

Diversité des aménagements traditionnels de gestion des eaux et des sols en Israël

Recherche bibliographique

Eric ROOSE

Centre IRD, Lab. MOST, BP 64501, F34394 Montpellier
courriel: Eric.Roose@mpl.ird.fr

Résumé

Le Moyen-Orient est une région particulièrement propice pour découvrir la diversité des aménagements traditionnels de gestion de l'eau et des sols, deux ressources rares en milieu montagnard aride. En effet elle est située au débouché de la route de la soie vers la Méditerranée dans un couloir d'échange entre l'Afrique (Arabes), l'Asie (Chine et Perse) et l'Europe (Romains), un lieu d'ancienne tradition culturelle et un site archéologique très fréquenté. L'auteur rapporte ici quelques techniques traditionnelles décrites par des géographes israéliens en milieu plus aride que ceux qui ont été rapportés au Maghreb et en Europe : les qanats, les tunnels, citernes et terrasses irriguées, les cordons de pierres, les jardins clos par des murs de pierres, les limans et autres canaux de captage du ruissellement. Une partie de ces techniques sont propres à ces zones arides mais d'autres se retrouvent ailleurs autour de la Méditerranée.

Mots-clés : Israël, Techniques traditionnelles, Mine, Réservoir, Terrasses en gradins, Murettes en pierres sèches, Limans, Canal de capture du ruissellement, Micro-bassin

Abstract

The Middle-East is an area particularly interesting to discover the diversity of traditional technics of soil & water management in arid mountains. Situated at the end of the silk road in a corridor of traditional business exchange between Africa (Arabs), Asia (Chinese, Persians) and Europe (Romans), this country is a place of old cultural practices and an archaeological research site. The author reports here some traditional technics described by israelian geographers (Evenari, Ron, etc.) in an area more arid than these described in Maghreb and in Europe : qanats, tunnels, cisterns and irrigated terraces, stone bunds, garden closed by stone walls, limans & other chanals collecting runoff waters, microwatersheds around trees. Some of them are specific of these arid areas, others can be found elsewhere around the Mediterranean sea.

Key words : Israel, Traditional technics, Qanat, Tunnel, Reservoirs, Terraces irrigated, Progressive terraces, Stone bunds, Limans, Micro-watersheds

Introduction

Pour notre étude sur l'origine des techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de la fertilité des sols, il est particulièrement intéressant d'explorer le Moyen Orient, ensemble de pays arides et semi-arides cultivés depuis des millénaires et proches du débouché sur la Méditerranée de la route de la soie venant de Perse et de Chine, pays où on trouve les plus anciens aménagements de terrasses et de tunnels captant les eaux.

C'est pourquoi nous nous sommes intéressé à la littérature sur les aménagements de l'eau et des sols en Israël, en particulier dans les collines semi-arides de Judée où Z.RON,

géographe, a étudié la répartition des Qanat et tunnels (caves et tunnels souterrains qui drainent les eaux de nappe vers une source aménagée ou une citerne et un système d'irrigation des terrasses cultivées) et Evenary, qui a écrit un livre passionnant sur les techniques anciennes d'agriculture sous impluvium dans le désert du Néguev. Cette brève note complète aussi notre enquête dans une zone agro-écologique plus aride que les zones explorées au Maroc et en Europe. Enfin, c'est une zone fréquentée par les romains et les arabes. En principe cette zone de vieille civilisation devrait regorger d'aménagements des maigres ressources en eau et en sols fertiles, lesquels ont souvent fait l'objet d'études archéologiques.

1. Le milieu

La zone méditerranéenne n'a jamais été clairement définie (Inbar, 1998) : d'après la Fao(1963), la zone Méditerranéenne typique est limitée aux côtes de l'Anatolie, Chypre et les côtes du Moyen Orient.

A la figure 1, on peut observer la répartition des pluies annuelles moyennes dans la région (Pam =100 à 400 mm) : en dehors du désert, l'agriculture céréalière est partout sujette aux aléas climatiques de telle sorte que les agriculteurs ont du rivaliser d'ingéniosité pour capter toutes les eaux disponibles (pluie, ruissellement mais aussi condensation non négligeable dans ces zones arides, froides la nuit) (Inbar, 1998).

A la figure 2, sont rapportées les pluies mensuelles de janvier 1969 (Pm= 400 à 900 mm au cours d'un mois particulièrement humide) ainsi que la pluie journalière du 22/1/1969 (Pjf0.1 = 100 à 200 mm/jour) dans la haute vallée du Jourdain (Inbar, 1997).

On imagine facilement qu'en temps ordinaires, les pluies étant très limitées, elles entraînent peu d'érosion sur les versants. Par contre, lorsqu'advient une période très humide, les averses tombent dru sur des sols mal protégés (soumis à la sécheresse durant la majeure partie de l'année) et provoquent des ruissellements très agressifs sur fortes pentes créant des rigoles évoluant en ravines, des glissements de terrain et l'inondation des zones de plaine.

Il importe donc de favoriser l'infiltration mais surtout de capter et stocker le ruissellement dans des barrages collinaires et de capter les nappes et suintements dans les collines karstiques ou non.

Cette zone a été densément peuplée pendant des millénaires. Les premiers hommes datent de 1.5 millions d'années. Pendant l'époque historique cette zone a servi de point de contact entre le continent africain et l'Asie. A la fin du XXème siècle la zone comptait 30 millions d'habitants, tassés autours des terres cultivables.

Le relief démarre d'une falaise de 10 m au-dessus de la mer jusqu'à vers 100 m sur les piedmonts du Nil et de ses épandages sableux : les montagnes de Samarie, Judée et Galilée s'élèvent jusqu'à 2000 à 3000 m. Au Liban les collines ne dépassent pas 1000 m. La Rift Valley est une dépression linéaire de 500 à 1000 m au-dessus de la mer (Inbar, 1998).

Les sols sont formés sur des dunes éoliennes limoneuses, des argiles ou des sables fins. Sur les grès calcaires, les sols sont classés « terra rossa ou sol rouge méditerranéen ». Sur les montagnes, les sols sont généralement peu profonds et caillouteux (lithosols), tandis qu'ils sont riches et épais dans les alluvions des plaines. Dans les zones basses, arides, irriguées depuis des siècles, les sols sont souvent salés. L'érosion peut atteindre plusieurs tonnes/ha lorsque les versants sont défrichés et cultivés en céréales.

