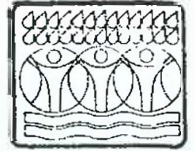




PROGRAMME DES  
NATIONS-UNIES POUR  
L'ENVIRONNEMENT

CENTRE DE FORMATION  
INTERNATIONALE A LA GESTION  
DES RESSOURCES EN EAU



Réunion d'experts sur la gestion  
des ressources en eau douce dans  
la région méditerranéenne  
Cannes, France, 25-29 avril 1978  
convoquée par le PNUE en collabo-  
ration avec le CEFIGRE

DIFFUSION RESTREINTE

UNEP/WG.16/INF.4

FRANCAIS

Original : FRANCAIS

INTRODUCTION A LA GEOGRAPHIE DES RESSOURCES EN  
EAU DOUCE DE LA REGION MEDITERRANEENNE

---



## S O M M A I R E

---

	Paragraphes
I - LA NATURE MEDITERRANEENNE ET L'EAU	1 - 24
<u>1. - LE MANQUE D'EAU</u>	2 - 15
1.1. UNE PLUVIOMETRIE DEFICIENTE	2 - 5
1.2. DES PRECIPITATIONS CONCENTREES	6 - 7
1.3. UNE EVAPORATION FORTE	8 - 10
1.4. DES PERIODES D'ARIDITE PLUS OU MOINS LONGUES	11
1.5. UNE HYDROLOGIE PAUVRE	12 - 15
<u>2. - L'EXCÈS D'EAU</u>	16 - 24
2.1. DES PLUIES SURABONDANTES	16 - 18
2.2. DES CRUES VIOLENTES	19 - 21
2.3. DES EAUX STAGNANTES ET MALSAINES	22 - 24
II - L'EAU ET L'AGRICULTURE	25 - 86
<u>1. - LES TECHNIQUES HYDRAULIQUES TRADITIONNELLES</u>	25 - 48
1.1. L'UTILISATION DIRECTE DES EAUX DE SURFACE	26 - 30
1.1.1. L'utilisation des crues	26 - 27
1.1.2. L'utilisation des eaux de ruissellement	28 - 29
1.1.3. L'aménagement des piedmonts	30
1.2. LES PROCEDES ELEVATOIRES	31 - 35
1.2.1. Les machines simples	32 - 33
1.2.2. Les machines complexes	34 - 35
1.3. LA CONSTRUCTION DE BARRAGES	36 - 40
1.3.1. Barrages de dérivation	36
1.3.2. Barrages d'élévation	37
1.3.3. Barrages réservoirs	38 - 40
1.4. L'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES	41 - 45
1.4.1. Les puits	41 - 42
1.4.2. Les galeries drainantes souterraines	43 - 45
1.5. LE BILAN	46 - 48

<u>2. - L'IRRIGATION</u>	79 - 86
2.1. LES VIEILLES REGIONS IRRIGUEES	50 - 57
2.1.1. Les Huertas	50 - 54
2.1.2. Les Oasis	55 - 57
2.2. LES NOUVELLES REGIONS IRRIGUEES	58 - 68
2.2.1. Les deltas	59 - 64
2.2.2. Les Maremmes	65 - 68
2.3. LES PROGRES DE L'IRRIGATION DEPUIS 1950	69 - 86
2.3.1. Les Etats méditerranéens septentrionaux	70 - 78
2.3.2. Les Etats méditerranéens méridionaux	79 - 86
 III - LES GRANDS AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES	 87 - 110
<u>1. - L'AMÉNAGEMENT DES GRANDS FLEUVES</u>	88 - 97
1.1. LE NIL	88 - 91
1.2. LA MEDJERDA	92 - 97
<u>2. - LES AMÉNAGEMENTS INTERSECTORIELS ET INTERREGIONAUX</u>	98 - 110
2.1. L'ITALIE DU SUD	99 - 101
2.2. L'ESPAGNE DU SUD	102 - 104
2.3. ISRAEL	105 - 107
2.4. LES PROJETS : LA NOUVELLE VALLEE EN EGYPTE	108 - 110

## CORRIGENDUM

Illustrations placées à la fin de la section 1, partie 1; après la page 13

- Carte de la durée de la saison sèche :

supprimer la dernière ligne : "on comparera avec la figure 6"

lire les définitions suivantes :

- . jour sec : jour biologiquement sec en période de sécheresse, c'est-à-dire, dépourvu de pluie, de brouillard, de rosée, et dont l'humidité relative est faible.
- . indice xérothermique : nombre de jours secs compris dans les mois secs consécutifs de l'année ; la définition des jours et des mois secs est fixée d'après les températures, les précipitations et l'humidité relative.

- Classification des bioclimats :

Lire après diagrammes ombrothermiques : (pluies-températures)

Lire : Source : UNESCO/FAO. Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne, Paris, 1963.

Légende : ——— moyennes mensuelles des pluies tombées  
----- moyennes mensuelles des températures

Illustrations placées à la fin de la section 2, partie 1 ; après la page 10 :

- Régimes hydrologiques méditerranéens :

Lire : Sources : P. BIROT - La Méditerranée et le Moyen-Orient, T.1, Orbis, P.U.F., Paris, 1964, 550 p.

A. GUILCHER - Précis d'hydrologie marine et continentale, Masson Ed., Paris, 1965, 383 p.

P. BIROT et J. DRESCH - La Méditerranée Orientale et le Moyen Orient, T.2, Orbis, P.U.F., Paris, 1956, 526 p.

## I - LA NATURE MEDITERRANEENNE ET L'EAU

---

1. Le monde méditerranéen vit tout entier sous la contrainte de la sécheresse bien qu'elle soit plus ou moins accusée selon les lieux. Mais il offre le paradoxe de souffrir simultanément de manque d'eau et d'excès d'eau.

## 1. - LE MANQUE D'EAU

### 1.1. UNE PLUVIOMETRIE DEFICIENTE

2. Sur une carte de répartition, l'aire méditerranéenne se caractérise, au premier abord, par l'affaiblissement progressif des totaux pluviométriques du nord au sud. Ce fléchissement provient du fait que la Méditerranée appartient successivement, au cours de l'année, à deux zones de circulation atmosphérique :
  - en hiver, elle est soumise au passage des cyclones du front polaire et du front des alizés. Elle possède, d'autre part, des aires favorables à la formation des cyclones : Baléares, Golfe de Gabès, Nord de l'Adriatique, Golfe de Gênes, qui sont situés en arrière des obstacles montagneux par rapport à une circulation d'ouest;
  - en été, au contraire, la remontée de l'anticyclone des Açores jusqu'à 45° de latitude, interrompt la circulation cyclonique et fait régner des conditions désertiques sur l'ensemble du bassin.
3. Les pays riverains sont donc soumis à un régime de pluies saisonnières qui apportent des quantités s'échelonnant entre celles que reçoivent les régions humides (800 mm) et les totaux indigents des zones arides (200 mm) :
  - les régions sub-humides occupent les positions les plus septentrionales (rive nord du Bassin occidental) ou sont favorisées par le relief (côte Nord-Africaine, côte Dalmate):

- Gênes	1 114 mm
- Gibraltar	822 mm
- Ajaccio	716 mm
- Alger	750 mm

- Les régions sub-arides (200-450 mm) sont les régions intérieures abritées (centre de la Péninsule Ibérique et de l'Asie Mineure) et celles qui succèdent vers le sud aux régions sub-humides (Afrique du Nord méridionale, sud est de l'Espagne...) :

- Agrigente 452 mm
- Athènes 390 mm

- Les régions arides s'étendent du Golfe de Gabès à l'isthme de Suez. Si quelques espaces privilégiés existent en Libye comme la plaine de Geffara, au sud de Tripoli et les hauteurs de Cyrénaïque qui peuvent recevoir 300 mm, les quantités côtières oscillent généralement entre 150 et 200 mm :

- Alexandrie 190 mm

4. Les moyennes pluviométriques donnent une impression factice de la réalité tant les quantités varient d'une année à l'autre. Les écarts peuvent être considérables et les années de maxima et de minima ne sont pas les mêmes pour toutes les stations. Les exemples sont révélateurs :

- Cagliari, qui a une moyenne annuelle de 476 mm, a reçu 934 mm en 1898 et 133 mm en 1913

- Jérusalem a reçu 1 116 mm en 1920 et 340 mm en 1921.

- Biskra, qui a une moyenne annuelle de 156 mm, a reçu 500 mm en 1969 et 50 en 1970.

L'importance des écarts est d'autant plus grande que les quantités moyennes diminuent.

5. Or, c'est à partir de 400-450 mm que la culture permanente sans irrigation est possible (céréales). La variabilité peut donc être meurtrière pour les régions méridionales qui passent de pluies suffisantes à des conditions steppiques ou désertiques.

## 1.2. DES PRECIPITATIONS CONCENTREES

6. Partout, autour de la Méditerranée, le nombre de jours de pluie est faible, même lorsque les totaux sont relativement copieux. Il y a généralement de 60 à 90 jours de pluie, étalés sur 6 à 9 mois, d'octobre à mai. Les périodes de maxima pluviométriques se placent à l'automne et au printemps dans les régions septentrionales, en hiver dans les régions méridionales. L'été est sec partout : la sécheresse absolue peut durer plusieurs mois. C'est la seule combinaison climatique du globe qui possède des étés chauds et secs. Les exemples foisonnent :

- Au Liban, El Kareya reçoit 1 515 mm en 85 jours (18 mm d'eau par jour de pluie) et Beyrouth 881 mm en 78 jours (11,3 mm par jour de pluie).



- La Sicile a, en moyenne, 66 jours de pluie, mais le nombre varie comme les quantités : de 31 à 105 jours pour des totaux de 400 à 1 400 mm.

- Dans l'ensemble de la Tunisie, le tiers ou la moitié des précipitations tombent en moins de 10 jours : Béja reçoit 36 % du total annuel en 10 jours de pluie, Kairouan 37 % en 5 jours.

7. La durée des périodes sans précipitations est une donnée fondamentale car elle conditionne le renouvellement du stock d'humidité au niveau du sol, par conséquent le rythme de la vie agricole. Elle diminue du sud au nord au fur et à mesure que la latitude augmente. C'est donc un phénomène zonal qui échappe à l'influence de la mer, même du relief (malgré les orages montagnards en été). Ainsi en Italie, les périodes de sécheresse les plus longues sont localisées aux latitudes les plus méridionales

- 186 jours à l'extrême sud de la Calabre
- 120 à 150 jours en Sicile
- 120 jours dans les Pouilles

Au contraire, la durée s'étale sur 40 à 80 jours en Italie centrale, et 60 jours en Italie du nord.

### 1.3. UNE EVAPORATION FORTE

8. Elle provient de la chaleur des étés, de la fréquence des vents (mistral, bora, sirocco, chergui...) et de la faible nébulosité.
9. L'insolation, bien qu'inférieure en durée à celle des régions désertiques, atteint des valeurs élevées par rapport aux régions tempérées humides :

- Paris 1782 heures/an
- Beyrouth 2986 " "
- Ajaccio 2491 " "

Elle favorise la montée des températures estivales qui égalent et dépassent parfois celle des régions équatoriales. Les moyennes du mois le plus chaud atteignent :

- 28°4 au Caire en juillet
- 27°4 à Beyrouth
- 26°6 à Athènes
- 23° à Marseille

Les maxima absolus figurent parmi les records mondiaux. Le thermomètre est parvenu à 58° le 13 septembre 1922 à Aziza, à 40 km au sud de Tripoli. Il marque parfois 53° à Gafsa et a dépassé plusieurs fois 45° à Montpellier, chiffre inconnu à Abidjan.

10. Ces conditions thermiques stimulent l'évaporation qui est liée au déficit de saturation de l'air. Bien que l'humidité relative soit assez forte au bord de la mer, elle décroît vite dans l'intérieur. Beyrouth a 64 % en septembre, mais les valeurs descendent au-dessous de 50 % dans les montagnes côtières. L'évaporation potentielle culmine à 6m/an au centre du Sahara, à la latitude du Tropique du Cancer. Malgré son fléchissement vers le nord, elle représente encore 2-3 m sur le littoral libyque et égyptien, 1,5-2 m en Méditerranée orientale et 1-1,5 m sur les côtes du Maghreb, quantités très supérieures aux pluies tombées.

#### 1.4. DES PERIODES D'ARIDITE PLUS OU MOINS LONGUES

11. L'aridité est une notion complexe puisqu'elle dépend du rapport entre les pluies, températures et humidité relative. Différents indices successifs ont été proposés pour la mesurer. La carte bioclimatique de l'UNESCO (1963) a été établie en fonction d'un "indice xérothermique" qui fait intervenir plusieurs valeurs mensuelles déterminant le nombre de jours biologiquement secs en période de sécheresse. Elle permet de distinguer plusieurs types d'aridité :

- 1) Le type subdésertique où l'aridité dure de 200 à 300 jours par an. Il affecte les rives méridionales du Bassin oriental et mord sur le sud-est espagnol :

- Port-Saïd	260	jours	arides
- Alexandrie	210	"	"
- Benghazi	200	"	"
- Gabès	220	"	"
- Almeria	210	"	"

- 2) Le type xérothermoméditerranéen possède de 150 à 200 jours arides. Localisé dans les mêmes régions que le type précédent, il touche aussi les îles orientales :

- Jaffa	150	jours	arides
- Jérusalem	172	"	"
- Nicosie	190	"	"
- Candie	150	"	"
- Carthagène	150	"	"

- 3) Le type thermoméditerranéen a de 100 à 150 jours arides. Il est accentué à :

- Beyrouth	145	jours	arides
- Sousse	130	"	"
- Catane	130	"	"
- Tarente	130	"	"

et atténué à :

- Tunis	110	jours arides
- Oran	110	" "
- Malaga	100	" "
- Cagliari	110	" "
- Bonifacio	105	" "
- Brindisi	115	" "
- Dardanelles	110	" "

4) Le type mésoméditerranéen ne totalise plus que 40 à 100 jours d'aridité. Peu répandu en Méditerranée orientale, il est accentué à :

- Istanbul	85	jours arides
- Alger	75	" "
- Ajaccio	75	" "
- Palma	75	" "
- Valence	80	" "
- Naples	75	" "

et atténué à :

- Bastia	55	jours arides
- Barcelone	60	" "
- Monaco	60	" "
- Gênes	45	" "

### 1.5 UNE HYDROLOGIE PAUVRE

12. Elle s'exprime par la faiblesse générale des débits et l'intermittence des écoulements. Les seuls fleuves importants qui se jettent dans la Méditerranée sont exogènes (Nil, Rhône) ou alimentés par de hautes montagnes (Ebre...). Et encore les débits moyens sont-ils mesurés : 615 m<sup>3</sup> pour l'Ebre à Tortosa. Les cours d'eau les plus modestes sont médiocres. La Medjerda ne débite en moyenne que 29 m<sup>3</sup>/s ; les 4 cours d'eau permanents que la péninsule italienne possède au sud de Rome, Garigliano, Volturno, Sélé, rivière de Pescara, ne représentent ensemble qu'une moyenne de 100 m<sup>3</sup>/s.
13. Il est vrai que les coefficients d'écoulement sont indigents : 3 % dans la section aval du Ségura, moins de 20 % en Algérie. L'intensité de l'évapo-transpiration est telle qu'elle absorbe presque toutes les précipitations qui tombent dans des régions moyennement accidentées comme la Sicile, la Sardaigne, une grande partie de l'Espagne (4 à 600 mm). Seule la topographie montagnarde permet à ces régions d'échapper à l'endoréisme.
14. L'aridité estivale assèche les lits, même de rivières qui drainent un bassin-versant de 1000 km<sup>2</sup>, surtout lorsque l'alimentation est d'origine pluviale ou nivo-pluviale. La Sicile ne possède qu'une seule rivière permanente. En Espagne, malgré un bassin de 1820 km<sup>2</sup>, il est arrivé au Jalon d'être à sec à Cetina. Bien des cours d'eau du versant médi-

terranéen espagnol ne sont que des "ramblas" au flux intermittent. Seule la présence des réservoirs naturels que sont les massifs calcaires assure une alimentation soutenue : ainsi en est-il pour les "nahr" libanais, pour l'Oronte et le Litani, comme pour la Neretva dans les Alpes Dinariques.

15. La zone d'exoréisme correspond aux régions sub-humides, tandis que l'endoréisme s'étend dans les régions subarides ; les oueds finissent dans des sebkras qui sont des bassins fermés où l'eau s'accumule puis s'évapore en laissant des croûtes salines. Dans la plaine de Kairouan, les oueds descendus de la Dorsale Tunisienne, l'oued Merguellil, l'oued Nebaana, l'oued Zeroud, n'atteignent pas toujours leur déversoir, le lac Kelbia. Reflet du climat, l'hydrographie le compense mal ; les cours d'eau sont maigres ou absents lorsque les pluies manquent et il y a excès d'eau lorsqu'elles tombent.

