant toute autre chose, seraient un examen hydrologique approfondi des oasis dans lesquelles on pense qu'une intensification de la culture pourrait être rentable. Avant que de tels examens ne soient faits, on ne peut guère compter sur une augmentation sensible des possibilités de hausser la production de ces petites oasis.

J'ai l'intention de continuer mes investigations dans ces 3 oasis libyennes en automne 1961 — hiver 1962, pour étudier la structure

foncière de l'habitat et de la terre cultivée (jardins). Cet examen permettra également de se faire une idée nette de la structure sociale des oasis.

SAMMANFATTNING

Några jämförande synpunkter på irrigationsproblemen i de tre libyska oaserna Mourzouk, Brâk och Ghadamès

AV LARS ELDBLOM

Den här uppsatsen utgör ett sammandrag av en del av det material, vilket jag insamlade under fältarbete i de libyska oaserna Mourzouk, Brâk och Ghadamès, vintern 1957—58. Uppsatsen avser att belysa några problem som i stort kan formuleras sålunda:

- A. Hur inverkar irrigationsmetoden på oasens struktur?
- B. Vilka möjligheter finns för en höjning av oasodlingarnas avkastning?

Oasernas yttre utformning påverkas i hög grad av irrigationsmetoden. Utnyttjandet av grundvattnet genom brunnar (Mourzouk med omland) (fig. 5—9) har givit upphov till en mycket splittrad oaskontur, där trädgårdarna ofta ligger flera hundra meter från varandra, medan oaser, bevattnade av artesiska källor eller brunnar (Brâk, Ghadamès), (fig. 15—16) har en mer sluten och kompakt yttre struktur. Det är, vid en mindre ingående analys, lätt att förledas att tro, att oaser som irrigeras av artesiska källor eller brunnar, med nödvändighet ger en bättre och säkrare avkastning än de splittrade grundvattenoaserna. Så behöver emellertid inte vara fallet. Energiska odlare, med tillgång till egna vattenrika grundvattenbrunnar, kan uppnå mycket goda resultat, medan odlarna i en oas med ett fåtal artesiska källor eller brunnar är beroende av den kollektiva fördelningen av vattnet. Den begränsade odlingsarealen i artesiska käll- och brunsoaser nödvändiggör dessutom ett tvåårigt växelbruk, som förorsakar jordens utsugning, medan man i grundvattenoaser, tack vare god marktillgång, kan använda ett 3-, 4- eller 5-årigt växelbruk.

Det är ofrånkomligt att en höjning av avkastningen först och främst fordrar förbättrade irrigationsmetoder. Tekniskt sett synes ett av huvudproblemen vara, huruvida det är gynnsamt att öka irrigationskapaciteten genom små förbättringar av de inföddas egna, urgamla metoder, då främst dalou-systemet (fig. 1 och 2), eller genom införande av mo-

derna tekniska hjälpmedel, såsom t.ex. motorpumpar. De beräkningar som jag gjort på olika typer av trädgårdar i Mourzouk, tycks särskilt understryka det ofördelaktiga med en installation av en motorpump. Rent ekonomiskt synes det absolut omöjligt för de flesta av odlarna att klara av de stora initialutgifterna för motorpumpen och dess igångsättande. Det är klart och tydligt, att det nu rådande systemet för distribution av motorpumpar, utan garantier, undervisning och upplysning till odlarna, inte innebär någon lösning på irrigationsproblemen. Någon efterfrågan på motorpumpar från de infödda odlarnas sida råder för närvarande överhuvud taget inte alls, och intet tyder på att detta, säkerligen i och för sig utmärkta system, i sin nuvarande utformning, har någon framtid.

Förutom detta primära problem angående en omläggning av irrigationsmetoderna, kan man även tänka sig andra möjligheter, vilka skulle kunna medverka till en ökning av avkastningen, såsom t.ex. en mer effektiv användning av det uppdragna vattnet, bättre dräneringssystem, intensifierad användning av konstgödsel, bekämpande av ogräs, o.s.v.

Avslutningsvis måste det emellertid betonas, att den åtgärd som först och främst bör vidtagas och som skulle vara av utomordentlig betydelse, är en ingående hydrologisk undersökning i oaser där man kan tänka sig att en intensifierad uppodling skulle vara lönsam. Innan detta gjorts, kan man knappast räkna med nämnvärt ökade möjligheter för en större produktion från dessa små oasodlingar.

Det är min avsikt att under hösten 1961—vintern 1962 fortsätta undersökningarna i dessa tre libyska oaser, för att studera ägoförhållandena, både vad beträffar fastighetstomter och uppodlade marktomter (trädgårdar). Genom att göra detta bör man också erhålla en klar bild av oasernas sociala struktur.