La végétation naturelle varie de la forêt sèche de *Pinus halepensis* et *Quercus calliprinos* dans les collines de Galilée, au matorral de *Quercus ilex*, *Pistacia palestina* et des épineux comme *phrygana* dans les zones surpâturées et brûlées depuis des siècles.(Inbar, 1998). Des milliers d'oiseaux migrateurs empruntent ce couloir pour relier l'Afrique à l'Europe ou l'Asie. Mais les animaux les plus fréquents sont des chèvres et des ânes.

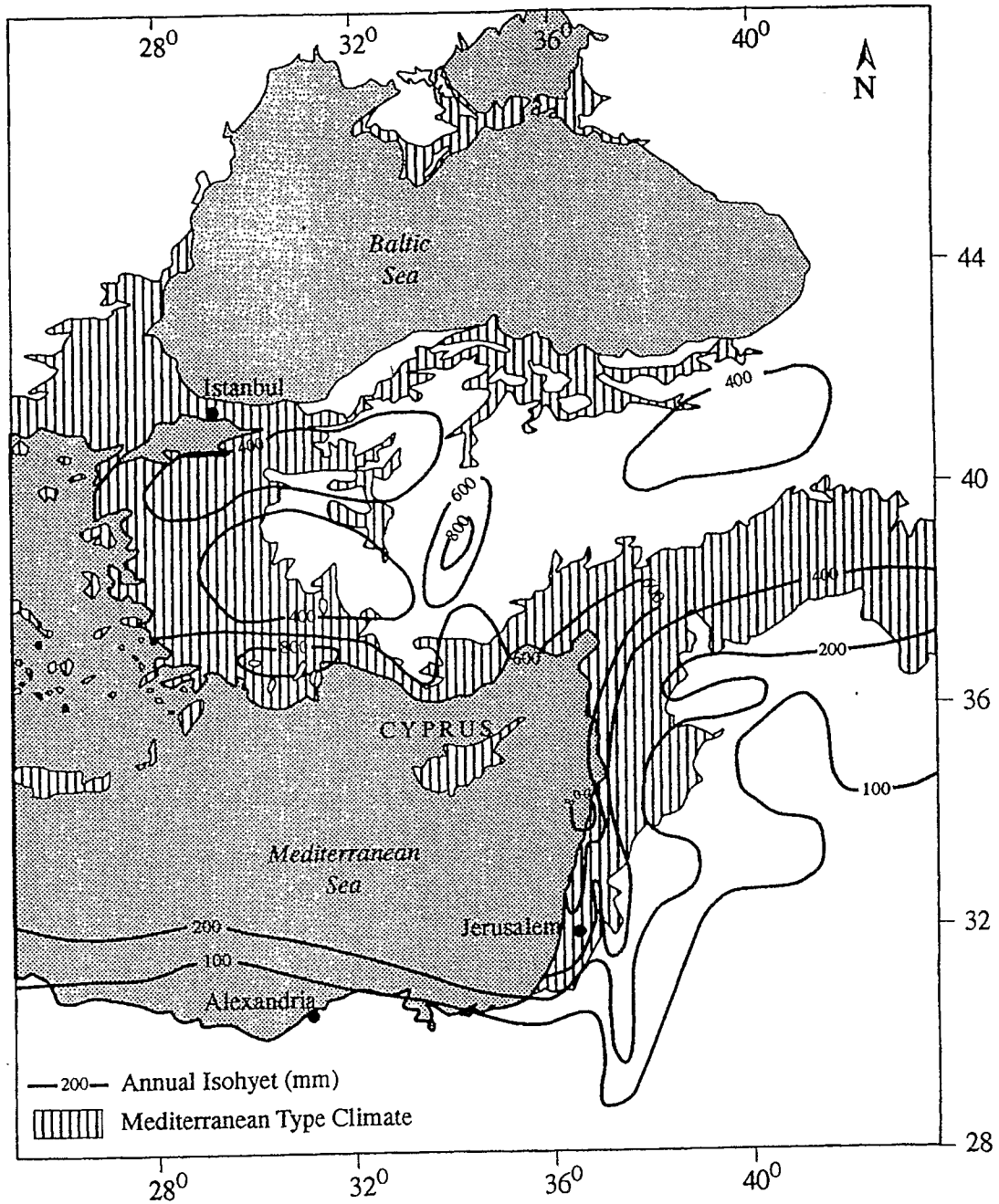


Figure 1 Location of Mediterranean-type climates in the eastern Mediterranean region (after UNESCO-FAO 1973)

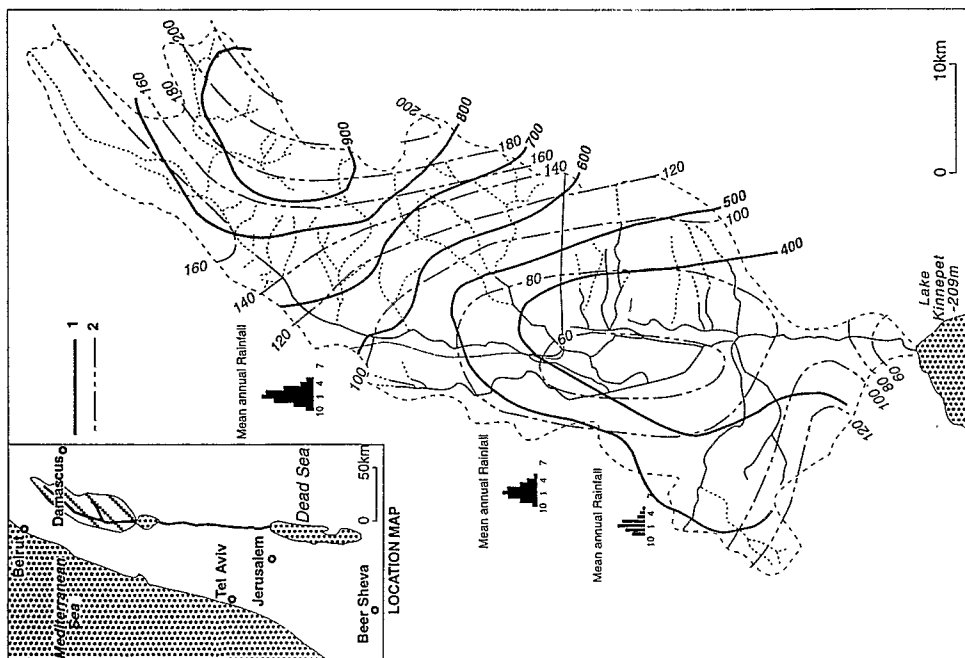


FIG. 2 - UPPER JORDAN WATERSHED AND LOCATION MAP SHOWING JANUARY 1969 ISOHYET, THE DAILY RAINFALL FOR JANUARY 22, 1969 AND THE MEAN ANNUAL RAINFALL FOR SELECTED REGIONS

1-Monthly Isohyet January 1969 ; 2-Daily Isohyet (mm) 22.1.69.