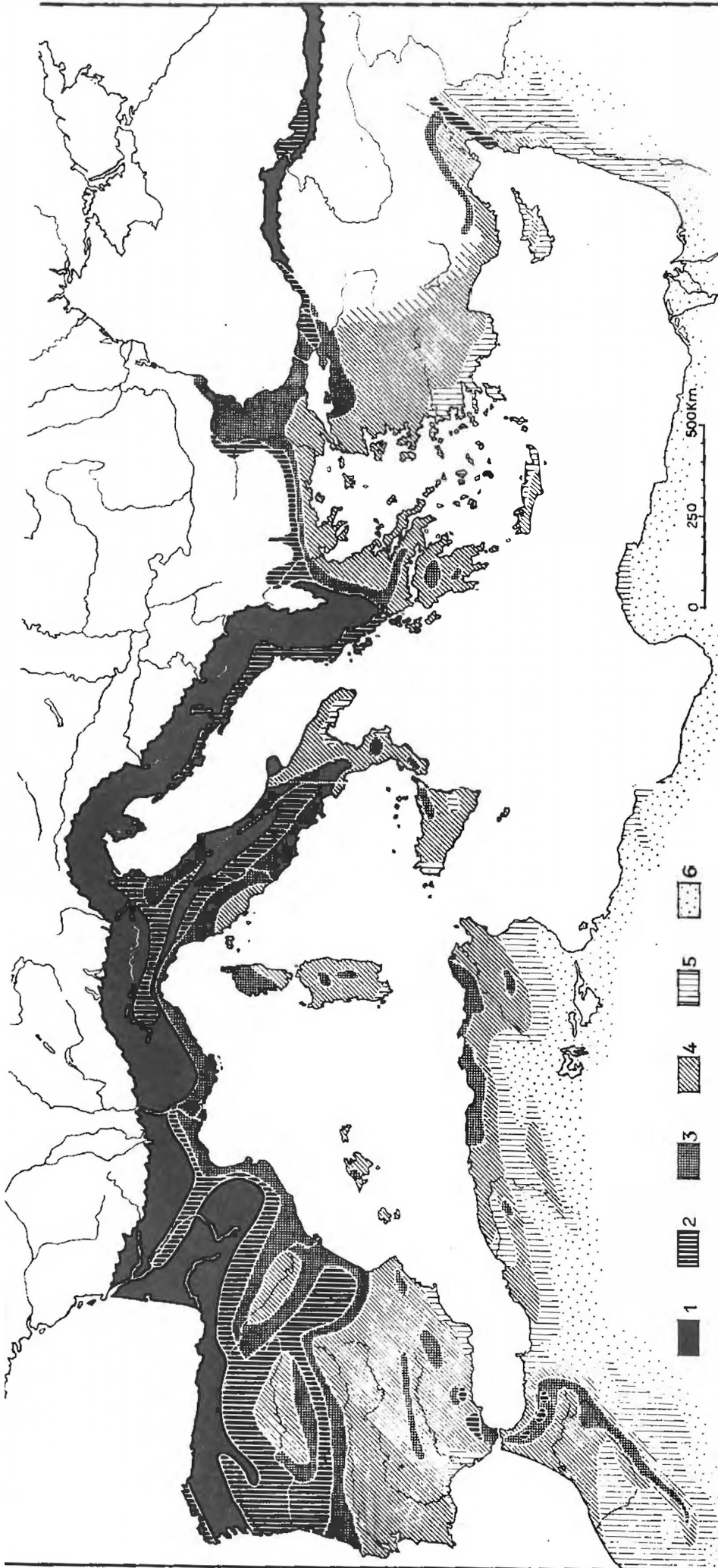
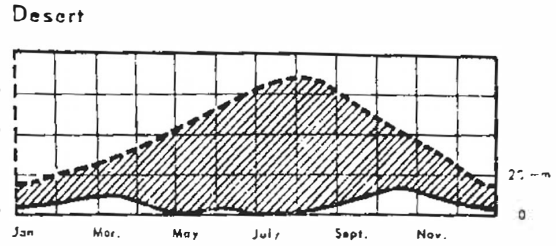
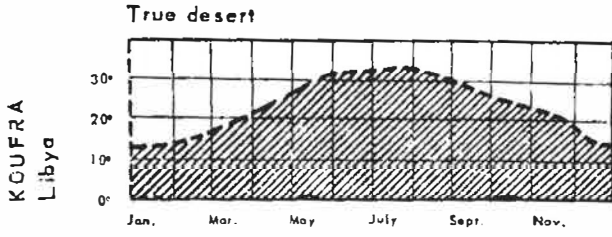


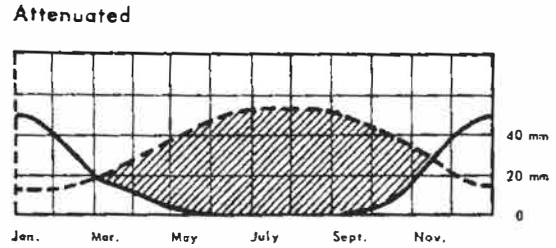
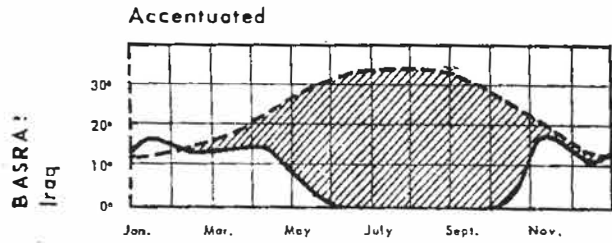
Fig. 12. — Durée de la saison sèche (d'après la carte de H. Gausson, Emberger, Kassas, de Philippis et M. Dacrooulos; Carte bioclimatique de la région méditerranéenne au 1/5 000 000, publiée par l'U.N.F.S.C.O. - F.A.O., Paris, 1952).  
 1. Domaine sans jours secs. — 2. Nombre de jours secs compris entre 0 et 40. — 3. Id. entre 40 et 75. — 4. Id. entre 75 et 125. — 5. Id. entre 125 et 200. — 6. Plus de 200 jours secs N.-E. — Dans les Balkans et dans l'Asie Mineure, l'indice xérothermique n'a été calculé que pour les stations dont tous les mois ont une moyenne thermique supérieure à 0°. On comparera avec la figure 6

## DESERT CLIMATES



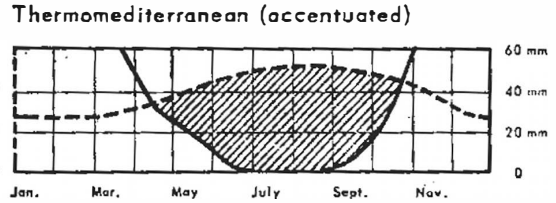
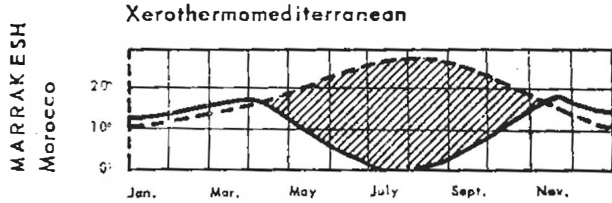
**COLOMB-BECHAR**  
Algeria

## SUB-DESERT CLIMATES

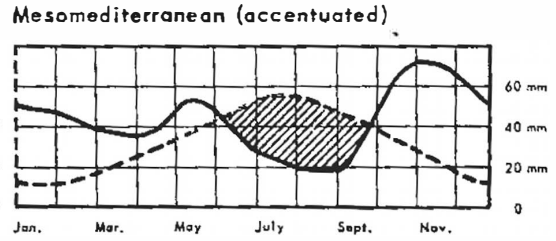
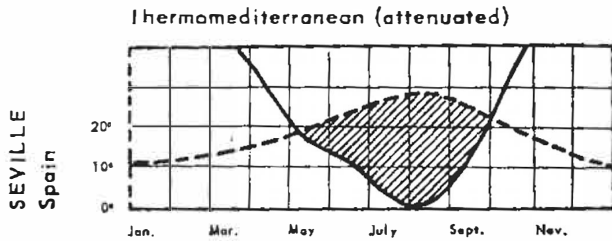


**DAMASCUS**  
Syria

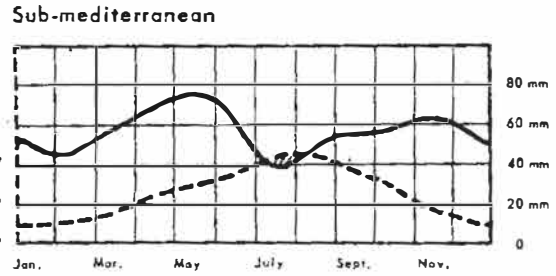
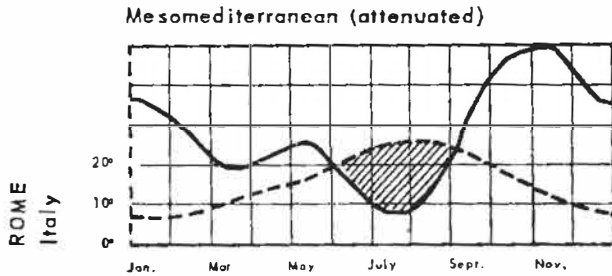
## MEDITERRANEAN CLIMATES



**BEIRUT**  
Lebanon



**LARISSA**  
Greece

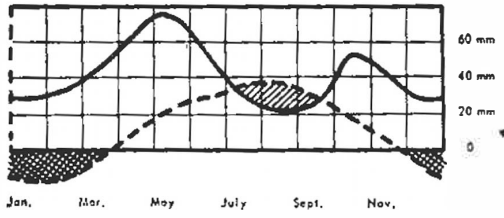


**TOULOUSE**  
France

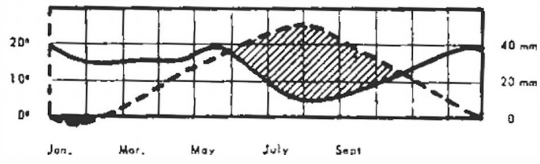
**CLASSIFICATION DES BIOCLIMATS : diagrammes ombrothermiques**

Source : UNESCO . Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne . 1963

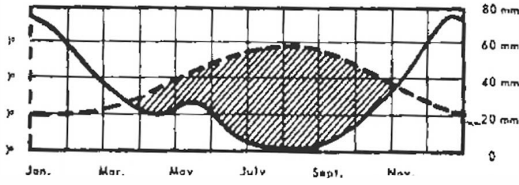
**ERZURUM**



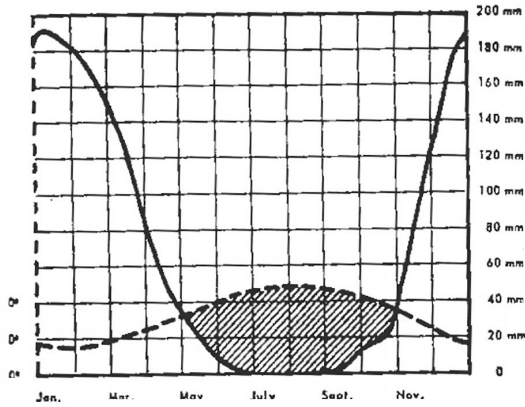
**ANKARA**



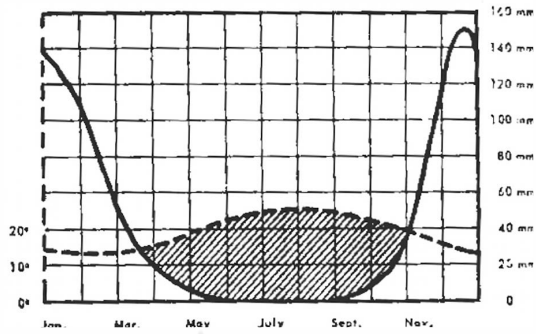
**NICOSIA**



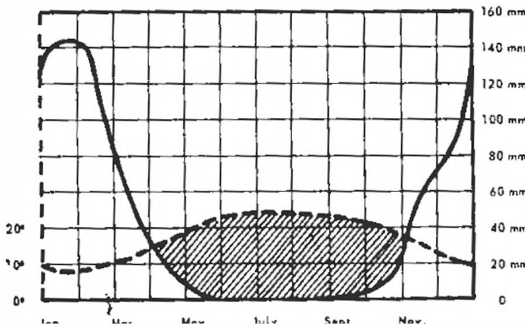
**MERDJAYOUN**



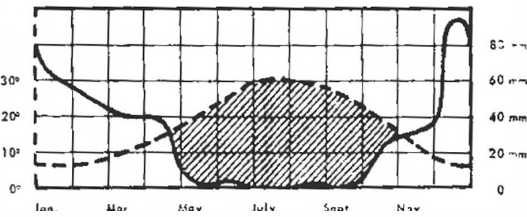
**TEL AVIV**



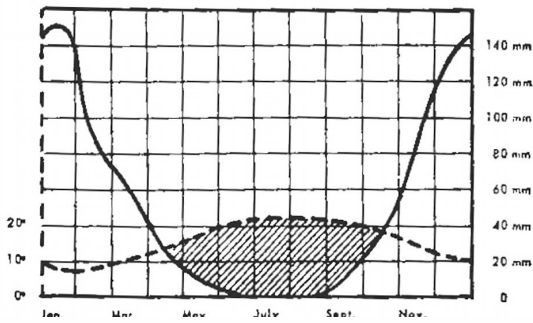
**JERUSALEM**



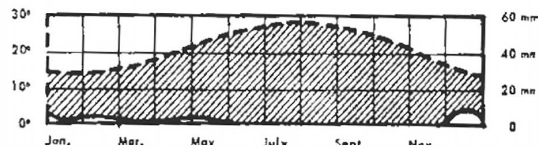
**ALEPPO**



**CYRÈNE**



**CAIRO**



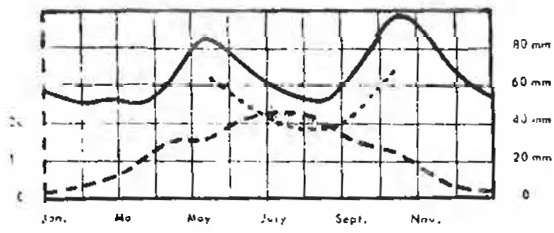
**ALEXANDRIA**



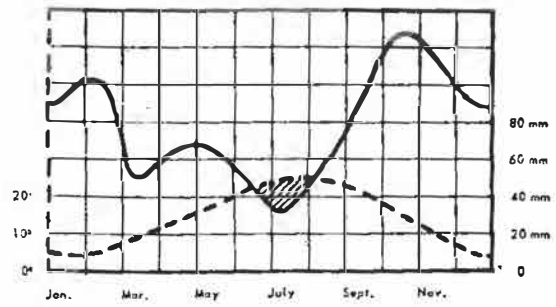
**MEDITERRANEE ORIENTALE : diagrammes ombrothermiques**

Source : UNESCO . Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne . 1963

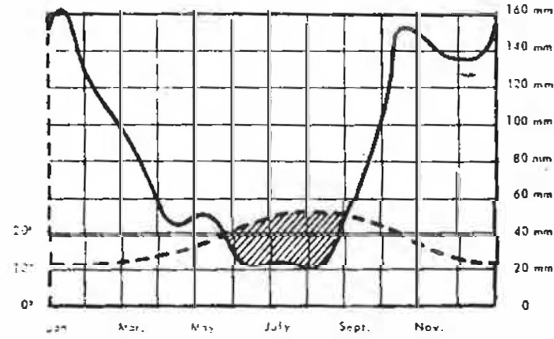
MILAN



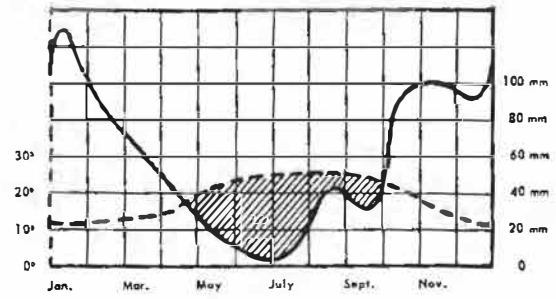
FLORENCE



MESSINA



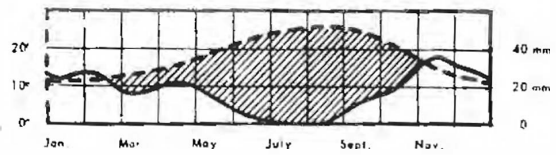
PALERMO



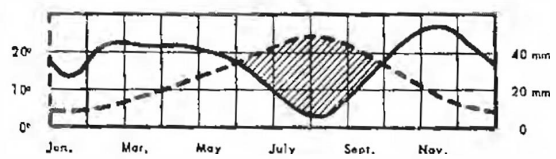
MEDITERRANEE OCCIDENTALE :