2. Les tunnels, citernes et terrasses de cultures irriguées dans les collines de Judée

Depuis les temps bibliques, la maîtrise de l'eau est une préoccupation majeure. Voir dans le livre des Chroniques B, Chap 26, versets 9 et 10, le roi UZIA construit des citernes et des tours de garde dans le désert, et aussi au Chap.B.des Rois, phrase 21 où le roi Hiskia fait creuser un long tunnel pour détourner le Gihon à l'intérieur des murs de Jérusalem (comm. écrite Agassi Menachem, 2002). Non seulement la population est assez dense pour créer des villes très peuplées, mais la culture doit être assez productive pour faire face à la demande de nourriture malgré la faible surface des terres cultivables. Tous ces éléments ont été à l'origine de ces systèmes complexes de collecte des eaux de nappe dans des caves sous les collines, drainage repris et prolongés en tunnels à mesure que la nappe s'épuisait en année sèche.

Figure 3 . Exemple de caves avec tunnels conduisant les eaux de nappe vers une citerne laquelle est reliée à des terrasses irriguées par un canal couvert (RON. 1992)

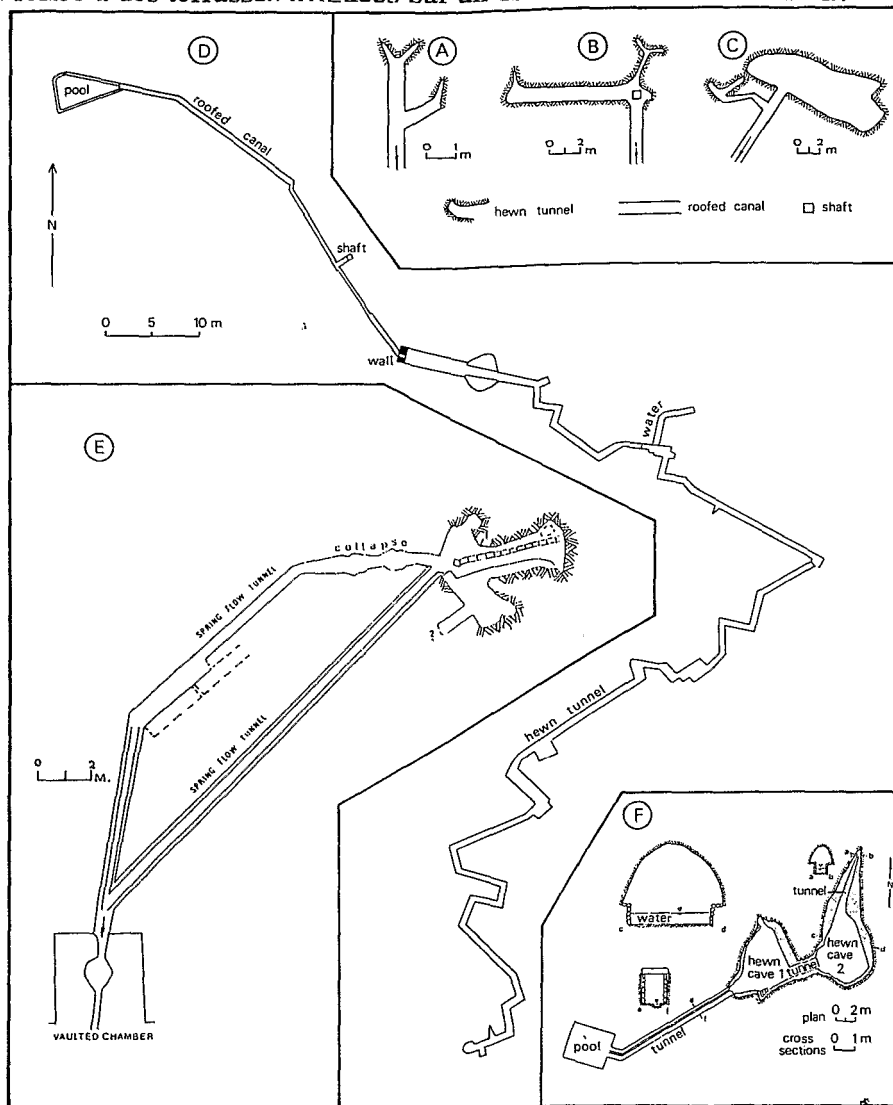


Fig. 6 : Types of spring flow tunnels in the Holy Land (all mapped by Z. RON).

A : Ein Dilba, Walaja, near Battir (Judean Mountains). The main tunnel branches into three smaller tunnels. Tunnel's total length : 26 m.

B : Ein Minhar, near Qovi (Judean Mountains). The main tunnel enlarges and branches into several tunnels. Tunnel's total length : 20.5 m.

C : Ein Bikura, Sataf (Judean Mountains). The main tunnel branches left to a secondary tunnel, while the main flow comes from the hewn cave-like hall. Tunnel's total length : 34 m.

D : Ein Jweizeh, near Battir, the longest spring flow tunnel found in the Holy Land. Total length : 225 m.

E : Spring flow tunnels of Ein Zeitim, near Zefat (Safad), Upper Galilee.

F : Ein Sappir underground flow system. Two or even three main stages, each consisting of a narrow tunnel which expands at its inner end into a cave-like chamber, can be seen in the development of the spring for irrigation. Spring water was raised by 50 cm.

Ron a étudié 250 sources aménagées avec des caves, tunnels creusés dans la roche, réservoirs, citernes sous abris et système d'irrigation des terrasses de culture. Vu la variation des pluies et de l'alimentation des nappes, la plupart des systèmes de source ont été aménagés à diverses reprises pour mieux profiter des eaux de nappe. Ils sont généralement creusés dans de petits aquifères karstiques et ne fournissent que quelques m³ par jour.

Mais c'est tout un système qui a été conçu dès l'origine en fonction du débit variable de la source, de la possibilité de construire des terrasses planées, à distance parfois importante de la sortie de la source et des canaux couverts ou même en tunnel pour perdre le minimum de l'eau captée, si précieuse en milieu semi-aride. La surface des terrasses est calculée pour absorber toute l'eau disponible en année humide : en année déficitaire, certaines terrasses ne sont pas emblavées. La surface des terres en terrasse irriguées ne dépasse pas 5% du terroir, mais un grand soin leur est consacré si bien que leur production intensive est indispensable pour faire survivre les fortes densités de population en montagne. Les années de sécheresse provoquent généralement des disettes et des émigrations substantielles (se souvenir du récit biblique des sept vaches maigres et de la migration de la tribu de Jacob en Egypte)

Nombreux sont les aménagements qui datent de l'époque romaine, un siècle avant ou après le Christ : c'est le cas des aqueducs et tunnels reliant les sources de Biyar et Arub aux citernes de Salomon dans Jérusalem (Mazar, 1984) ainsi que des sources et impluvium aménagés à l'intérieur de la ville. Mais il reste aussi des tunnels et systèmes antérieurs de terrasses irriguées : le tunnel de Shiloh et ses canaux connectés avec la source de Gihon ont été construits à l'âge du fer, 7 siècles avant JC. (Ron, 1984).

3. Le système des Qanats (RON, 1992)

Dans la littérature, nombreux sont les systèmes de tunnels creusés dans les alluvions et lits des rivières : ils sont appelés **qanats** en Iran, Azerbadjan, Afghanistan, Pakistan, Syrie et le long du Jourdain. On les appelle **Sahzidj** au Yémen et Arabie Saoudite, **Falaj** en Oman et **Foggara** au Maroc, au Maghreb et en Libye, **Galerias** au Mexique. (Beaumont, 1968). (fig.4).

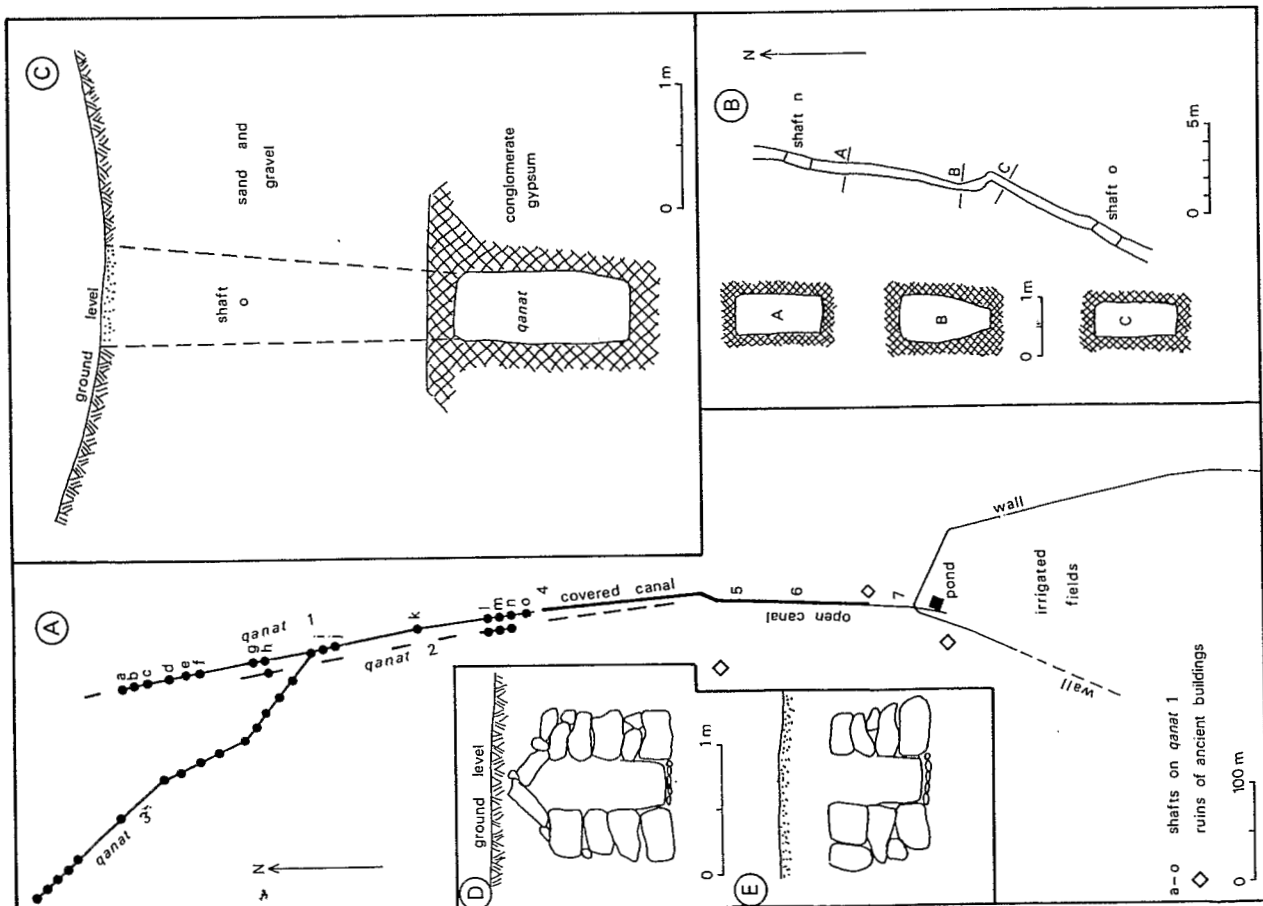


Fig. 4 : The qanat system in Avrona, southern Arava valley (After PORATH 1985).
A : General map. B : Part of qanat 1 : map and cross-sections of the section between shafts n and o. C : Cross-section of qanat 1 at shaft o. D : Cross-section of the covered canal, section 4-5. E : Cross-section of the open canal, section 6-7.

Il sont composés de trois parties principales :

* Le « puits-mère », le premier puits creusé pour déterminer le niveau de la nappe et la profondeur de la zone saturée exploitable: ceci va déterminer la position du tunnel et le lieu de sortie de l'eau dans la vallée.

* Le tunnel en pente très douce creusé du lieu de sortie jusqu'au puits-mère ; il est creusé dans la zone saturée d'où proviennent les eaux qui seront dirigées vers les champs à irriguer : c'est la section de captage du tunnel. L'eau captée coule finalement dans une section sèche au-dessus du niveau de la nappe : c'est la section de transport du canal.

* Une série de puits raccordent le tunnel à la surface du sol : ils servent à creuser le tunnel, à l'entretenir et à l'aérer.

Lorsque les tunnels ne sont pas entretenus, ni soutenus par des murs de pierres, ils ont tendance à s'effondrer et ne laissent voir en surface qu'un alignement de trous entourés d'une digue de terre provenant du creusement du tunnel.