diagrammes ombrothermiques . Source citée

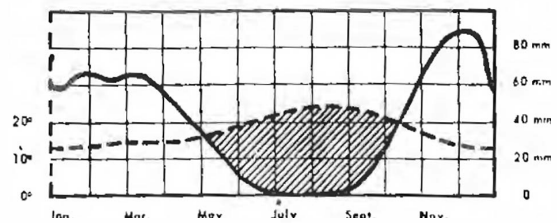
ALMERIA



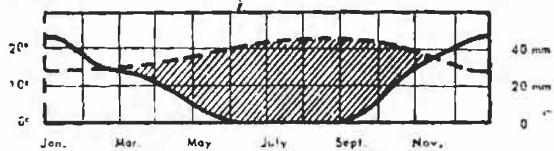
MADRID



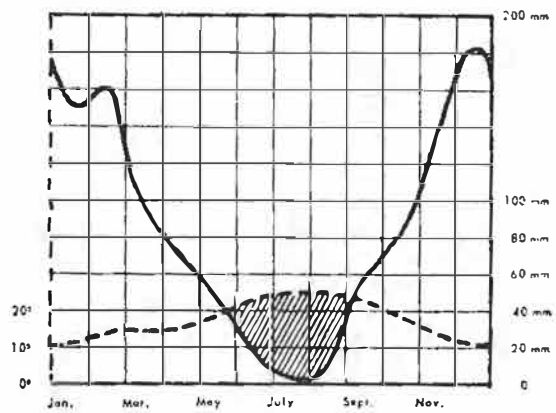
RABAT



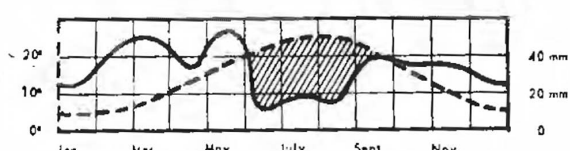
AGADIR



TABARKA

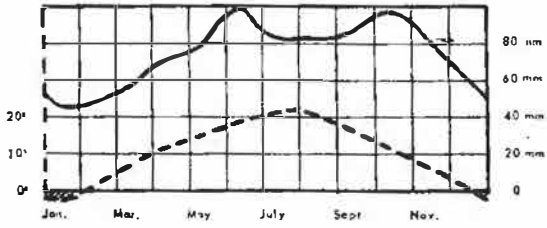


LA MESKIANA

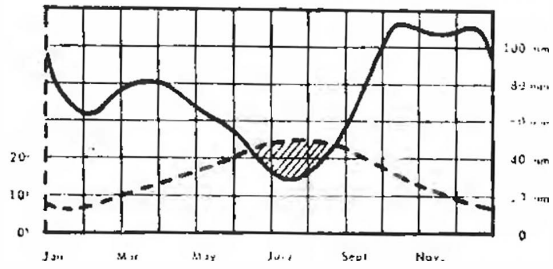




ZAGREB

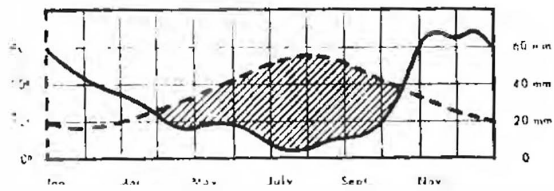


SPLIT

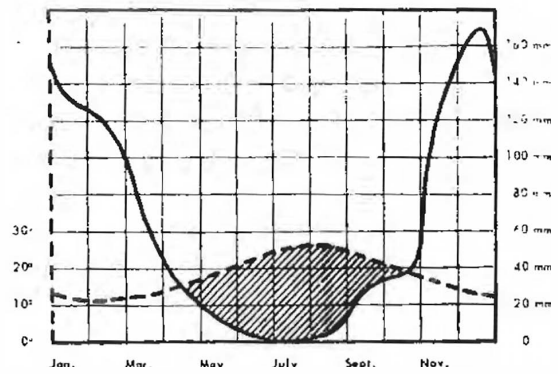


31

ATHENS



CANEA



## 2.- L'EXCES D'EAU

### 2.1. DES PLUIES SURABONDANTES

16. Les averses concentrées peuvent avoir la violence des pluies de mousson, autant dans les régions typiquement méditerranéennes que dans les régions arides. Plusieurs exemples sont célèbres : le record d'intensité a été atteint en octobre 1951 où 1 500 mm tombèrent en trois jours sur la Calabre. Mais Marseille a reçu 210 mm en quatre heures le 1er octobre 1892, tandis que Novi (Italie) totalisa 558 mm en huit heures en août 1933. Les déluges qui ont affecté les régions steppiques et désertiques nord-africaines en septembre-octobre 1969 ont laissé un souvenir durable : tandis que les moyennes pluviométriques de Kairouan sont de 286 mm/an (moyenne sur 50 ans), Kairouan reçut 135 mm en septembre 1969 et 473 mm en octobre 1969.
- De nombreuses pluies journalières supérieures à 100 mm ont été fréquemment enregistrées alors sur le territoire tunisien : dans le village d'El Ala, à l'ouest de Kairouan, 300mm tombèrent le 6 octobre et 272 mm le 27 octobre.
- Partout, en Afrique du Nord, il peut arriver que d'abondantes chutes de pluies de plusieurs dizaines de mm tombent en quelques minutes après de longues périodes sèches. A Oujda et dans les plaines du nord-est marocain, une précipitation de 50 mm en 24 heures est un événement presque normal bien que les quantités totales de l'année s'élèvent à peine à 350 mm.
17. Les apparences de l'excès sont aussi provoquées par l'importance des précipitations montagnardes. Toutes les montagnes reçoivent des quantités copieuses : de 1000 à 2000 mm tombent sur le Rif, les Kabylies, la Kroumirie. En Corse, toutes les régions supérieures à 700 m reçoivent plus de 1000 mm, et les totaux dépassent 1500 mm au-dessus de 1100 m. Les records sont atteints dans les Alpes Dinariques : à 1100 m Crkvice, en Yougoslavie méridionale, reçoit 4556 mm, et Cetinje, au-dessus des bouches de Kotor, 2600 mm. Même l'Aurès qui domine le Sahara, a encore de 6 à 800 mm et parfois 1 m sur les sommets. Ces fortes précipitations de saison froide entraînent un enneigement important et prolongé : une hauteur de neige de 30 m a été mesurée, en 1952, dans le nord de la Yougoslavie, à 2500 m.
18. L'abondance des pluies et des neiges ont l'intérêt de prolonger la durée des écoulements et de favoriser la recharge des nappes ; mais le caractère brutal des précipitations peut minimiser ces effets à cause de la rapidité du ruissellement.

## 2.2. DES CRUES VIOLENTES

19. L'inconstance des cours d'eau méditerranéens, même pérennes, reflète la variabilité extrême de la pluviométrie. Elle s'exprime d'abord par la forte amplitude des débits moyens : la Medjerda qui charrie 91,7 m<sup>3</sup>/s en février, n'en possède plus que 3,2 en juillet. Entre le mois le plus abondant et le mois d'étiage, la variation peut être de 111 à 1 pour un petit cours d'eau du sud de la Sardaigne, de 60 à 1 pour l'Oued Fodda an Algérie. Entre les années de pluies déficientes et les années de pluies abondantes, le débit moyen pour un même mois peut grossir 10, 20 ou 50 fois. Le coefficient de variation atteint 120 sur le Platani en Sicile, 80 sur le Simeto, 60 sur le Flumineddu en Sardaigne.
20. Les cours d'eau méditerranéens possèdent, en outre, la réputation méritée d'avoir, avec les cours d'eau chinois, les crues les plus fortes du globe par rapport à l'étendue de leurs bassins versants. En octobre 1940, le Tech a roulé 3 400 m<sup>3</sup>/s pour un bassin-versant de 382 km<sup>2</sup> et le Flumendosa, en Sardaigne, a enregistré le record de 1050 m<sup>3</sup>/s pour 62 km<sup>2</sup>. Ces crues foudroyantes provoquent des catastrophes, surtout en automne, dans les régions touchées : dans le sud espagnol, le débit du Vinalopo a atteint 300 fois sa valeur moyenne et celui du Rio Mula 500 fois. En Afrique du Nord, des débits de 8000 m<sup>3</sup>/s ont été évalués sur la Moulouya, 4 200 m<sup>3</sup>/s sur le Chélif, 2 500 m<sup>3</sup>/s sur la Medjerda. Les pluies diluviennes de l'automne 1969, en Tunisie centrale, ont entraîné des crues dévastatrices qui, pour l'Oued Zeroud et plusieurs de ses voisins, ont été considérées supérieures à la crue millénaire. L'Oued Zeroud dont le bassin s'étend sur 8 950 km<sup>2</sup> a connu un débit maximum de 18.000 m<sup>3</sup>/s (2 000 l/s au km<sup>2</sup>) et l'Oued Merguellil dont le bassin n'a que 793 km<sup>2</sup> un débit maximum de 4 000 m<sup>3</sup>/s (5 000 l/s au km<sup>2</sup>). La durée des débordements ravageurs a pourtant été très brève : l'Oued Zeroud est entré en crue le 6 octobre à 12 h 30, a culminé de 17 h à 20 h, et la crue était achevée le 7 octobre à 8 h. Les incidences des crues sur le volume d'eau transporté se manifestent à travers le tableau suivant :

	Crues automne 1969 Millions de m <sup>3</sup>	Apport moyen annuel Millions de m <sup>3</sup>
Oued Zeroud	2 000	90
Medjerda	1 150	1 000
Nebaana	155	34,1
Mellègue	680	15,7
Miliane	255	28,5

On a estimé que 3 à 4 milliards de m<sup>3</sup> d'eau se seraient ainsi écoulés vers la mer.

21. Ces gonflements excessifs expliquent que des cours d'eau indigents ou intermittents possèdent souvent des lits d'une largeur démesurée, et construisent d'énormes accumulations de piedmont où les lits fluviaux, parfois, n'existent plus.

### 2.3. DES EAUX STAGNANTES ET MALSAINES

22. Les régimes capricieux et l'énorme volume des crues déclenchent une action érosive brutale, favorisée par les fortes pentes, la minceur du couvert végétal, le fait aussi que les crues surviennent après les sécheresses d'été qui réduisent encore un tapis végétal déjà malingre. La turbulence des écoulements provoque d'importants transports de galets, mais les cours d'eau méditerranéens battent surtout les records mondiaux de turbidité spécifique. On considère qu'une crue comme celle du Tech, en octobre 1940, peut transporter un tiers de limons en plus que le volume apporté par le Rhône en année moyenne. Les inondations de Tunisie centrale, en 1969, ont eu de vigoureux effets morphologiques. Dans la plaine de Kairouan, l'une des régions les plus touchées, un grand lac s'était formé ; l'accumulation des matériaux fins a atteint 40-50 cm sur des espaces très vastes et même 1 m- 1,20 m par endroits. La masse d'eau donnait naissance à des courants importants qui se sont dirigés parfois vers les thalwegs existants mais qui ont aussi formé de nouveaux lits, ou de véritables vallées. Lorsque les eaux sont parvenues jusqu'à la mer, le dépôt des éléments sableux ou sablo-limoneux a engraisé les cordons littoraux ou les deltas sous-marins.
23. Ce phénomène d'alluvionnement est généralisé au bord de la Méditerranée où l'absence de marée ne permet pas le balayage des côtes : d'où l'oblitération habituelle des estuaires, même sur des côtes abruptes (Corse Occidentale), et l'extension des côtes "construites", des côtes à étangs. Le marécage a suscité la malaria, apportée par un moustique du genre anophèle qui peut se multiplier au dessus de 16° dans les eaux stagnantes. La malaria existe donc à l'état endémique, provoquée par les conditions naturelles. Elle diminue quand la mise en valeur progresse ; aussi a-t-elle été, dans le passé, aggravée par les guerres, la piraterie, l'abandon des plaines littorales. Elle n'était pourtant pas limitée aux régions côtières car les populations transhumantes l'avaient répandue en montagne et la contamination était générale.
24. La lutte contre les marécages a accompagné toute l'histoire de la Méditerranée. Seuls les moyens techniques du 20<sup>e</sup> siècle et le D.D.T., répandu par les Américains à la fin de la dernière guerre, parvinrent à triompher de la malaria que les progrès de l'irrigation développent aujourd'hui.

## SOURCES

P. BIROT, La Méditerranée et le Moyen-Orient  
Tome I - Généralités - Péninsule Ibérique - Italie  
Tome II - La Méditerranée Orientale et le Moyen  
Orient, Orbis, P.U.F., Paris, tome I 1964, 550 p.,  
tome II 1966, 526 p.

X. DE PLANHOL et P. ROGNON, Les zones tropicales arides et  
subtropicales, A. Colin, Paris, 1970, 487 p.

UNESCO - FAO, Carte bioclimatique de la Région Méditerranéenne,  
Paris, 1963.

UNESCO, Les inondations de septembre-octobre 1969 en Tunisie,  
Rapport n° 1957/OMS, RD/SCE, Paris, juin 1970, 51 p.

## REGIMES HYDROLOGIQUES MEDITERRANEENS

### 1 - REGIME PLUVIAL CLASSIQUE

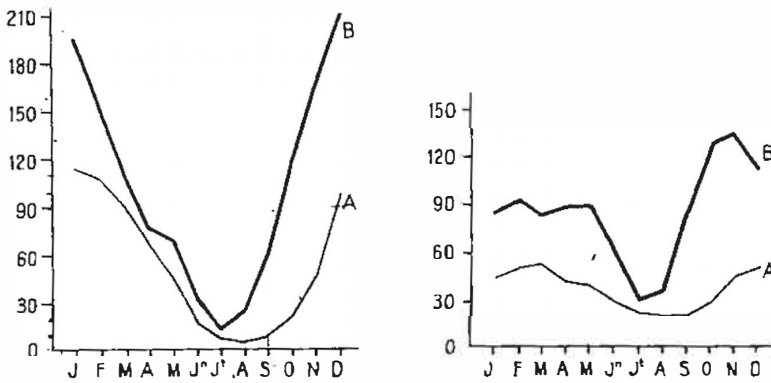


FIG. 8 bis. — Régimes de rivières méditerranéennes

A gauche : Le Crati (Calabre). — B. Précipitations sur le bassin versant. — A. Tranche écoulée.  
A droite : Le Tibre à Rome. — B. Précipitations. — A. Tranche écoulée.  
Les tranches d'eau sont indiquées en millimètres.

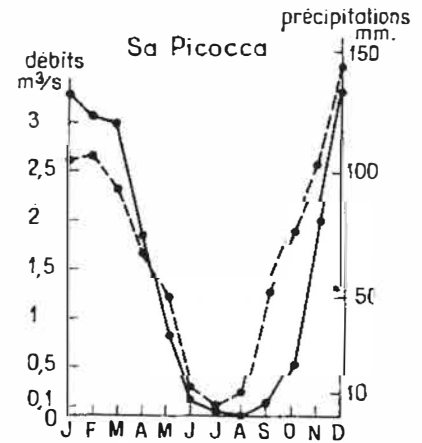


FIG. 194. — Le Sa Picocca, petit cours d'eau du Sud de la Sardaigne.  
Précipitations mensuelles (tirets) et débits moyens mensuels (trait plein) d'après les *Dati caratteristici...*

### 2 - REGIME NIVO-PLUVIAL OU PLUVIO-NIVAL

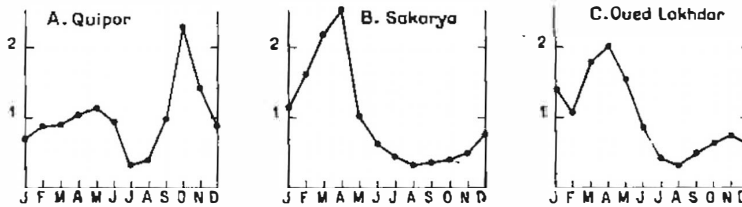


FIG. 197. — Régimes de trois cours d'eau méditerranéens. Coefficients de débit.  
A : Quipar, près de Murcie (Espagne). — B : Sakarya (Anatolie) à Pasalarbogazi. — C : Oued Lakhdar (Haut-Atlas marocain). D'après ALAVEDRA, GIRARDY-JACQUIER-ROUX, et LOUP.

### 3 - INFLUENCE DU KARST

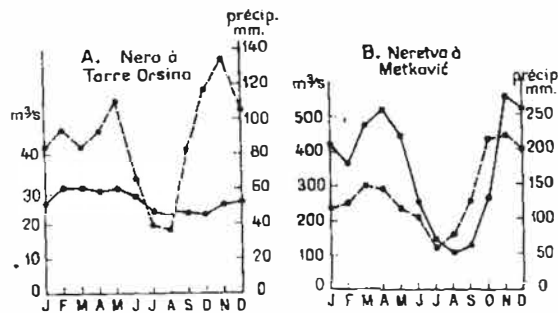


FIG. 196. — Variations saisonnières de deux cours d'eau méditerranéens karstiques.  
Traits continus : débits. — Traits interrompus : précipitations.  
A : Nera à Torre (Orsina (au Nord de Rome), 1936-50, d'après les *Dati...* Très grande pondération de la rivière par rapport aux précipitations. — B : Neretva (Yougoslavie) à Metkovic (cours inférieur), 1923-40. D'après LAZTÉ. Pondération médioere. Régime pluvio-nival (comparer débits et précipitations).

## REGIMES HYDROLOGIQUES MEDITERRANEENS (suite)

### 4 - REGIME COMPLEXE

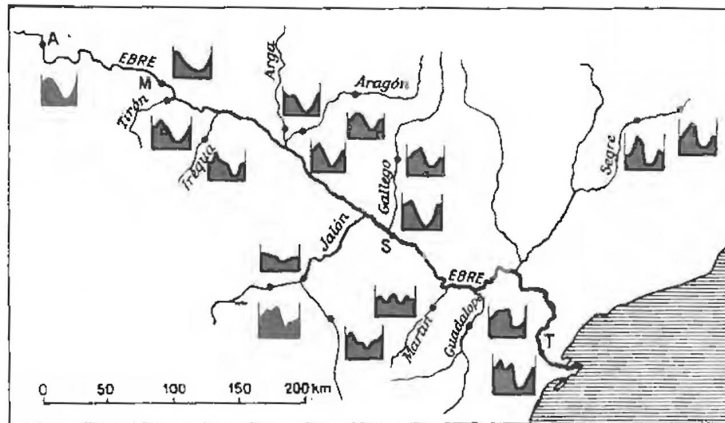


FIG. 198. — Régime de l'Ebre et de ses affluents, d'après les données de V. Masachs ALAVEDRA. Sur tous les schémas de diagrammes, juillet est au milieu.

### 5 - FLUCTUATIONS HYDROLOGIQUES

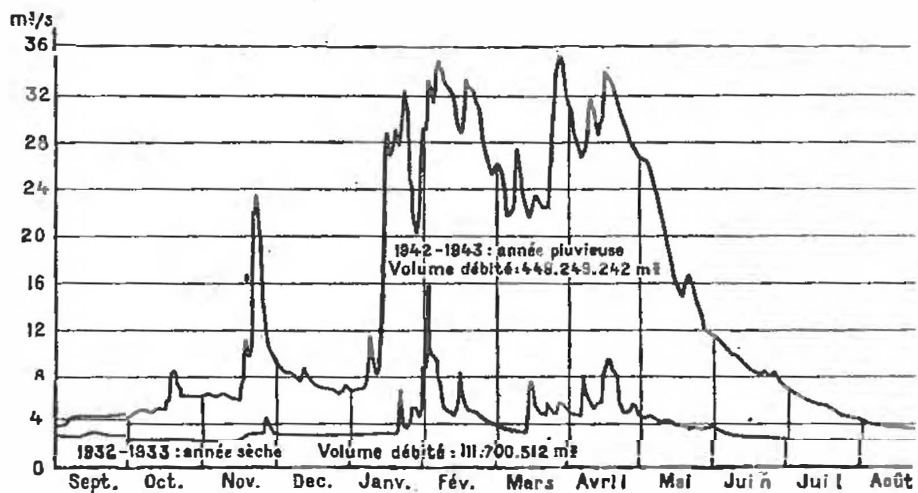


FIG. 47. — Le régime du Litani à Mansoura (d'après I. Abd el-Al.)  
Année maxima et année minima

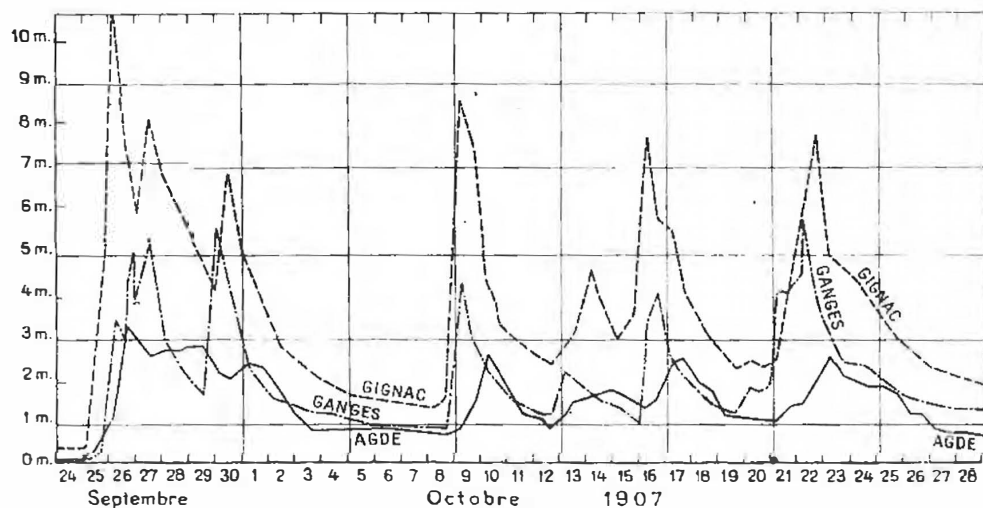


FIG. 195. — Les crues répétées de l'Hérault en septembre et octobre 1907 à Ganges (cours supérieur), Gignac (cours moyen), et Agde (cours inférieur). D'après J. Rougé.

Exemple de pulsations brutales et brèves de type méditerranéen cévenol. Le 26 septembre, alimentation essentielle par le Causse du Larzac (montée énorme à Gignac) et faible par l'Aigoual (Ganges); puis le 27 et surtout le 30 septembre, c'est l'Aigoual qui fournit le plus. Les 9 et 16 octobre, c'est à nouveau le bassin moyen qui l'emporte; le 22 octobre, c'est derechef l'Aigoual. Aplatissement des crues à Agde dans le cours inférieur, par suite des inondations. Faibles délais de propagation.

## II - L'EAU ET L'AGRICULTURE

---



## 1. - LES TECHNIQUES HYDRAULIQUES TRADITIONNELLES

---

25. La sécheresse saisonnière plus ou moins longue, la présence du désert, font que toutes les activités humaines sont liées aux solutions apportées aux problèmes de l'eau. D'où le rôle fondamental des techniques hydrauliques traditionnelles qui ont régné exclusivement jusqu'au 19ème siècle, et survivent fréquemment aujourd'hui. Elles représentent soit des modes d'utilisation habiles des conditions offertes par la nature, soit de faibles correctifs.

### 1.1. L'UTILISATION DIRECTE DES EAUX DE SURFACE

#### 1.1.1. L'utilisation des crues

26. Méthode habituelle quand un fleuve traverse le désert ; ce fut le cas sur le Nil, alimenté par les pluies tropicales qui provoquent une crue estivale, mais aussi sur l'Euphrate qui bénéficie d'une alimentation pluvio-nivale grâce aux montagnes de son cours supérieur.
27. Exemple du Nil : l'irrigation saisonnière qui aurait été organisée par Menès (3400 avant J.C.) s'est perpétuée jusqu'au 19ème siècle. Des digues contenaient le lit mineur du fleuve, tandis que le lit majeur était découpé en casiers irrigués par des canaux arrivant de l'amont et dérivant les hautes eaux du Nil. Ces bassins d'inondation ou hods étaient groupés en systèmes submergés d'août à octobre, c'est-à-dire de 40 à 70 jours. Les semailles avaient lieu dans la boue, lorsque les eaux se retiraient. Le stockage de l'humidité permettait une récolte de printemps.

#### 1.1.2. L'utilisation des eaux de ruissellement

28. Technique répandue partout sur les franges désertiques du Maghreb à la Basse Asie Centrale. Les populations locales ont coutume de faire des cultures de céréales sur le sol imbibé après les pluies. Mais ce sont des cultures épisodiques et aléatoires, qui suivent le rythme des pluies et ne sont même pas possibles tous les ans (garaa en Tunisie).
29. Aussi les efforts ont-ils souvent abouti à un stockage temporaire de l'eau, portant sur des volumes limités. Le cours des oueds est coupé transversalement par de petits barrages successifs en escaliers où l'eau s'accumule : la culture des céréales, parfois de quelques arbres, peut s'installer. Ces aménagements sommaires existent sur le piémont de l'Atlas Saharien, en Tripolitaine, dans le désert libyque égyptien,

même en Crête orientale. Mais les réserves durent peu et les barrages qui sont fragiles finissent parfois par céder ou se combler.

### 1.1.3. L'aménagement des Piedmonts

30. C'est la technique la plus évoluée d'inondation dirigée puisqu'elle intéresse soit une région plus vaste, soit un organisme hydrologique. Deux exemples :

. La région d'Almería dans le sud est de l'Espagne : les eaux de ruissellement sont concentrées dans des lits d'écoulement temporaire qui s'élargissent progressivement vers l'aval. Des digues perpendiculaires ou obliques dirigent le courant vers des champs disposés en terrasses parfois pourvues d'une contre-pente et d'un déservoir. La technique paraît remonter à l'époque musulmane (12<sup>ème</sup> siècle). Elle permet essentiellement la culture des céréales.

. Le piedmont de Kairouan, au bas de la Dorsale Tunisienne. Des barrages-digues parallèles ou obliques par rapport aux principaux lits d'écoulement maintiennent les oueds sur les parties hautes du cône alluvial, d'où le flot peut être distribué vers l'aval.

## 1.2. LES PROCÉDES ELEVATOIRES

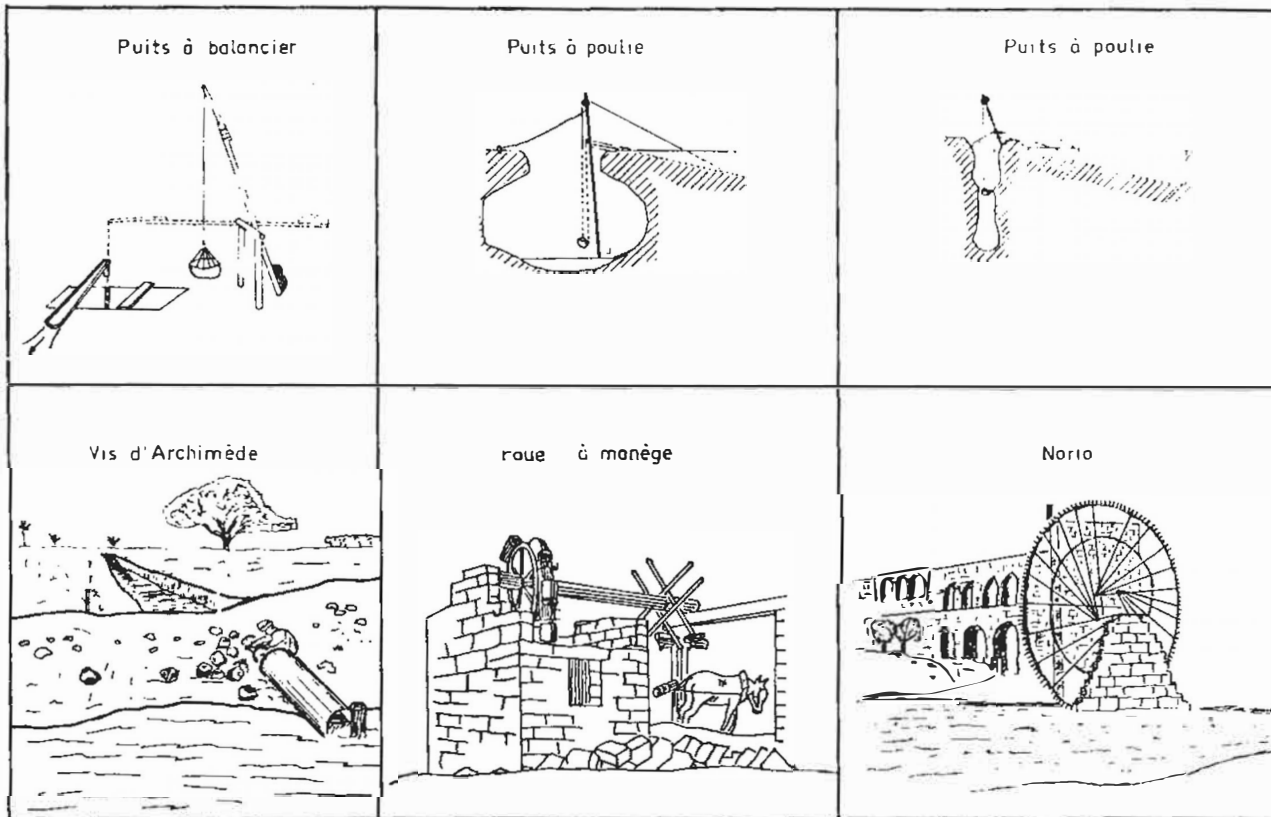
31. Indispensables quand l'écoulement par gravité est impossible, ils sont appliqués aux puits, aux eaux courantes et aux fleuves pérennes.

### 1.2.1. Les Machines simples

Mues par un homme, elles ont une efficacité réduite.

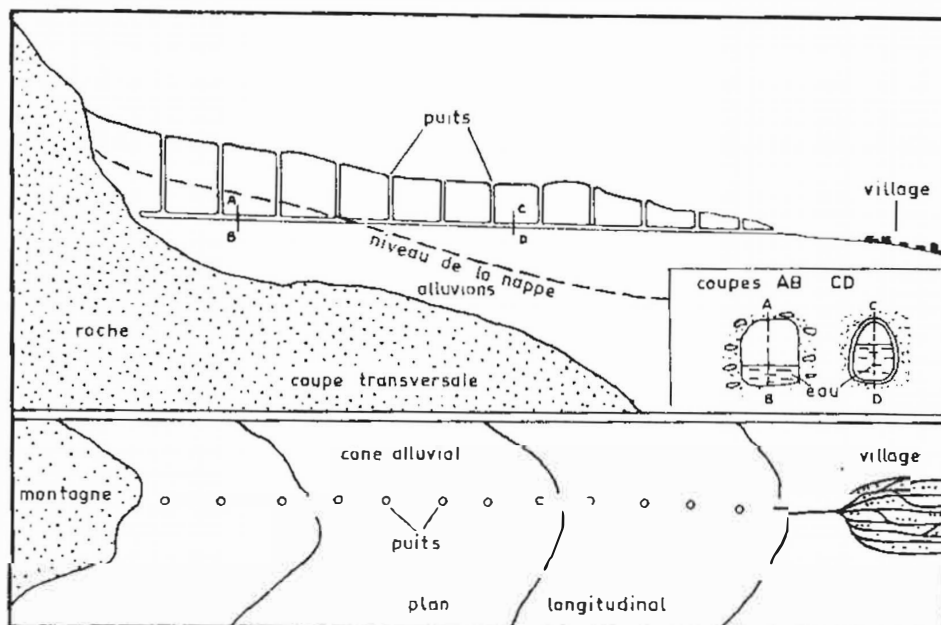
32. . La Vis d'Archimède est un cylindre en bois sur un axe en fer avec un plancher de bois en forme d'hélice mû par une manivelle qui propulse l'eau vers le haut. Le cylindre en position oblique permet une élévation de 80 cm, déversant l'eau dans une rigole. La tradition attribue son introduction en Egypte à Archimède de Syracuse, mais elle est probablement plus ancienne et pourrait remonter au 4<sup>ème</sup> siècle avant J.C.

33. . Le Chadouf est un seau en cuir accroché à l'extrémité d'une perche munie d'un contre poids, généralement une boule d'argile. Le seau vide l'eau dans une rigole. Le débit est assez faible mais l'élévation peut atteindre 2 à 4 m. Ce système de balancier est habituel dans la vallée du Nil ; on le retrouve sur les puits des oasis sahariennes (Souf). Il existait en Mésopotamie dès le 3<sup>ème</sup> millénaire avant J.C.



### TECHNIQUES D'ÉLEVATION DES EAUX

Les puits d'après L. ELDBLOM, *Points de vue comparatifs sur les problèmes d'irrigation dans trois oasis libyennes*, 1961; vis d'Archimède d'après J. BESANÇON, *L'Homme et le Nil*, 1957, photo p. 96; roue à manège d'après J. WEULERSSE, *Paysans de Syrie et du Proche-Orient*, 1946, p. 163; noria d'après W. KLAER, *Eine Landnutzungskarte von Libanon*, 1962, photo 2.



### LES GALERIES DRAINANTES SOUTERRAINES (*foggara-qanat*)

A gauche, coupe verticale et plan longitudinal schématiques.  
 D'après P. W. ENGLISH, « The origin and spread of qanats in the old world », *Proceedings of the American Philosophical Society*, 1968.

### 1.2.2. Les machines complexes

Plus efficaces, elles exigent la traction animale (âne, mulet, boeuf, chameau).

34. . Le puits à poulie nécessite une maçonnerie solide pour soutenir le moyen de puisage, une outre pouvant contenir jusqu'à 35 l. Il permet d'atteindre des nappes assez profondes (10-50 m) et appartient généralement à des exploitants assez aisés à la différence du Chadouf. Ce fut une invention assez tardive originaire d'Egypte ou de Mésopotamie. Il est aujourd'hui répandu au Sahara mais il a disparu de la vallée du Nil.
35. . Les roues élévatoires sont représentées par plusieurs systèmes :
- la chaîne de pots, fixés à une roue entraînée par un axe à manivelle ou à pédale, existe de la Méditerranée Occidentale à l'Extrême-Orient;
  - les roues à engrenage additionnent la fonction élévatoire d'une roue verticale à la fonction motrice d'une roue horizontale qui s'adapte à la première par des dents et qu'entraîne un animal. Ce système est répandu dans tout le bassin méditerranéen et en bordure nord du Sahara, mais le puisage est limité à des puits d'une dizaine de mètres de profondeur. Les roues à engrenage se sont multipliées à l'époque hellénistique à partir du foyer de progrès d'Alexandrie;
  - les norias sont des roues entraînées par le courant qui existent au bord des cours d'eau d'Espagne, du Maghreb et dans tout le Proche-Orient, en Syrie surtout. Elles paraissent plus récentes que les roues élévatoires et doivent être venues des montagnes du Nord de l'Iran où elles sont décrites à l'époque romaine.

### 1.3. LA CONSTRUCTION DES BARRAGES

Elle permet l'irrigation permanente à partir de cours d'eau pérennes.

#### 1.3.1. Barrages de dérivation

36. Technique simple adaptée aux régions montagneuses, aux collines ou aux piedmonts. Il s'agit d'une digue oblique par rapport au courant et submersible lors des grandes crues afin de n'être pas emportée. Elle dirige l'eau vers un canal de dérivation oblique par rapport au lit du fleuve et capable d'irriguer des terres de plus en plus élevées vers l'aval au dessus du cours d'eau. Les barrages sont parfois de simples levées de cailloux, mais aussi des ouvrages plus élaborés où alternent

lits de terre et de branchages. Les barrages de maçonnerie existaient déjà dans toute l'Afrique du nord à l'époque romaine. Certaines des plus vieilles régions irriguées l'ont été à partir de barrages de dérivation (exemple : les huertas du Levant espagnol). Ces barrages ont l'inconvénient d'avoir un débit aussi variable que celui des cours d'eau qu'ils ponctionnent.

### 1.3.2. Les barrages d'élévation

37. A la différence des précédents, ils barrent complètement le cours du fleuve et ne sont pas submersibles. De volume plus considérable, comportant des vannes pour l'écoulement des surplus, ils supposent une technique supérieure. Ils permettent l'alimentation des canaux de dérivation hors des périodes de hautes eaux et annoncent l'irrigation pérenne. C'est le barrage de la pointe du Delta, sur le Nil, construit de 1843 à 1861, qui représente le meilleur exemple des barrages d'élévation.

### 1.3.3. Les barrages réservoirs

38. Ils sont seuls capables de pallier l'irrégularité des débits et d'apporter une alimentation permanente aux hommes et aux cultures. Mais ils exigent des volumes d'eau importants et des conditions topographiques favorables.
39. Les premiers modèles qui étaient des barrages-poids semblent avoir été réalisés en Iran entre le 6ème et le 4ème siècle avant J.C. Ils se sont répandus ensuite en Mésopotamie, en Syrie, à Byzance. L'Iran semble avoir construit aussi le premier barrage-voûte au 13ème siècle. L'Espagne et l'Italie ont expérimenté la technique dès le 17ème siècle.
40. Dans les régions arides, les barrages réservoirs ont l'inconvénient d'être menacés de comblement rapide à cause de l'abondance des matériaux en suspension au moment des crues. Ils emmagasinent simultanément les limons fertiles charriés par les eaux.

## 1.4. L'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES

### 1.4.1. Les Puits

41. L'utilisation des eaux souterraines est indispensable dans les régions steppiques et désertiques où manquent les eaux de surface.
42. Bien qu'ils supposent un niveau technique assez élevé qui est celui des groupes sédentaires, surtout des agriculteurs sédentaires, les puits peuvent être de construction sommaire. Dans le désert, lorsque les nappes phréatiques sont proches de la surface, ils ressemblent à de simples cavités aisément polluées.

Creusés à la main, ils sont cylindriques et ont de 1 à 2 m de diamètre. L'art du coffrage a été précocement connu : la tradition fait remonter les puits coffrés au 14<sup>ème</sup> siècle dans l'Oued Righ. Les matériaux utilisés pour consolider les parois dans les formations meubles sont les pierres, les branches, les troncs de palmiers, même les tibias des chameaux. Leur profondeur peut atteindre 60 m. Les premiers puits tubés, forés mécaniquement, ont fait leur apparition au Sahara à partir de 1856 ; ils ont de 30 à 60 cm de diamètre, mais peuvent descendre beaucoup plus bas que les précédents. Les puits à superstructures qui bénéficient d'appareils élévatoires (noria, chadouf...) sont localisés chez les sédentaires et essentiellement destinés à l'irrigation.

#### 1.4.2. Les galeries drainantes souterraines

43. Elles peuvent exister quand la surface topographique s'abaisse au dessous de la cote d'altitude maxima atteinte par la nappe phréatique : ces conditions se rencontrent fréquemment dans les vallées ou les dépressions fermées dominées par des montagnes, en particulier sur les piedmonts désertiques. Les galeries ont des pentes variables allant de 5% à 45%, inférieures à la pente du sol et de la nappe ; elles se signalent à la surface du sol par des alignements de trous, orifices d'évacuation des matériaux qui sont accumulés autour. Leur réseau peut s'allonger sur plusieurs km (Iran - Sahara). Elles sont généralement plus longues en terrain résistant et plus courtes dans les formations alluviales.
44. Les galeries drainantes paraissent être originaires de l'Iran où elles portent le nom de qanat et où elles sont connues depuis 800 ans avant J.C. Elles se sont répandues dans l'ensemble du Bassin Méditerranéen, en Anatolie, à Chypre, en Egypte, en Lybie, en Tunisie, et sont nombreuses dans le Sahara septentrional où elles sont appelées foggara. Celles qui existent à proximité de Madrid et de Barcelone semblent d'origine arabo-berbère. En Italie, elles ont servi à l'alimentation en eau de la ville de Sienne depuis le 12<sup>ème</sup> siècle. Près de Rome, elles avaient la même utilité pour la ville étrusque de Veii,
45. Les galeries drainantes ont l'intérêt de capter l'eau de nappes parfois profondes et d'avoir un débit régulier. Mais l'exploitation entraîne l'abaissement progressif de la nappe ; il faut donc soit allonger la galerie en amont, soit l'enfoncer. Si on continue à construire des qanat en Iran, les galeries souterraines ont été parfois abandonnées dans le Bassin Méditerranéen au bénéfice des forages pompés (Tunisie ; au Sahara, où elles furent creusées jadis par des troupes d'esclaves, leur entretien est parfois négligé).