Six systèmes de qanat ont été découverts dans le flanc Est de la vallée du Jourdain, à Ghor Nimrin et Ghor Kabid, près de Karama. Ionides (1939) a restauré l'un d'eux et a obtenu des débits de 36 à 72 m³ d'eau par heure. La longueur du tunnel non supporté par des pierres était de 300 m. Le niveau de l'eau dans le puits-mère était de 14 m sous la surface du sol. La nappe était à 5.5 m dans le dernier puits à l'extrémité ouest : de ce point un canal à ciel ouvert de 200 m permettait à l'eau de s'écouler jusqu'au niveau du sol.

Ionides a trouvé des poteries datant des romains. Evenari et al.(1971) ont trouvé des poteries perses et romaines en abondance dans les qanats étudiés dans la vallée Arava.

Les qanats auraient été construits du temps des Perses et utilisés pendant l'époque romaine.

4. Les terrasses cultivées, les cordons de pierres et les «murs-clapiers »(fig. 10, RON, 1966)

L'étude de Ron couvre les montagnes de Judée depuis le sud d'Hébron jusqu'au nord de Ramallah, sous climat méditerranéen. Entre deux plaines le terrain est formé de collines en majorité calcaire mais aussi de dolomie, de marnes et de craies Senomaniennes. Dans cette zone, 56% du terrain est couvert de terrasses anciennes cultivées en majorité par des arabes.

Ces terrasses ont trois rôles :

- * transformer des pentes en zones planes irrigables et faciles à labourer,
- * accumuler du sol et le protéger contre le ruissellement et l'érosion,
- * sortir les grosses pierres de l'horizon labourable et les stocker dans les murs.

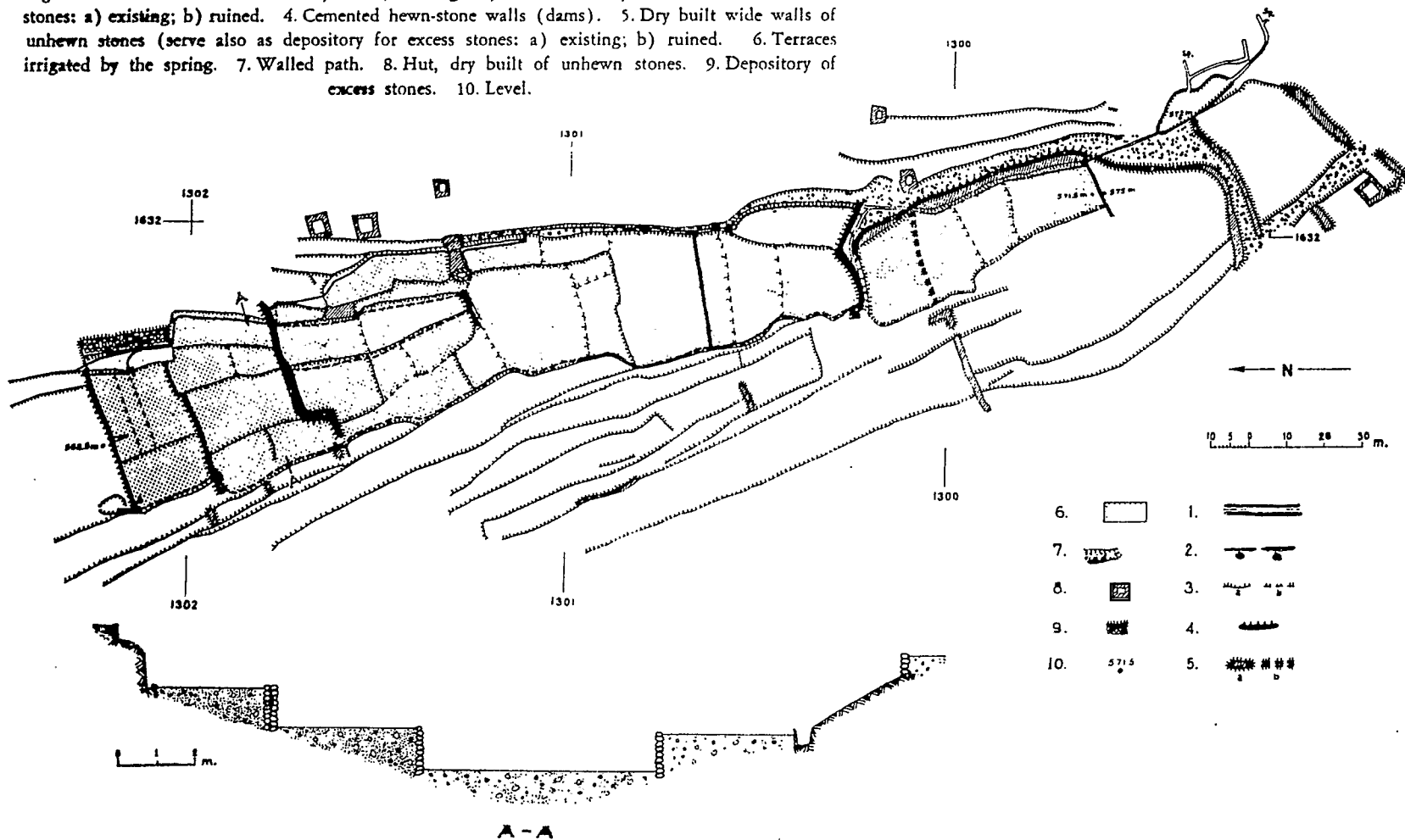
On peut distinguer plusieurs types de terrasses :

- * **Les champs enclos par des murs de pierres sèches** sur des zones peu pentues comme des plateaux ou des fonds de vallée,
- * **Les terrasses sur versants rocheux dont les murs sont posés sur la roche,**
- * **Les terrasses construites dans les vallées pour protéger les cultures des inondations des oueds,**
- * **Les terrasses progressives sur versants non irrigables** pour clôturer le champs par des cordons de pierres et retenir la terre.

A la figure 10 de RON, 1966, on peut comprendre l'organisation de l'ensemble de ces terrasses autour de la vallée : des habitations en pierres sèches en positions dominantes, des cordons pierreux sur le haut des versant cultivés en sec, des terrasses irriguées par les sources à l'issue des tunnels et des canaux, des murs de pierres sèches, des barrages en pierres cimentées dans la vallée, des chemins entre les murs des jardins clos.

Fig. 10: Ein Khandak-System of irrigated terraces (mapped in the field and from air photographs by Z. Ron).