### 1.5 LE BILAN

En conclusion, voici les traits qui caractérisent le Bassin méditerranéen :

46. - c'est une zone novatrice dans l'histoire des techniques hydrauliques ; les franges désertiques et le Proche-Orient ont joué un rôle capital dans la découverte des techniques traditionnelles (machines élévatoires, barrages ...) qui, à partir de ces foyers de rayonnement, se sont diffusées vers l'Ouest. C'est le témoignage des remarquables capacités inventives des sociétés sédentaires rurales sous la contrainte de la sécheresse.
47. - c'est une zone qui a été cependant inégalement touchée par la pénétration des techniques hydrauliques. Les sociétés montagnardes, très attachées à la vie pastorale, n'ont souvent connu que des procédés primitifs et limités (Corse, Sardaigne, Kabylie, Balkans...). D'autre part, la maîtrise de l'eau est restée limitée dans l'espace ; les zones amphibiennes, les plaines marécageuses, les côtes à lagunes, les deltas, lui ont échappé. Les grands travaux de drainage ont connu un retard spectaculaire (maremmes italiennes, deltas du Po, du Rhône, de l'Ebre...). Et l'irrigation est restée longtemps insignifiante dans certaines zones (Balkans) ; en 1950, 1 % du territoire cultivé en Grèce est irrigué.
48. - c'est enfin une zone où la pénétration des techniques modernes n'a pas encore chassé les anciens procédés.

SOURCE : X. DE PLANHOL, P. ROGNON, Les zones tropicales arides et subtropicales, Collection U, A. Colin, Paris, 1970, 487 p.

ESTIMATION PAR GRANDES MASSES DES RESSOURCES ET  
DES DEMANDES EN EAU DANS LE BASSIN MEDITERRANEEN

	1975	2000
Apport moyen annuel des cours d'eau	520 000 Millions m3	520 000 Millions m3
Population	250 Millions hb	380 Millions hb
Superficie irriguée	16 Millions ha	32 à 48 Millions ha
Demande agricole (1)	160 000 Millions m3	320 à 480 Millions m3
Demande urbaine et domestique (2)	9 000 Millions m3	20 000 Millions m3
Demande industrielle (3)	non évaluée (3)	non évaluée (3)
Taux d'utilisation agricole et domestique de la ressource	25 %	66 à 95 %

(1) Bases du calcul : 10.000 m3/ha/an

(2) " " : 36 m3/hb/an

(3) La demande industrielle représente 22 % de la demande globale pour l'ensemble du monde. Mais, aux Etats-Unis et en France, dans le bassin Rhône-Méditerranée, les prélèvements de l'industrie sont à peu près égaux à ceux de l'agriculture.

SOURCE : D. CHABROL et P. CRIQUI, Eléments pour une nouvelle approche de la gestion de l'eau dans les pays méditerranéens, Options méditerranéennes, n° 31, p. 90, 1976.



## 2. - L'IRRIGATION

49. L'art d'utiliser l'eau pour pratiquer une agriculture dépassant le cadre restreint du jardinage a été lié surtout, dans le passé méditerranéen, aux populations sédentaires vivant dans les plaines. Or, rares furent les plaines durablement peuplées et cultivées : l'insécurité, la malaria, la transhumance des bergers montagnards maintinrent la friche ou le marais dans bien des régions littorales qui ont été conquises depuis peu. Ainsi existe une mosaïque de zones irriguées d'âge et d'aspect variés.

### 2.1. LES VIEILLES REGIONS IRRIGUEES

#### 2.1.1. Les Huertas

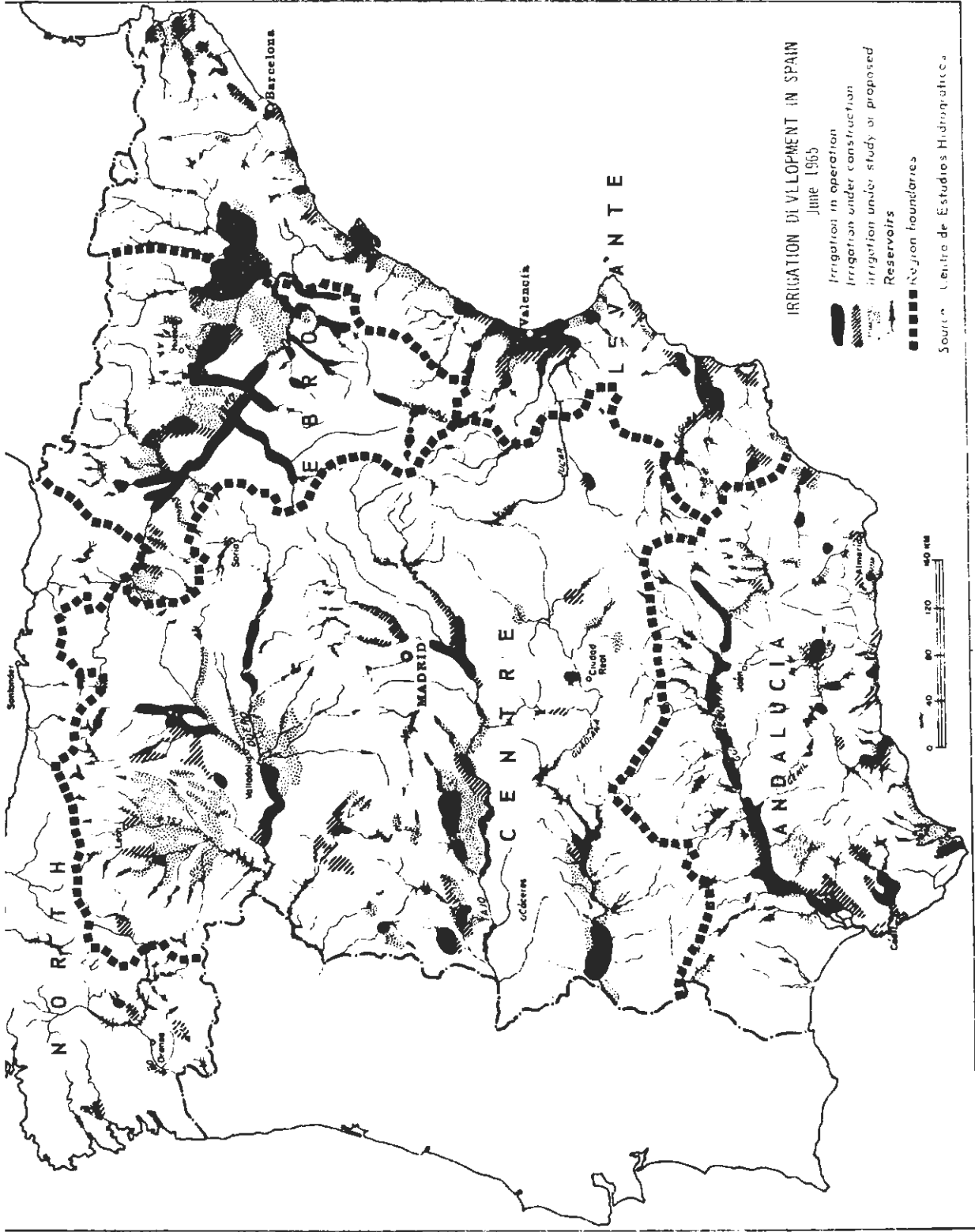
50. Les exemples sont peu nombreux tant l'irrigation d'origine reculée, couvrant des plaines étendues, revêt un caractère exceptionnel. Ils sont surtout localisés sur les rivages septentrionaux de la Méditerranée Occidentale :
- . en France, le Roussillon avait des canaux d'usage agricole dès l'époque romaine ; ils auraient été remis en état par les Arabes. L'irrigation actuelle aurait été organisée dès le Moyen-Age ; vieux réseau de canaux gravitaires greffés sur les petits fleuves côtiers ou leurs affluents, anciennes associations d'irrigants, vieux règlements régissant la distribution de l'eau. A l'est du Rhône, les plaines de Chateaurenard ont bénéficié d'aménagements hydrauliques aussi précoces.
51. . en Italie, la Campanie napolitaine a été florissante dès l'époque romaine : elle possédait peu de canaux, mais les paysans ont exploité très tôt les sources et les nappes locales. Dans la Conque d'Or de Palerme, ce sont les Arabes qui ont développé l'irrigation par gravité à partir de sources captées ou de puits.
52. L'exemple le plus typique est offert par la huerta de Valence qui a une importance nationale très supérieure aux régions précédentes. Sur 2,1 % de la superficie de l'Espagne, elle groupe 4,7 % de la population, 4,6 % des actifs, 6,4 % de la production agricole tandis qu'elle représente 65 % des exportations d'agrumes : elle occupe le premier rang parmi les régions agricoles du pays pour la valeur de sa production. Son rôle est lié à l'ancienneté de l'irrigation ainsi qu'à la continuité de la mise en valeur depuis l'Antiquité.
53. Les cours d'eau pérennes qui la traversent ont été utilisés très tôt par de simples dérivations se déversant dans un réseau de canaux et de canalisations. L'eau précieuse a fait l'objet d'une administration et d'une réglementation spéciales : l'eau est inséparable de la terre, et à la propriété

de la terre est joint un droit d'usage sur une certaine quantité d'eau. La répartition des eaux en cas de sécheresse dépendait d'une commission exécutive et d'un syndic, tandis que les tentatives de fraude étaient jugées par le célèbre Tribunal des Eaux, réuni devant la cathédrale de Valence. L'utilisation des nappes souterraines est beaucoup plus récente que celle des eaux de surface. Les vieux procédés de puisage, comme les norias n'ont d'abord atteint que la nappe phréatique (10-15 m) la moins riche. Aujourd'hui, roues hydrauliques et pompes électriques permettent d'exploiter la seconde nappe plus profonde (50-60 m). L'eau des puits n'est pas inséparable de la terre ; un propriétaire bien pourvu peut vendre l'excédent dont il dispose. Les terres irriguées par les puits se vendent deux fois plus cher que les terres arrosées par les canaux.

54. La maîtrise permanente de l'eau au cours des siècles a favorisé une succession d'associations culturelles variées, mêlant cultures vivrières et cultures commerciales. Les cultures sèches l'emportaient à l'époque romaine (blé, vignes, oliviers). Les Arabes ont introduit le riz et les agrumes qui se sont maintenus après leur départ parce que la Reconquête a été effectuée avec précaution par des paysans catalans déjà habitués à l'irrigation. A partir du 15<sup>e</sup> siècle, la canne à sucre d'abord puis le murier ont connu succès et faillites. La spécialisation agrumicole n'a progressé que depuis 1860 ; elle s'associe avec de nombreuses cultures secondaires (légumes, même céréales), alors que le riz occupe les marécages littoraux asséchés. L'ancienneté et l'intensité de l'agriculture de huerta expliquent les difficultés d'insertion de la région dans l'économie moderne ; avec les plus fortes densités rurales d'Europe entassées sur un sol pulvérisé en parcelles minuscules, c'est une zone où règnent sous-emploi et émigration.

### 2.1.2. Les Oasis

55. Certaines d'entre elles qui ont été décrites à l'époque antique, ont une origine aussi reculée que les huertas. Les plus vieilles sont probablement celles qui ont été engendrées par les sources artésiennes du Bas-Sahara puisque les populations sédentaires ont pu les utiliser sans procéder à des aménagements hydrauliques perfectionnés. C'est le cas des oasis tunisiennes du Djerid (Tozeur, Nefta...) et des Nefzaoua, comme celui des oasis algériennes des Ziban localisées sur les sources qui jaillissaient au pied de l'Atlas Saharien, à l'ouest de Biskra. En revanche, les oasis qui se sont étendues grâce aux puits artésiens sont probablement moins anciennes : dans l'Oued-Righ, la tradition fait remonter la technique du puits artésien au 14<sup>e</sup> siècle seulement.



Source : OCDE . La politique de l'irrigation en Espagne . 1971 p. 3

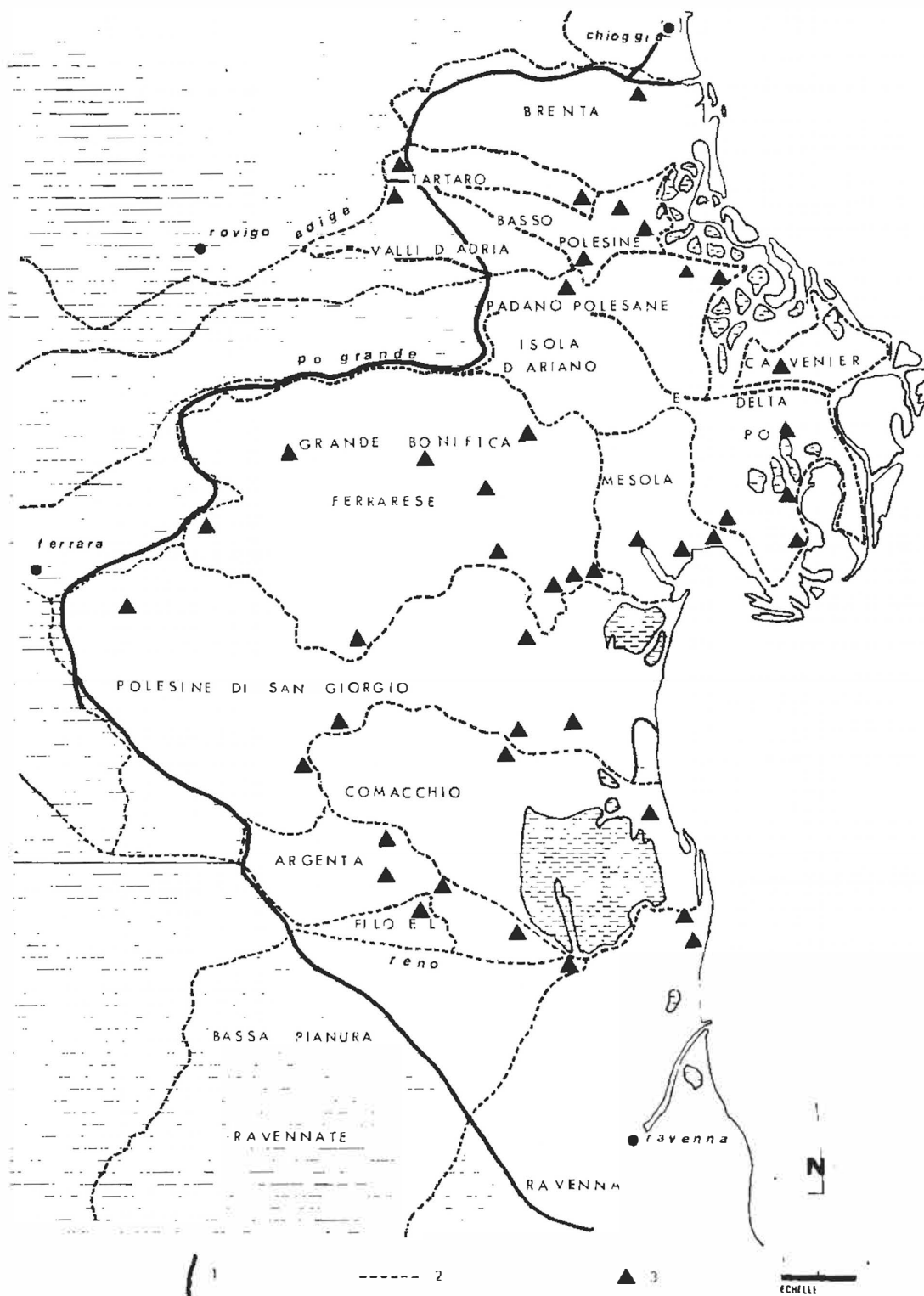
56. Pour les sociétés rurales les plus tôt stabilisées, le souci de règlementer la distribution de l'eau rare a été très précoce. Dans le Djerid, c'est le savant Ibn Chabat qui l'aurait fixée au 13<sup>e</sup> siècle. Ici l'eau est un bien en soi, indépendant de la terre. Chaque parcelle disposait, au départ, d'un droit d'eau mesuré en minutes d'irrigation par le clepsydre de l'oasis. Mais le propriétaire ayant la possibilité de vendre, d'acheter ou de louer les droits d'eau, la répartition a été progressivement perturbée au bénéfice des plus riches et au détriment des plus pauvres.
57. Aujourd'hui, toutes les oasis du Bas-Sahara, quelles qu'elles soient, souffrent de problèmes hydrauliques ; l'artésianisme a diminué ou disparu, et les sources ou puits traditionnels sont peu à peu relayés par des forages pompés qui exploitent des nappes de plus en plus profondes. La nappe du complexe terminal (50-400 m) qui alimente un immense bassin de réception s'étendant de l'Atlas Saharien, au Mzab, au Dahar et jusqu'aux plateaux du Tademaït et de Tinrhert, pourvoit insuffisamment aux besoins de la plupart des oasis du Bas-Sahara. Aussi l'exploitation de la nappe du continental intercalaire (500-1500 m) a-t-elle commencé dans l'Oued Righ dès 1954, mais les résultats restent limités. Le déficit d'irrigation des palmeraies est généralisé d'où une faible intensité culturale et la nécessité d'une politique d'aménagement qui se manifeste en Algérie comme en Tunisie. Elle vise à réduire le gaspillage de l'eau, à accroître les disponibilités des oasis, à répartir aussi plus équitablement les ressources. Elle est trop récente pour avoir encore porté ses fruits si bien que ces vieilles cellules rurales conservent un niveau de vie faible qui encourage l'émigration vers les villes septentrionales et l'étranger.

## 2.2. LES NOUVELLES REGIONS IRRIGUEES

58. Les pays méditerranéens ont connu un retard spectaculaire des grands travaux de drainage : malgré des tentatives antérieures, les zones amphibies, les plaines marécageuses, les côtes à lagunes n'ont réellement fait l'objet de vastes opérations d'assainissement et de mise en valeur qu'à partir du milieu du 19<sup>e</sup> siècle. Les progrès techniques, les encouragements ou l'intervention des Etats poussés par des impératifs de croissance économique, ont apporté les impulsions déterminantes. Ces conquêtes qui se sont multipliées jusqu'à nos jours, ont provoqué l'apparition de vastes espaces uniformes au découpage géométrique que l'agriculture ne couvre pas toujours complètement : les espaces naturels persistent et la densité de peuplement demeure faible.