Legend: 1. Tunnel. 2. Main conveyers: a) existing; b) ruined. 3. Dry built walls of unhewn stones: a) existing; b) ruined. 4. Cemented hewn-stone walls (dams). 5. Dry built wide walls of unhewn stones (serve also as depository for excess stones: a) existing; b) ruined. 6. Terraces irrigated by the spring. 7. Walled path. 8. Hut, dry built of unhewn stones. 9. Depository of excess stones. 10. Level.



Les terres les plus faciles à cultiver sont occupées les premières, mais ensuite les autres sont terrassées en fonction de la pression démographique, économique et politique. Les versants orientés au Nord reçoivent plus d'eau, forment plus de terre et présentent plus de terrasses que les faces sud plus sèches, cultivées seulement en saison des pluies hivernales. L'orientation subhorizontale des couches rocheuses à l'Est d'un axe tectonique explique que 85% des terrasses se rassemblent dans cette zone : à l'Ouest, le pendage est plus fort et les terrasses plus étroites. Par contre sur les plateaux, les murs d'enclos sont aussi denses d'un côté que de l'autre de cet axe. Plus la pente est raide et plus les terrasses sont étroites et difficiles à construire. La lithologie influence la formation de terre fine et la présence de cailloux dans la terre. Les terrasses sont plus fréquentes sur les marnes tendres et les craies que sur les dolomies et les calcaires durs. Sur les collines de dolomie, les lapiez fournissent beaucoup de pierres rangées dans des murs épais ; dans les vallées remplies de terra rossa épaisse des murs solides canalisent les oueds pour éviter les inondations. Sur les calcaires durs les terrasses sont soit en gradins continus, soit en gradins interrompus par des surfaces pentues collectant les eaux (impluvium). Les zones rocheuses non cultivées sont parfois utilisées comme clapiers pour stocker les pierres excédentaires. Les terrasses qui disposent d'une source sont soigneusement entretenues, même si les autres conditions sont défavorables. La majorité des sources autour de Jérusalem, Hebron, Betléhem et Ramalla en Judée sont valorisées par des petites terrasses irriguées qui ont exigé des travaux hors de proportion de leur surface, mais elles sont utilisées intensivement pour la production de légumes. Leur pente est inférieure à 0,5%. Les sources coulent dans une citerne et de là, des canaux vont permettre d'inonder les plates bandes. La distance au village est aussi un facteur important d'explication de la fréquence des terrasses : plus le champ est proche, mieux il sera cultivé et surveillé. Dans les temps anciens, les villages arabes se sont installés là où ils ont trouvé de la terre, généralement en position dominante de celle-ci (Ron, 1966).

Figure 14 de Ron, 1968. Terrasses irriguées par la source de Battir. Noter au centre, une ligne blanche qui marque le canal principal d'irrigation.



A: Levelled terraces irrigated by the spring of Battir. In the centre the white line (descending to the left) is the main conveyer drawn from the pond.

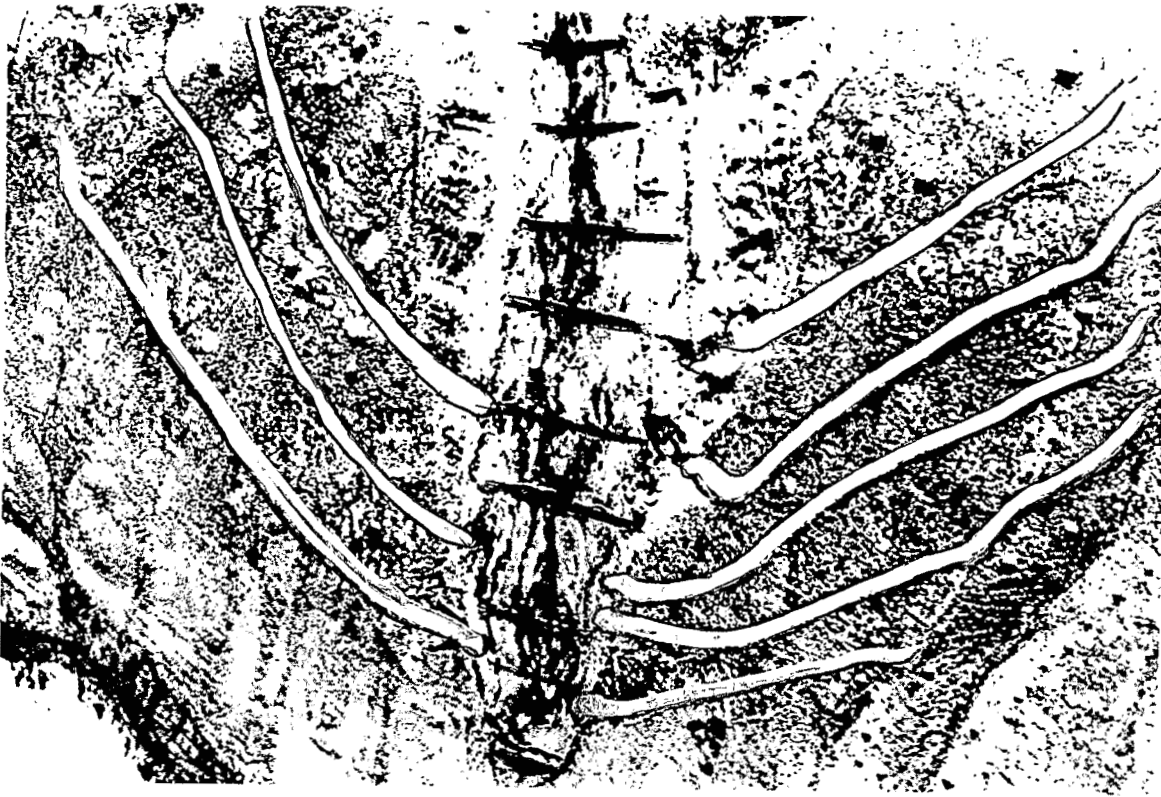


Plate 5.24b A farm unit near Shiuta, Negev, Israel, with conduits leading run-off to the cultivated terraces (Mrs. L. Evenari)



Plate 5.24c Many separate run-off farming units, each with its own run-off collecting channels, Israel (Mrs. L. Evenari)