### 2.2.1. Les Deltas

59. Seul le delta du Nil a été occupé dès l'Antiquité, mais l'époque des Mameluks exerça sur lui une influence perturbatrice car les digues et les canaux ne furent pas entretenus. La maîtrise des eaux pour les autres grands deltas, ceux de l'Ebre, du Rhône et du Po, a été tardive et difficile. La Camargue n'a commencé à sortir de l'âge pastoral qu'après 1830. Alors que les bras du Pô avaient été longtemps auparavant déviés ou endigués, c'est en 1850 qu'ont été installées les premières stations de pompage qui ont introduit dans le delta de nouvelles méthodes de bonification. Le delta de l'Ebre est resté à l'état sauvage jusqu'en 1860.
60. La conquête du delta du Pô qui couvre 335.000 ha est actuellement presque achevée, puisque les "valli" résiduels ne représentent que 25.000 ha ; il offre donc un exemple de bonification radicale sur plus de 90 % de sa superficie. Plusieurs causes ont contribué à ce résultat :
- la proximité de villes nombreuses et riches qui eurent des princes entreprenants et des patriciens avides de terres ;
  - l'afflux d'une main-d'oeuvre abondante arrivant des provinces voisines vers ces étendues désertes ;
  - l'appui de l'Etat italien qui a apporté son aide financière à partir de 1882.
- Les programmes de grands travaux ont été réalisés à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, pendant la période fasciste, et depuis la création de l'Ente Delta Padano en 1951. Ils ont abouti à créer :
- des digues de protection fluviale, formant un ensemble cohérent, qui dominant de plus de 8 m les basses terres qu'elles protègent ;
  - des digues de protection maritime en double ou triple ligne qui se soudent aux précédentes ;
  - des périmètres de bonification qui occupent la presque totalité de l'espace ainsi délimité et qui ont été gagnés progressivement, de la périphérie vers le centre des cuvettes.
61. Il y a de gros problèmes de drainage et d'exhaure car ici, à la différence de la Camargue, les étangs ne peuvent servir de régulateurs puisque la plupart ont été gagnés à des fins agricoles. D'autre part, l'aménagement a perturbé si profondément les équilibres naturels que l'ampleur des crues s'est aggravée de façon catastrophique : 100.000 ha ont été submergés en 1951 à la suite d'une rupture de la digue du Pô. Il est vrai que l'endiguement a entraîné l'exhaus-



Les périmètres de bonification dans le delta du Po

1. Zone située en dehors du périmètre d'action de l'Ente delta padano.
2. Limites des consorzi di bonifica.
3. Principales stations de pompage.

Source : J. BETHEMONT . Des travaux et des hommes dans le delta du Pô .  
Revue de Géographie de Lyon

sement permanent des lits fluviaux qui dominent toujours de plus haut une plaine qui s'affaisse : phénomène normal dans les zones deltaïques (-30 cm entre 1900 et 1960). D'ailleurs l'inondation peut survenir sans rupture de digues lorsqu'il y a conjonction d'une crue moyenne, de pluies prolongées et de fortes marées, car les digues imbibées à leur base laissent passer l'eau.

62. En fin de compte, les Services Hydrauliques doivent s'efforcer de maintenir les nappes ni trop hautes, ni trop basses, mais proches de la surface pour suppléer à l'irrigation. Malgré la progression des réseaux d'aspersion, celle-ci ne joue encore qu'un rôle mineur. Le système cultural adapté à ces conditions hydrologiques est peu différencié ; l'assolement classique blé - fourrage - betterave sucrière prédomine. Il convient aux grands domaines et a été choisi aussi pour les petites exploitations créées par l'E.D.P. (6 à 30 ha). Les vignes et les arbres fruitiers sont peu étendus ; les rizières occupent moins de place que les céréales dans les fonds de cuvettes. Cependant, légumes variés et primeurs, sous serres ou sous plastique se développent.
63. A la différence du delta du Pô, la mise en valeur de la Camargue paraît stabilisée dans une formule d'occupation partielle de l'espace : la culture ne couvre que la moitié de la superficie totale qui atteint 75.000 ha. Les terres exondées et cultivées constituent deux longues bandes qui bordent les bras fluviaux et enserrent une série de marais et d'étangs, bien distincts les uns des autres, mais plus ou moins reliés entre eux et avec le Vaccarès qui joue le rôle de régulateur. Les eaux d'irrigation sont prélevées dans le Rhône et rejetées dans le marais le plus proche.
64. Ces conditions générales ont favorisé une différenciation plus poussée que dans le delta du Pô. La crise du phylloxéra a entraîné l'extension du vignoble sur les terres submersibles, après 1870, dans le cadre de grands domaines pourvus de stations de pompage privées. La riziculture, tentée avant 1850, réapparut en 1942 et progressa après la guerre, profitant de l'arrachage de la vigne. Aujourd'hui, il existe un véritable partage de l'espace :

- vignes et vergers sur les bourrelets et les sables qui portent aussi quelques plantations d'asperges ;
- blé dur, luzerne irriguée, tomates pour les conserveries sur les terres hautes ;
- riz sur les pentes où le sol est salé ;
- manades dans les fonds.

Ce type d'aménagement qui associe l'utilisation agricole et le maintien des espaces naturels, permet à la Camargue d'échapper aux problèmes hydrauliques du delta du Pô. Elle est moins vulnérable parce que moins maîtrisée.

### 2.2.2. Les Maremmes

65. Elles ont subsisté jusqu'à notre époque dans les plaines italiennes qui ont bénéficié de plusieurs phases de mise en valeur.
66. La conquête des Marais Pontins a été une des grandes réalisations de Mussolini (1926-38). Un quadrillage de fossés a permis le drainage de la partie la plus élevée de la plaine, tandis que les lagunes, asséchées par hydrovores, étaient assainies par introduction d'eaux salées qui ont réduit les moustiques. Des tranchées ont été creusées à travers les dunes jusqu'à la mer ; 65.000 ha ont été ainsi conquis à la culture, découpés en petites propriétés de 15 ha aux contours géométriques, avec habitat dispersé. Des populations allo-gènes, rebelles à la malaria y furent installées, pratiquant l'assolement blé - fourrage - betterave à sucre. Aujourd'hui l'exode rural a vidé un certain nombre d'exploitations alors que des villes sont nées et ont grossi (Latina, Sabaudia).
67. La Maremma Toscane a été totalement transformée par l'Ente Maremma créé après les lois de Réforme Agraire de 1950. La bonification intégrale a entraîné drainage, irrigation, construction de routes, d'aqueducs, d'habitations, de villages... L'expropriation de 200.000 ha a favorisé le remodelage foncier, autorisant la distribution de nouvelles exploitations de 10 à 15 ha. L'ancienne Maremma possède maintenant des cultures céréalières, des oliviers, des vignes et même des primeurs et un élevage laitier destinés aux marchés romains.
68. D'autres plaines italiennes ont bénéficié de travaux analogues au cours des 25 dernières années : le Tavolière, les plaines de Tarente et de Métaponte... Des modifications comparables atteignent les plaines grecques, albanaises, turques.. Elles s'inscrivent dans le processus général de développement adopté par l'ensemble des pays méditerranéens.

### 2.3. LES PROGRES DE L'IRRIGATION DEPUIS 1950

69. Alors que l'irrigation est pratiquée depuis les temps anciens, ce n'est guère qu'après la Seconde Guerre Mondiale qu'elle a pris une place de premier plan dans les politiques agricoles des Etats méditerranéens, allant jusqu'à absorber la plus grande part des investissements publics affectés à l'agriculture et dépendant donc de plus en plus des impulsions gouvernementales. Multiples sont les causes de cette sollicitude : gommage des disparités régionales (France, Italie), croissance économique visant à résorber le chômage, résoudre les problèmes agraires (Espagne, Italie), ou accroître l'auto-suffisance alimentaire, intensifier la production agricole, étendre les terroirs cultivés (Egypte, Turquie, Tunisie, Lybie...). Des conditions favorables sont intervenues : la floraison des grands aménagements ainsi que l'aide financière des organisations internationales ou des pays étrangers pour les Etats les moins riches.



### 2.3.1. Les Etats méditerranéens septentrionaux

70. Tandis que, dans le passé, l'essor de l'irrigation était le résultat d'initiatives individuelles ou d'initiatives collectives locales, des politiques d'irrigation sont apparues avant la dernière guerre (Italie, Espagne) ou après (France, Turquie, Grèce). Elles accompagnent les grands aménagements à objectifs multiples destinés aux zones attardées : Languedoc, Corse en France, Mezzogiorno en Italie, Sud de la Yougoslavie, Péloponèse et îles grecques... L'irrigation n'est donc qu'un des aspects de l'entreprise plus vaste que représente la maîtrise de l'eau ; celle-ci doit permettre simultanément la production d'énergie, l'industrialisation, la correction des fleuves, la navigation....
71. La mise en oeuvre des politiques d'irrigation a entraîné la création d'organismes d'intervention spécialisés, bien que les Ministères de l'Agriculture et des Travaux Publics soient partout intéressés à des degrés divers. Si, en Grèce, le Ministère de l'Agriculture reste le maître d'oeuvre de l'irrigation, l'Espagne possède l'Institut national de Colonisation (1939) et la Turquie le Topraksu, c'est-à-dire le Service de mise en valeur du sol et de l'eau, qui fait partie du Ministère de développement des villages. Ces deux derniers sont chargés de la réalisation intégrale de certains projets, et même pour l'Institut national de colonisation, de l'aménagement de régions faisant l'objet d'une réforme agraire.
72. En France, en Italie, en Yougoslavie, existaient déjà des associations syndicales, des "Consorti di Bonifica" ou des associations locales de gestion des eaux qui continuent à se développer. Mais la réalisation des grands projets est confiée à des sociétés d'économie mixte en France (Compagnie nationale d'aménagement du Bas-Rhône - Languedoc, Société du canal de Provence, Société pour la mise en valeur de la Corse), à la Cassa del Mezzogiorno en Italie, au complexe hydraulique Danube - Tisa - Danube en Yougoslavie ; tous peuvent entreprendre une action coordonnée dans les zones choisies, car ils disposent de ressources propres.

Pays	Années	Nature des Superficies Irriguées	Valeur des Superficies Irriguées (1)	Indice d'accroissement	% par rapport à la superficie agricole	% par rapport à la superficie cultivée
Espagne	1960	S.I.	1	100	5,3	8,8
	1968		2.143	117	6,2	10,5
	1975 (3)		2.800	153	-	-
Grèce	1960	S.I.	435	100	4,9	11,5
	1969		711	163	7,8	18,5
	1975 (3)		917	211	-	-
Turquie	1963	S.I.	1.115	100	2	4,3
	1967		1.549	139	2,9	5,9
	1972 (3)		1.941	174	-	-
Yougoslavie (2)	1955	S.E.	67	100	0,5	0,8
	1970		170	254	1,1	2,1
	1975 (3)		338	504	-	-
Italie	1962	S.E.	3.100	100	15,7	21,1
	1970		3.400	110	17,5	23,7
	1975 (3)		3.700	120	-	-
France	1965	S.E.	350	100	1,0	1,6
	1966		600	171	1,8	3,0
	1970		825	236	2,5	4,3
	1975 (3)		1.155	337	-	-

(1) en milliers d'ha

(2) Les chiffres couvrent seulement les Régions autonomes de Voïvodine et Kosovo ainsi que la République de Macédoine.

(3) Prévisions

NOTA : S.I. = Surfaces effectivement irriguées ; S.E. = Surfaces équipées pour l'irrigation

SOURCE : O.C.D.E., La Politique de l'Irrigation dans les pays de l'Europe méridionale, 1971, p. 5

73. Alors que tous les Etats méditerranéens septentrionaux possédaient ensemble 6.900.000 ha irrigués en 1960, ils en avaient 8.800.000 en 1970 et probablement 11.000.000 en 1975 ; 60 % des surfaces irriguées sont localisées en Espagne et en Italie. Le rythme d'accroissement a été plus ou moins rapide selon les périodes et selon les pays :

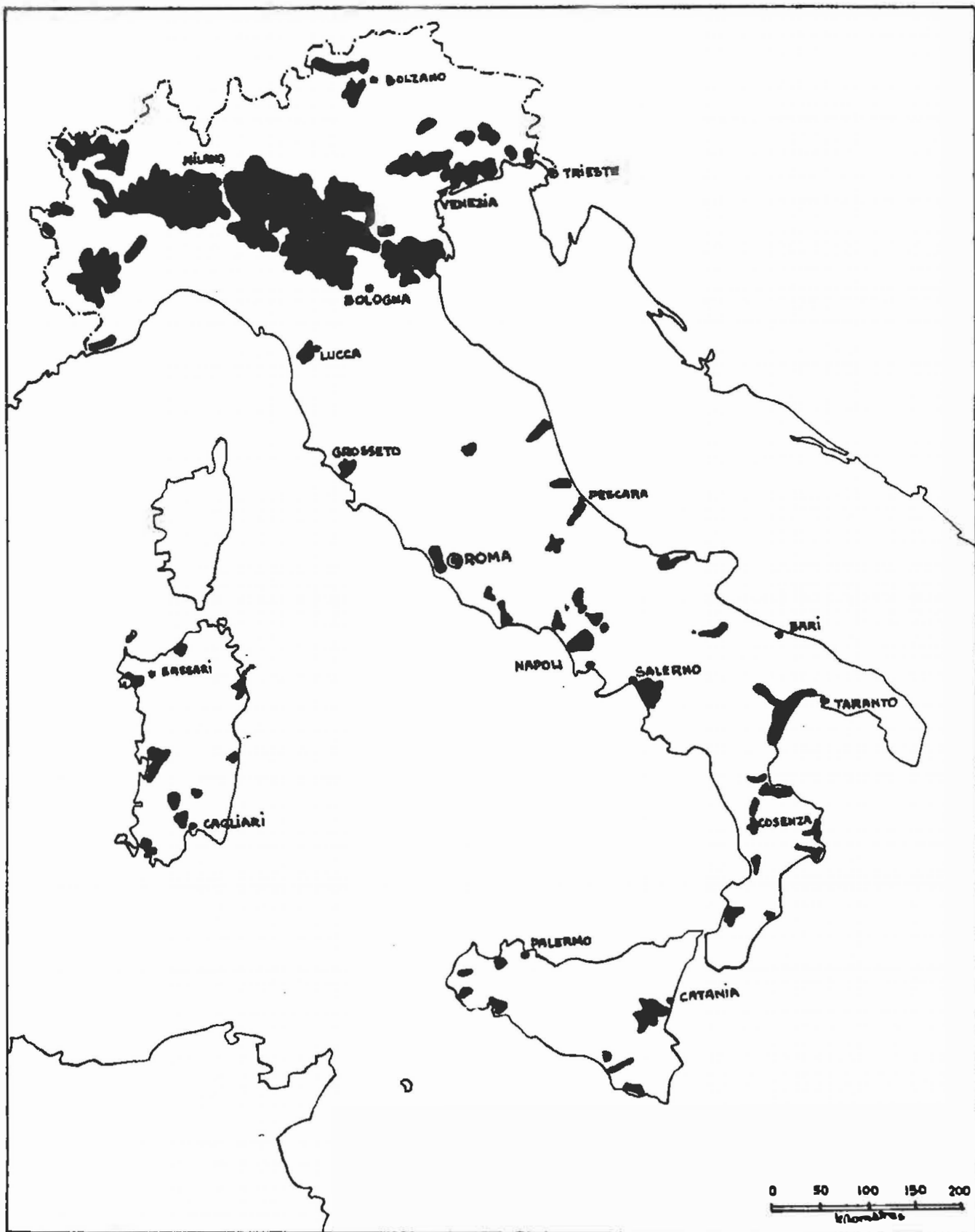
Pays	Périodes	Nature des surfaces irriguées	Accroissement annuel en Milliers d'ha
Espagne	1900-1940	surfaces effectivement irriguées	6,5
	1950-1960		14
	1960-1964		50
	1968-1971		72
Grèce	1929-1939	surfaces effectivement irriguées	9
	1959-1960		17
	1969-1969		30
	1968-1972		45
Turquie	1963-1967	surfaces effectivement irriguées	86,7
	1966-1972		78,4
Yougoslavie	1950-1955	surfaces équipées pour l'irrigation	2
	1955-1965		4,2
	1965-1970		12,2
	1970-1975		33,6
Italie	1905-1948	surfaces équipées pour l'irrigation	19
	1948-1956		42,6
	1956-1962		95,7
	1962-1970		37,8
	1970-1975		60
France	1956-1966	surfaces équipées pour l'irrigation	25
	1966-1970		36,2
	1970-1975		66

(Source : O.C.D.E. - La politique de l'irrigation dans les pays de l'Europe méridionale, 1971, p.7)

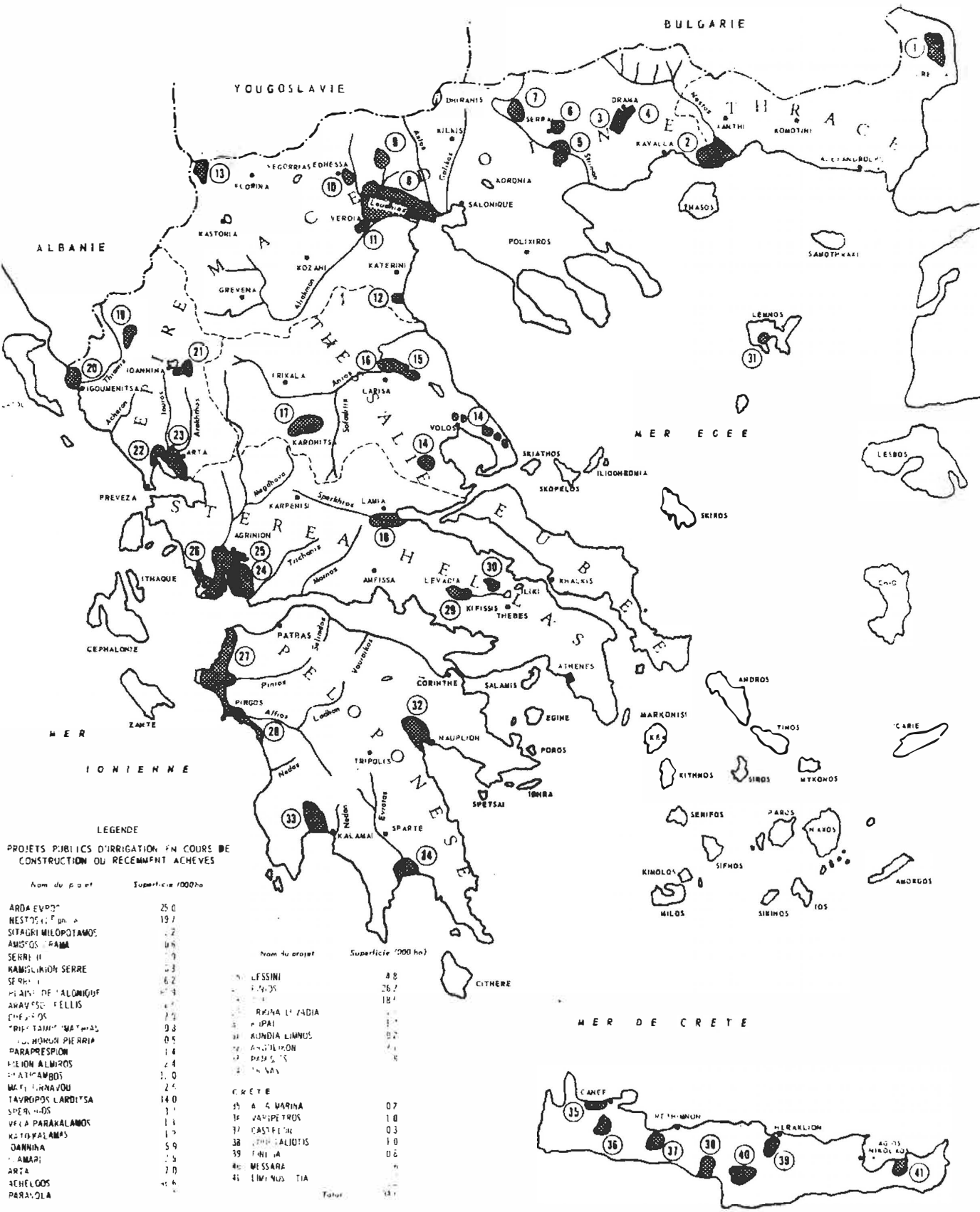
L'extension annuelle des superficies irriguées s'est accélérée au cours des années 1960 ; c'est en Turquie qu'elle a été la plus élevée, puis en France et en Espagne, et enfin en Italie, seul cas de ralentissement qui s'explique par les progrès antérieurement accomplis.

Quels ont été les résultats de l'expansion ?

74. - En Espagne, les régions méditerranéennes et les Baléares représentent 30 % de la surface irriguée totale. Le tiers des superficies est consacré aux cultures céréalières, 20 % aux cultures fruitières (avec vignes et oliviers), 20 % aux cultures légumières, le reste aux cultures industrielles



Carte schématique des principaux périmètres irrigués en Italie

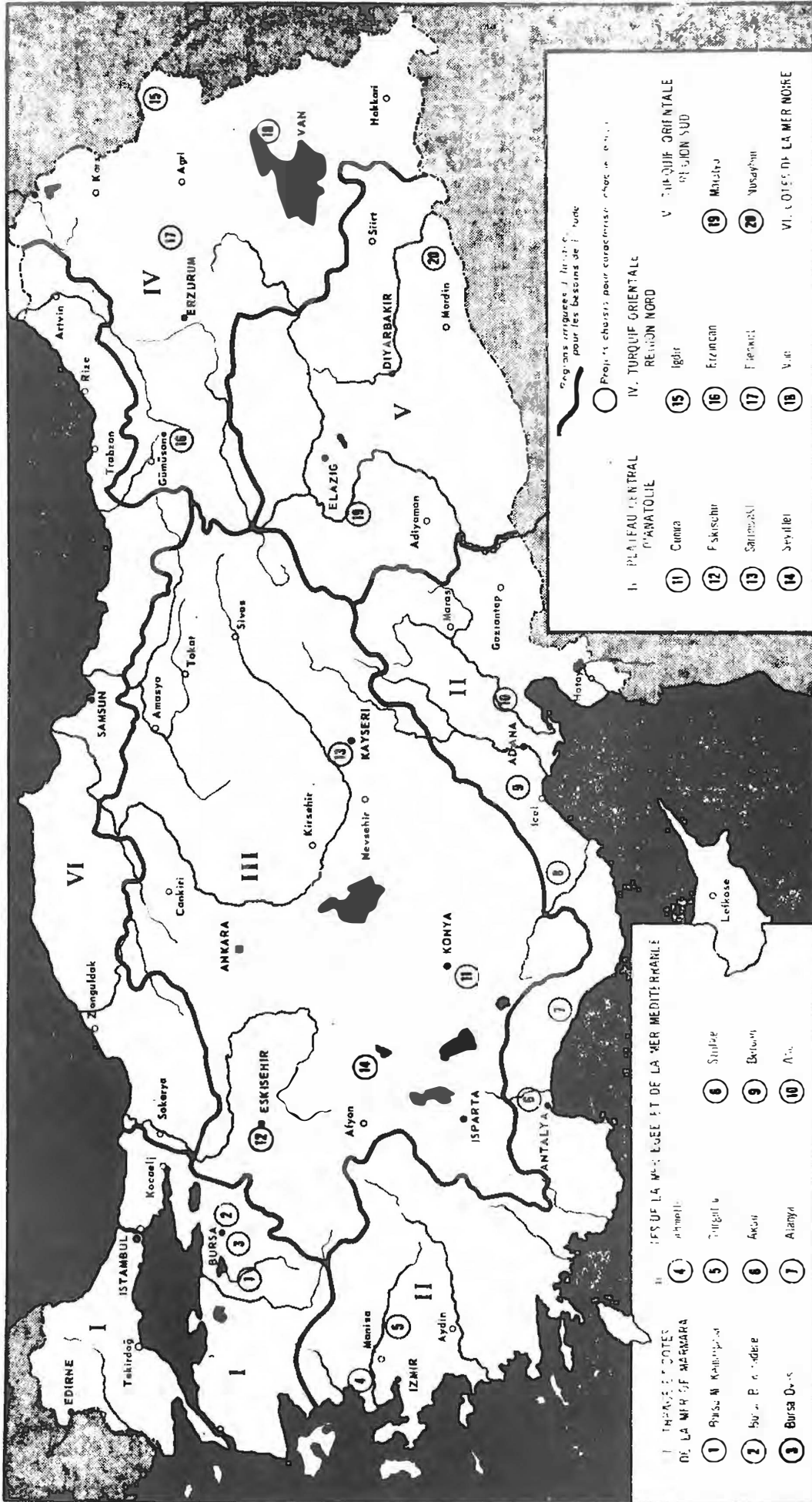


LEGENDE  
 PROJETS PUBLICS D'IRRIGATION EN COURS DE  
 CONSTRUCTION OU RECENTMENT ACHEVES

Nom du projet	Superficie (000ha)
ARDA EYPO	25.0
NESTOS (1 <sup>re</sup> phase)	19.7
SITAGRI MILOPOZIAMOS	2.2
AMISSOS - PAMA	0.6
SERRE II	1.0
KAMISLION-SERRE	0.8
SERRE I	6.2
PLAINS DE SALONIQUE	1.9
ARAFSSO - FELLIS	2.5
THESSALOS	2.5
"RIF. TSMH" MATRAS	0.8
VALLEES DE PIERRIA	0.5
PARAPRESION	1.4
ELIION ALMIROS	2.4
ATHAMBOIS	1.0
MATI - THNAVOU	2.5
TAVROPOK - LARDISSA	14.0
SPERTEIOS	1.1
VERA - PARAKALAMOS	1.1
KATOPALAMOS	1.7
DANNINA	5.9
AMARIS	2.5
ARTA	2.0
ACHELOOS	15.6
PARAVOLA	1.5

Nom du projet	Superficie (000 ha)
1. LESSINI	4.8
2. PIRGOS	26.2
3. KALAMATA	18.1
4. RIZONA - LADIA	1.7
5. IPALI	1.7
6. KONDIA LIMNOS	0.2
7. ANTIKION	1.1
8. PAMISSOS	1.6
9. THASSA	1.6
CRETE	
35. A - A MARINA	0.7
36. ZAFETROS	1.0
37. CASTELIS	0.3
38. PAPHLAGIOTIS	1.0
39. TINIJA	0.6
40. MESSARA	1.0
41. LIMNUS - TIA	1.1
TOTAL	13.7

Source : OCDE . La politique de l'irrigation en Grèce . 1971 p. 9



Source : OCDE . La politique de l'irrigation en Turquie . 1971 p. 7

(coton, betterave à sucre) et fourragères. Si l'Espagne exporte fruits et légumes (premier exportateur mondial d'agrumes), blé et riz, elle importe maïs, produits animaux, coton et sucre. Le marché intérieur reste un débouché important pour les récoltes en terre irriguée.

75. - En Grèce, où la plus grosse partie des surfaces vivifiées se situe au Nord du pays (Thrace, Macédoine, Thessalie), les cultures précédemment énumérées ont une importance à peu près comparable avec une légère prédominance des cultures industrielles, coton et betterave à sucre. Elles ont favorisé la croissance des exportations, fruits et légumes, c'est-à-dire agrumes, pêches, raisin de table, tomates, ainsi que coton et tabac qui fournissent l'essentiel des recettes. Elles alimentent la consommation nationale, contribuant à minimiser le déficit en maïs, sucre, productions animales (grâce aux cultures fourragères).
76. - En Turquie, la prépondérance des cultures industrielles est beaucoup plus marquée puisqu'elles représentent 40 % du total. La Turquie exporte coton, fruits et légumes, surtout agrumes, pêches, poires, tomates ; elle désire parvenir à l'autosuffisance pour le blé, le riz, le sucre, le tournesol, le lait. L'extension des surfaces irriguées sur les côtes de la Mer Egée et de la Méditerranée correspond à 41 % de la croissance récente.
77. - L'Italie dispose de la plus forte proportion de terres irriguées par rapport à la superficie cultivée : 23,7 % en 1970. Bien que le Centre et le Sud ne concentrent que le tiers des surfaces nationales irriguées, l'importance de celles-ci a doublé depuis 1950. L'utilisation du sol irrigable reflète la priorité donnée, ici aussi, aux productions déficitaires (viande) et aux productions exportables (fruits et légumes) : les cultures fourragères occupent près de la moitié des surfaces, les cultures fruitières et légumières le tiers, les cultures céréalières (maïs) 15 %, tandis que les cultures industrielles sont insignifiantes.
78. - En France, tous les objectifs fixés aux grands programmes d'irrigation n'ont pas été atteints : bien que l'arrivée de l'eau ait permis une certaine différenciation des cultures en Languedoc, elle n'a pas entraîné de réduction importante du vignoble. En Corse, un nouveau vignoble s'est constitué mais, à ses côtés, s'est développé l'unique verger d'agrumes (clémentines) du territoire national.

### 2.3.2. Les Etats méditerranéens méridionaux

79. L'accession récente à l'indépendance a stimulé les intentions de développement des différentes nations riveraines, tandis que l'aggravation de l'aridité donne à l'irrigation une importance vitale pour les Etats densément peuplés (Israël, Egypte). Aussi observe-t-on, au cours des 20 ou 25 dernières années, une évolution comparable à celle des pays septentrionaux bien que les conditions offertes par le milieu naturel soient plus difficiles.

80. Une série d'organismes spécialisés a été créée pour mener à bien les grands projets. En Israël existe un Commissariat des Eaux avec deux sociétés nationales, Taha et Mekorot, chargées l'une de la planification des travaux, l'autre de leur réalisation. En Egypte, le Ministère de l'Agriculture se subdivise en plusieurs organismes : pour le développement des terres désertiques (1), pour l'exploitation des terres bonifiées. La Libye qui possède un Ministère d'Etat pour le développement agricole, depuis 1973, accorde la priorité à l'agriculture et à l'hydraulique dans ses investissements. Au Maroc, l'Office national des irrigations (1960) assume la mise en valeur moderne de zones agricoles déterminées par décrets. En Tunisie, le remodelage de vastes ensembles agricoles a été confié à des offices régionaux ; le plus important est l'Office de mise en valeur de la Basse Vallée de la Medjerda (1958).
81. Les Etats méridionaux et orientaux de la Syrie au Maroc, totalisaient approximativement, en 1970, 4.300.000 ha irrigués dont les deux tiers étaient localisés en Egypte. Les caractères et l'étendue des zones irriguées présentent beaucoup de diversité :
- En Israël, sur 4.200 km<sup>2</sup> cultivés, 1.700 km<sup>2</sup> sont arrosés (40 %) : 80 % des ressources nationales en eau sont absorbées par l'agriculture qui paie l'eau au-dessous de son prix de revient. Le but essentiel de la recherche agronomique est de diminuer la consommation à l'ha ; d'où la sophistication des procédés, aspersion, goutte à goutte surtout et utilisation savante de l'eau salée. Les résultats obtenus par l'agriculture intensive permettent de couvrir 80 % des besoins nationaux et d'exporter 1/4 de la production (agrumes, primeurs, fleurs, coton, arachides, produits animaux).
82. - L'Egypte, qui avait 1.980.000 ha irrigués en 1882, en possédait 2.600.000 en 1967 ; mais sa population était passée, en même temps, de 6.800.000 hb à 30.000.000, c'est-à-dire de 340 hb au km<sup>2</sup> cultivé à 1.100. Sa population rurale s'accroissant chaque année de 400.000 hb, il faudrait 1.600 km<sup>2</sup> cultivés supplémentaires par an, alors que le rythme d'extension ne dépasse pas 1.400 km<sup>2</sup>. La nécessité de cette escalade vertigineuse a entraîné l'Etat à entreprendre la conquête de ses déserts. Au même moment, que le Grand Barrage d'Assouan, la décision avait été prise de créer une province expérimentale, la province El Tahrir (1953-1965) : 70.000 ha arrosés par le canal Noubaria qui fait communiquer le Nil en aval du Caire avec la Méditerranée à l'ouest d'Alexandrie. Les eaux de drainage sont évacuées vers le lac Mariout. Les terres produisent fourrages, céréales, primeurs, fruits, pour la consommation intérieure et l'exportation. La province représente un essai d'aménagement global : même si elle a

(1) pour la Bonfication des terres.



attiré de lourdes critiques, le niveau de vie y est supérieur à celui de la vallée du Nil. L'avenir égyptien repose sur la conquête, d'ici 20 ans, d'un million d'ha grâce au barrage d'Assouan et sur les projets grandioses, mais beaucoup plus lointains de la Nouvelle Vallée.

83. - La Libye dans le cadre du Plan de développement de 1973, a entrepris un programme ambitieux de développement des ressources en sol et en eau. Actuellement, 2 % des terres sont utilisées par l'agriculture et 4 % des terres cultivées sont irrigués. L'essentiel est localisé dans les régions septentrionales les moins arides qui concentrent les deux tiers des investissements. La concurrence avec les besoins industriels et urbains explique que le projet agricole d'Habda-el-Khadra s'appuie sur les rejets de l'usine d'épuration des eaux usées de Tripoli. Le dernier tiers des investissements est consacré à l'extension de l'agriculture dans le désert grâce à l'exploitation des énormes réserves d'eau souterraines des oasis du Fezzan et du Kufra.

84. - Les trois Etats du Maghreb totalisent environ 600.000 ha irrigués avec des différences sensibles :

	1945	1968-70	% du sol cultivé
Algérie	46.000 ha	270.000 ha	5,8 %
Maroc	84.000 ha	265.000 ha	3,5 %
Tunisie	18.000 ha	80.000 ha	1,8 %

Les deux premiers ont bénéficié plus précocement de la grande hydraulique : des barrages-réservoirs ont été édifiés sur les principaux fleuves algériens dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle, pendant l'entre-deux guerres au Maroc, alors que la Tunisie n'en possédait pas en 1945. Depuis cette date, de gros progrès ont été accomplis dans les trois pays grâce aux programmes de grande et de petite hydraulique qui ont été mis en oeuvre. Ils atteignent les plaines septentrionales (Medjerda, Moulouya...), les régions steppiques, et même les régions désertiques (Djerid, Oued Righ, plaine d'Ab ..)

85. Pays de vieille irrigation traditionnelle souvent perfectionnée, les espaces riverains de la Méditerranée sont devenus en 25 ans, pays d'irrigation moderne souvent savante et sophistiquée. Les possibilités d'expansion future sont parfois aisées (Turquie), parfois difficiles (Egypte), sinon impossibles (Israël). La multiplication des grands aménagements a fait apparaître l'acuité des concurrences et l'épuisement plus ou moins proches des ressources actuellement mobilisables (Israël, Italie, Espagne). L'extension notable des superficies cultivées, l'amélioration des rations alimentaires, l'autosuffisance des marchés intérieurs, l'élargissement des capacités exportatrices démontrent leurs effets positifs.

86. Mais la maîtrise du milieu naturel a eu des conséquences négatives nombreuses. L'endiguement des fleuves a aggravé le danger des inondations catastrophiques (delta du Pô), l'irrigation accrue a gonflé les nappes phréatiques et augmenté la salure du sol, exigeant un drainage intensif (Egypte) ; elle exerce un effet regrettable sur les conditions sanitaires en maintenant et en étendant la malaria (Turquie, Egypte).

SOURCES :

J. BETHEMONT, Le thème de l'eau dans la vallée du Rhône, 1972.

J. BETHEMONT, Des travaux et des hommes dans le delta du Pô, Revue de Géographie de Lyon, 1973.

P. BIROT, I - La Méditerranée Occidentale, 1964  
II - La Méditerranée Orientale et le Moyen-Orient, Orbis, 1956.

J. DESPOIS et R. RAYNAL, Géographie de l'Afrique du Nord-Ouest, Payot 1967.

O.C.D.E., La Politique de l'irrigation dans les pays de l'Europe Méridionale et aux Etats-Unis, 1971.

Office de mise en valeur de la Basse Vallée de la Medjerda, objectifs et réalisations, 1970.

### III - LES GRANDS AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES

---

87. Ce sont les progrès techniques du 20ème siècle qui ont permis la grande hydraulique. Mais elle a été encouragée aussi par l'affirmation des Etats modernes, soucieux de favoriser leur croissance économique ou de corriger leurs déséquilibres régionaux. Facilités d'autre part par la décolonisation et l'aide financière extérieure pour les pays les moins riches, les grands aménagements se sont surtout multipliés après 1950.