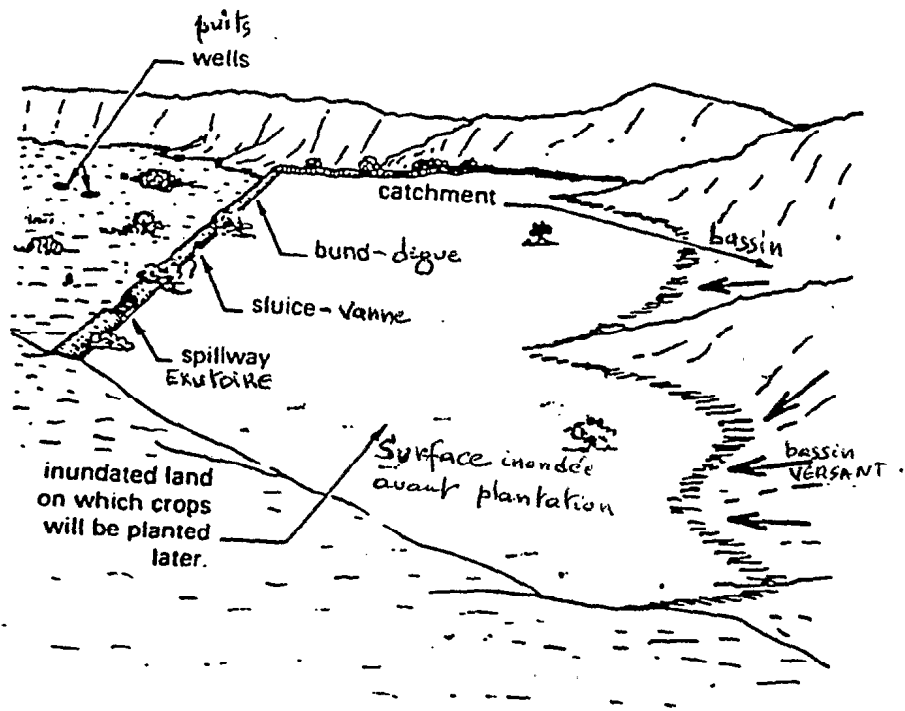
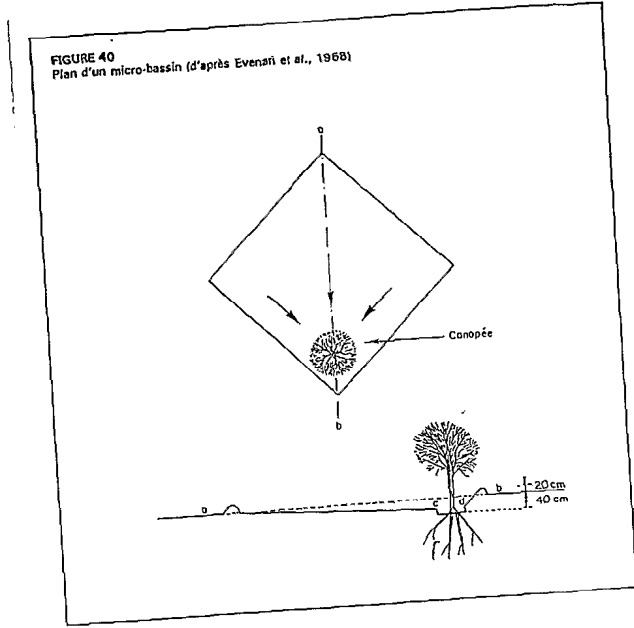
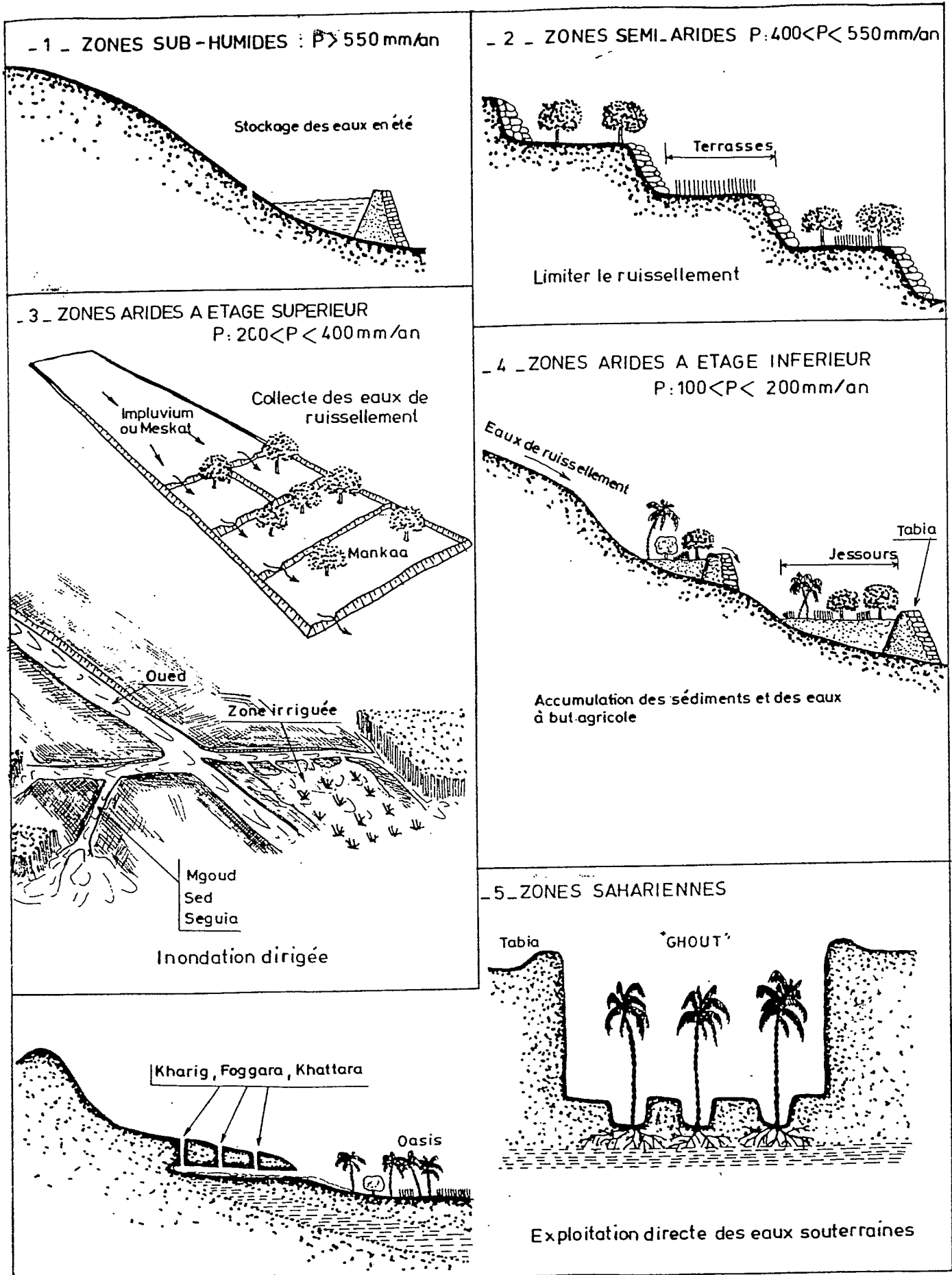


Figure 18. Liman



CLASSIFICATION DES SYSTEMES HYDRAULIQUES TRADITIONNELS EN FONCTION DES CLIMATS

Figure. 12

— EI AMANI S, 1983 —

de profondeur maximum. Ceci ressemble aux cuvettes en demi-lune observées en Tunisie et Maroc aménagées autour des oliviers en zones semi-arides.

Figure 16. **Liman** :digue de terre barrant la vallée à la sortie des petits oueds des collines des hauts bassins (Liman). La digue est munie d'un exutoire amenant les excès d'eau de ruissellement vers d'autres digues en série. La surface utile est inondée avant plantations diverses et le stockage de l'eau nécessaire se fait directement dans le sol alluvial. Il faut accumuler 400 mm d'eau dans le sol pour réussir une culture de céréales, ce qui ne peut se faire que si le sol est formé d'argiles gonflantes sur un mètre minimum. (Cas des vertisols en Inde).

Cette méthode existe aujourd'hui en Tunisie semi-aride (jessours et digues en terre sous des vergers d'oliviers complantés de céréales). El Amani (1983) a d'ailleurs classé les aménagements hydrauliques traditionnels en fonction des climats de son pays: Foggara et Ghout en zone saharienne, jessour, en zone aride ($P < 200\text{mm}$), Meskat, Mgoud et digues (liman) en zone semi-aride, terrasses entre 400 et 600 mm, et barrages collinaires au dessus de 550 mm de pluie.

6. Conclusions

Cette revue bibliographique, bien que sommaire, montre la diversité des techniques traditionnelles souvent encore utilisées de nos jours sur plus de 50% des surfaces cultivées de certaines zones de montagne semi-arides de Judée.

Ces observations montrent la forte probabilité de l'importation de certaines techniques de Perse (qanat, Foggara) ou même de Chine (terrasses en gradins), mais on ne peut écarter la possibilité qu'une partie de ces techniques aient été inventées par les montagnards de divers pays confrontés dans leurs montagnes aux mêmes problèmes : assurer de façon durable leur subsistance en tirant le meilleur parti des terres et des eaux de surface disponibles sur les versants et les vallées.

Sans compter leur travail, ils ont du surmonter de nombreux défis qui ont donné lieu à des aménagements remarquables lesquels ont marqué définitivement les paysages semi-arides des montagnes, qu'elles soient méditerranéennes ou non (voir Machu Pichu au Pérou, le Haut Atlas au Maroc ou le Yémen).

Beaucoup de ces techniques traditionnelles ont été introduites par les Perses ou les Romains (1 à 2 siècles avant et après JC) puis par les arabes (8 au 15ème siècle), mais en France bien des paysages lithiques ont vu leur apogée au 18 voir 19 ème siècle.

On ne peut écarter l'idée d'une rénovation de ces techniques à condition d'en améliorer leur efficacité et leur rentabilité en y introduisant des technologies modernes. Les tentatives de terrasses à Banyuls (voir article Roose dans ce BRE 21) sont à ce titre encourageantes.

7. Bibliographie

- Beaumont P., 1968.** Qanats on the Varamin plain, Iran. Trans. Inst; British Geographers, 45 : 169-179.
- Beaumont P., 1971.** Qanat systems in Iran. Bull IASH, 16, 1 : 39-50.
- El Amani, S., 1983.** Les aménagements hydrauliques traditionnels en Tunisie. CRGR. 69 p.
- Evenary M., Shanan L., Tadmor N., 1968.** Runoff farming in the Neguev desert. Agron.J., 60, 2 : 29-38.
- Evenary M., Shanan L., Tadmor N., 1971.** The Neguev : the challenge of agriculture in the desert. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mas
- Hudson N., 1987.** SWC in semi-arid areas. Fao Soils Bull. 57 : 172 p.
- Inbar M., 1997.** Geomorphic catastrophic events and human impact in a Mediterranean climate. Méditerranée, 1, 2 : 53-59.
- Inbar M., 1998.** The eastern Mediterranean. In Land degradation in Mediterranean Environments of the world. Ed. A.Conacker & M.Sala , Wiley: 79-89.
- Ionides MG., 1939.** Report on the water ressources of Trans-Jordan and their development. London.
- Porath Y., 1999.** Development of ancient irrigation farming in the Jericho and Engedi oases in the Hasmonean & Herodian periods (2nd CBCE-1st CCE). In Falbush edit. 7th Seminar on « History of irrigation, drainage & flood control (ICID) », New Delhi : 53-70.
- Reij C., Mulder P. et Begemann L., 1988.** Water harvesting for plant production. World Bank Paper n° 91, 123 p.
- Ron Z., 1966.** Agricultural terraces in the Judean mountains. Israel Exploration Journal, 16, 1 : 33-49 et 16, 2 : 111-122.
- Ron Z., 1978.** Stone huts as an expression of terrace agriculture in the Judean & Samarian hills. Tel-Aviv University, 548 p.
- Ron Z., 1985.** Development & management of irrigation systems in mountain regions of the Holy Land. Trans. Inst. British Geographers, New Series, 10, 2 : 149-169.
- Ron Z., 1992.** Qanat & spring flow tunnels in the Holy Land. In « Les eaux cachées, Etudes géographiques sur les galeries drainantes souterraines » edit Daniel Balland, Public. Dept Géogr. Paris Sorbonne : 33-55.
- Ron Z., 2000.** Groundwater tunnels and galleries in the Holy Land. In Las galerias de captacion en la Europa mediterranea : una aproximacion pluridisciplinar. Programme Hydrologique international de l'Unesco, 5ème phase
- RON Z., 2001.** Ein Suba: underground flow and ponding systems, new discoveries. In 11th Intern.Conf.on « water in Antiquity ». Israel 7-12 May 2001. Edit. Wilhelm
- Roose E., 1994.** Introduction à la GCES. Bull.Pédol.FAO n°70, 428 p.
- Roose E. et M.Sabir, 2000.** Stratégies traditionnelles de GCES en zones méditerranéennes. In « Hydrologie des régions Méditerranéennes » PH7 Unesco. Doc.Tec.Hydro. 51 : 101-109
- Shanan L., 2000.** Runoff, erosion and the sustainability of ancient irrigation systems in the Central Negev desert. IASH publ.261 : 75-106.