## 1. - L'AMENAGEMENT DES GRANDS FLEUVES

### 1.1. LE NIL

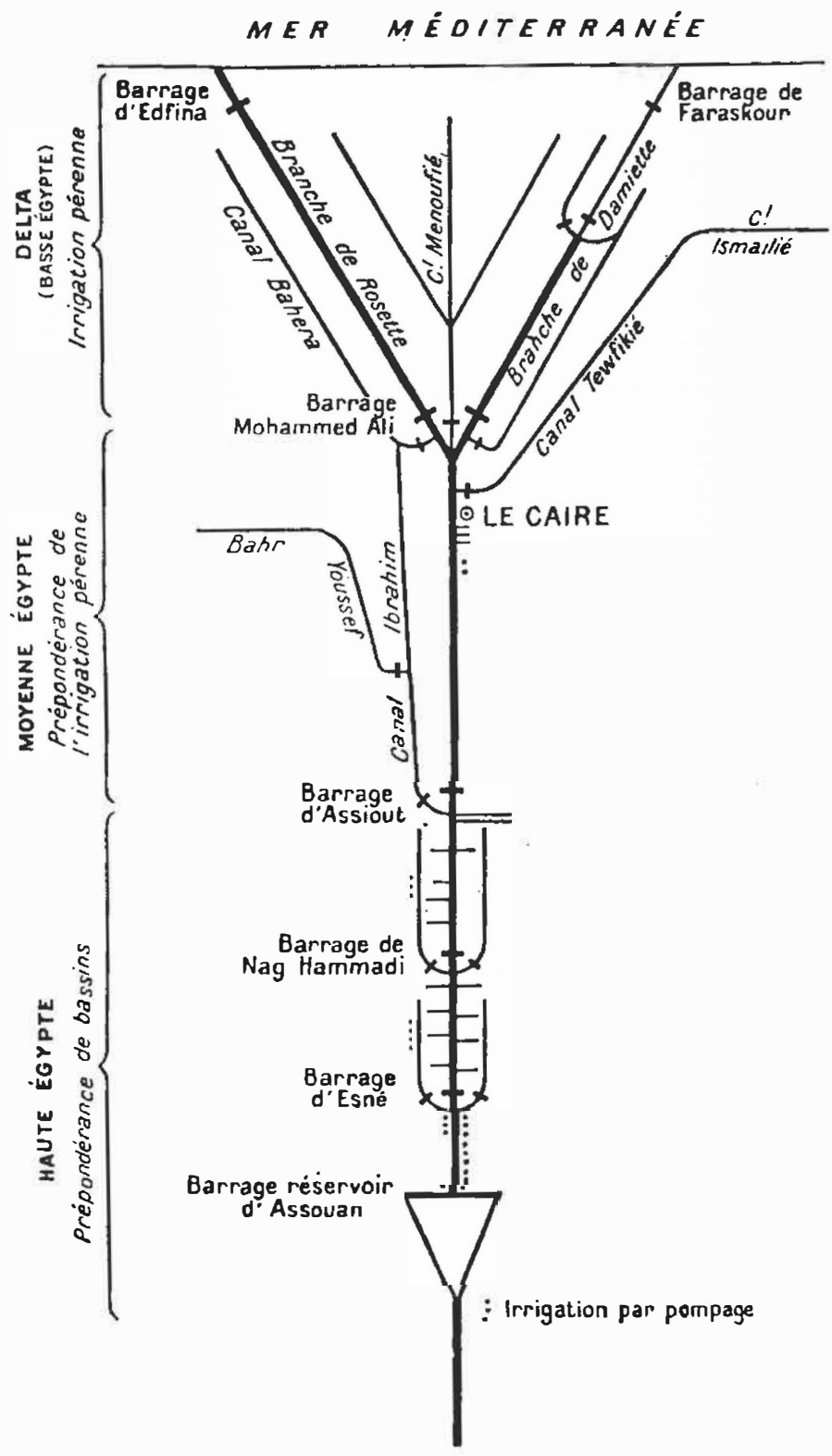
88. Bien que l'Etat égyptien se soit préoccupé d'organiser l'irrigation depuis l'époque pharaonique, il ne s'agissait pas de grande hydraulique mais de l'utilisation adroite de la crue qui exigeait d'ailleurs un entretien permanent. La situation a évolué à partir du milieu du 19ème siècle.

89. La première phase a permis de passer de l'inondation dirigée à l'irrigation pérenne. Elle a démarré sous l'impulsion de Mohammed-Ali lorsque fut entrepris le *barrage de la tête du delta* (1843-1890). Il devait relever le plan d'eau afin que l'alimentation des canaux de Basse-Egypte soit possible pendant l'étiage. Mais la naissance de l'irrigation pérenne créa un problème : celui des exigences en eau des cultures faites pendant l'étiage (coton, canne à sucre ...). Ainsi apparut l'idée d'emmagasiner les hautes eaux pour combler le déficit de l'étiage. C'est le rôle du premier barrage d'Assouan (1899-1902), à 946 km au sud du Delta et à 75 m. d'altitude, 2km de long avec un lac de retenue de 225 km., exhaussé de 1907 à 1912, puis de 1929 à 1934. L'installation a été complétée par trois barrages établis en aval pour relever le plan d'eau :

- Assiout 1898-1902	à 546 km au nord d'Assouan
- Esneh 1906-1909	à 160 km " " "
- Neg-Hammadi 1928-30	à 354 km " " "

Ainsi l'alimentation des canaux a été accrue et régularisée dans la plus grande partie de la vallée.

90. Malgré l'essor de la superficie irriguée qui est passée de 1.980.000 ha à 2.600.000 entre 1882 et 1967, la densité par km<sup>2</sup> cultivé est passée simultanément de 340 hb au km<sup>2</sup> à 1.100. L'agriculture égyptienne est condamnée à une escalade vertigineuse avec deux objectifs : intensification et extension. C'est pourquoi est né le projet du *Grand Barrage d'Assouan*, adopté en 1952 par le Conseil national révolutionnaire Egyptien. Après le refus américain, l'URSS accepta



· Schéma du système d'irrigation en Égypte. (D'après H. E. Hurst.)

d'accorder son aide financière et technique. Les travaux commencèrent en 1960 ; l'usine hydro-électrique fut mise en service en 1969. Voici les caractéristiques de l'ouvrage :

- Digue de 3.600 m de long, 111 m de hauteur, 915 m de largeur à la base, 30 m de largeur au sommet. Elle est constituée de terre imperméabilisée avec un noyau interne d'argile.
- Lac de retenue (Lac Nasser) de 25 km de large et 500 km de long (dont 200 au Soudan).
- La centrale hydro-électrique doit produire 10 milliards de kwh/an et favoriser l'industrialisation.
- 1 million d'ha nouveaux seront irrigués

91. Les résultats de la grande hydraulique ne sont pas tous positifs :

- Le limon fertilisant est emmagasiné dans le réservoir au lieu de se déposer sur les terres.
- L'irrigation a provoqué une évaporation accrue qui aggrave la salure du sol et une remontée de la nappe phréatique qui peut tuer les racines.
- La faune du Nil et de la mer proche du Delta s'est appauvrie.

## 1.2. LA MEDJERDA

92. La Tunisie n'a connu que la petite hydraulique jusqu'en 1945 ; l'irrigation avait été développée par des Andalous dès le 16<sup>ème</sup> siècle, dans les régions de Bizerte, de Tunis et du Cap Bon, à partir de puits munis de norias.

93. La Medjerda représentait un capital inemployé et un problème. Capital précieux puisqu'elle correspondait, avec un volume moyen débité d'un milliard de m<sup>3</sup>/an, au douzième des ressources hydrauliques mobilisables du pays. Mais son régime irrégulier et son caractère torrentiel posaient des problèmes : le débit oscillait de 1 m<sup>3</sup>/s à l'étiage à 2000 m<sup>3</sup>/s au moment des crues qui survenaient en moyenne tous les 5 ans.

94. L'intention d'aménagement s'est manifestée pendant la période coloniale ; la construction de deux barrages fut commencée en 1950 sur le cours supérieur avec un triple but : lutte contre les inondations, stockage d'eau potable, irrigation. en 1957, les premières infrastructures étaient achevées :

- barrage Ben Metir sur l'Ellil 90 millions de m<sup>3</sup>
- barrage Nebeur sur le Mellègue 300 millions de m<sup>3</sup>
- ouvrage de dérivation d'El Aroussia en aval avec canal principal d'irrigation.

Le Commissariat de mise en valeur de la Vallée de la Medjerda entreprenait la mise en valeur agricole, mais il se heurtait à l'inertie des propriétaires pour la reconversion de leurs cultures sèches en cultures irriguées.

95. L'Etat Tunisien réagit alors avec vigueur. En 1958, une Loi Agraire diminua le prix de l'eau, distribua la terre aux paysans dépourvus et obligea les propriétaires à adopter l'irrigation. L'Etat créa, d'autre part, *l'Office de Mise en Valeur de la Vallée de la Medjerda* chargé d'assurer une mise en valeur intégrale, c'est-à-dire :

- des travaux anti-érosifs joints au reboisement du bassin ;
- la correction du fleuve avec le creusement d'un débouché artificiel qui raccourcit de plus de 10 km le cours inférieur ;
- la récupération des terrains marécageux ;
- le drainage, qui doit permettre le maintien de la nappe phréatique à 1,50 m de profondeur et la salinité du sol à un niveau suffisamment bas ;
- l'irrigation d'une superficie minimale de 32.500 ha dans la Basse Vallée et plus tardivement d'une superficie supplémentaire de 25.000 ha ;
- de nouvelles structures foncières après expropriations, remembrement et distribution d'exploitations nouvelles au sein desquelles l'Office travaille à la promotion de la production irriguée.

96. Voici les résultats actuels de l'aménagement intégral de la vallée :

- 2 barrages nouveaux (Kassab Lakhmès) ont été construits en amont, et 2 autres sont prévus ;
- 25.000 ha étaient équipés pour l'irrigation fin 1975 et le projet minimal de 32.500 ha devait être achevé fin 1977 ;
- 1587 exploitations nouvelles de 4 à 10 ha ont été distribuées à de petits agriculteurs dans les zones complètement irriguées.

Divers organismes internationaux ont participé au financement des travaux :

- le Fonds de développement Arabe du Koweït
- la Banque Africaine de développement
- la B.I.R.D.

97. Un accord de coopération technique a été conclu, d'autre part, entre la Tunisie et la Belgique ; il intéresse 6.300 ha irrigables (1974-1981).

## 2. - LES AMENAGEMENTS INTERSECTORIELS ET INTERREGIONAUX

---

98. Tous les rivages méditerranéens ne possèdent pas de fleuve important dont l'équipement complet soit susceptible d'avoir un intérêt régional ou national. Au contraire, la plupart sont traversés par de petits fleuves côtiers au débit capricieux et limité, en particulier, certaines zones sèches dont les besoins en eau ont été lourdement gonflés au cours des 25 dernières années sous l'impulsion d'une forte poussée urbaine, industrielle ou touristique. L'ampleur des aménagements interrégionaux s'inscrit donc dans la poursuite des objectifs du développement régional ; mais elle exprime aussi l'apparition d'une politique globale de l'eau qui s'efforce désormais de faire face aux exigences multisectorielles.

### 2.1. L'ITALIE DU SUD

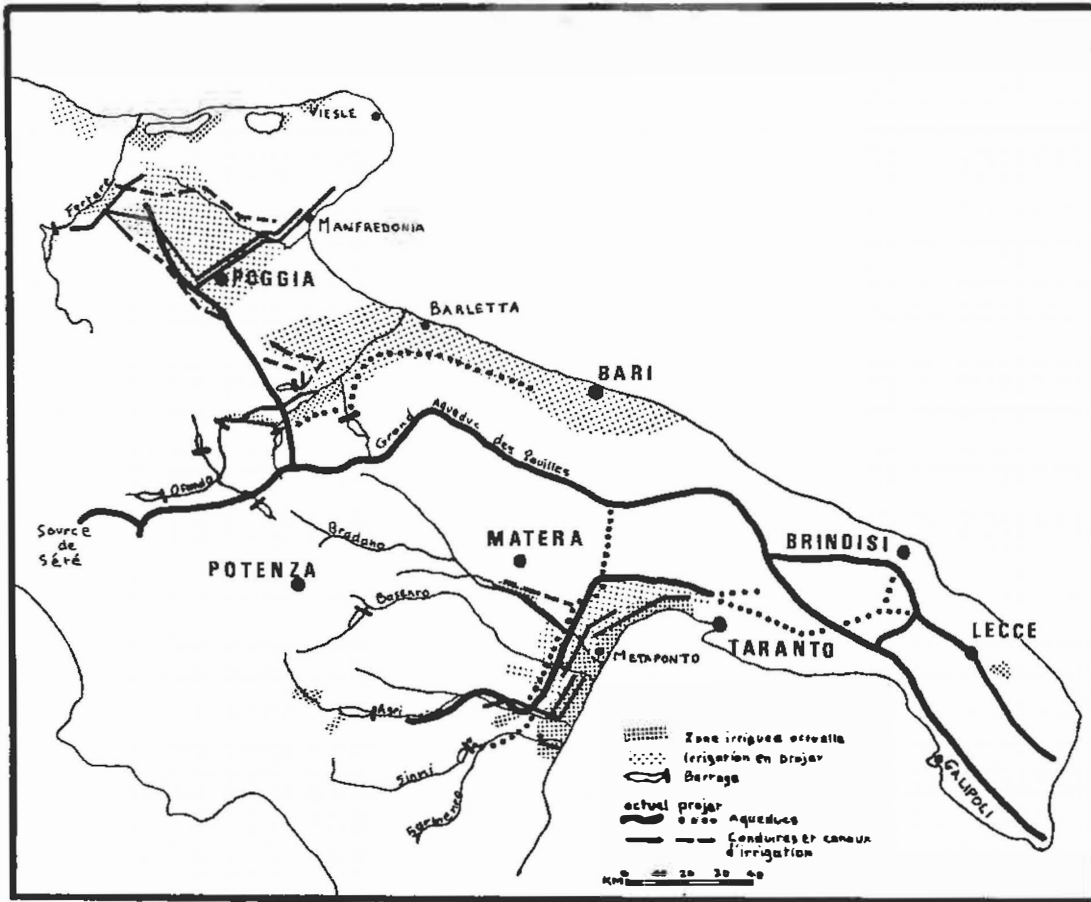
99. Elle souffrait, en 1950, d'un grave retard des équipements par rapport à l'Italie du nord ; sur 2.639 communes méridionales, 122 étaient pourvues suffisamment en eau potable et 1.143 étaient totalement dépourvues. Un seul grand ouvrage hydraulique avait été mis en chantier et achevé en Italie du sud depuis le début du siècle : l'aqueduc des Pouilles (1906-1939) qui amenait à Bari et jusqu'à l'extrémité de l'Apulie les eaux captées à la source du Sêlê sur le versant tyrrhénien. Il était déjà insuffisant avant 1950.
100. A partir de cette date, la Cassa per il Mezzogiorno a entrepris les grandes réalisations hydrauliques en les associant à celles de la Réforme Agraire. L'eau a bénéficié à elle seule de 22,7% des investissements. La politique d'intervention a dû être révisée à partir de 1967 sous la pression des exigences de l'industrie. Les grands barrages prévus pour les seuls besoins de l'irrigation ont été contraints de faire face aux nouveaux besoins industriels et parfois à l'extension des besoins urbains. Les aménagements essentiels sont :

#### *. Le complexe du Sinni*

Le barrage de Monte Cotugno sur le Sinni est le plus important du Mezzogiorno ; il réunit les eaux de l'Agri, du Sinni et du Sarmiento. Il alimente le noeud hydraulique de Ginosa sous Matera, qui permet de renforcer le barrage de San Giuliano sur le Bradano et l'aqueduc des Pouilles. L'ensemble des installations entraînera l'irrigation de 40 à 50.000 ha et améliorera la desserte des villes et des industries de Tarente et Métaponte.



# AQUEDUCS ET TRAVAUX D'IRRIGATION EN POUILLE LUCANIE MOLISE



Source : J. PONCET . La politique Italienne de l' eau et le Mezzogiorno . Méditerranée 5-6 -1971 . p477 .

. *L'Aménagement des bassins du Fortore et de l'Ofanto*

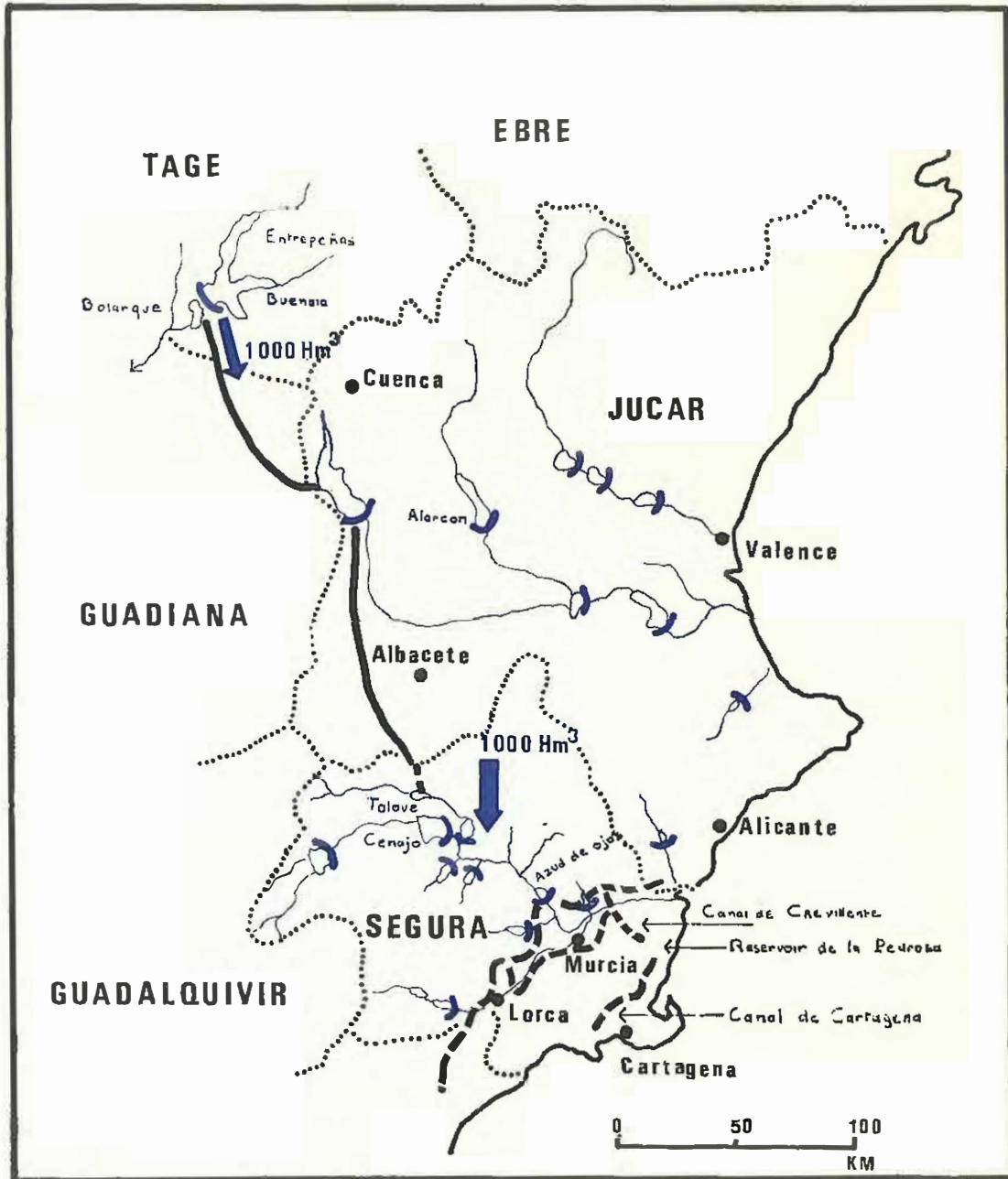
L'Ente de Développement et d'Irrigation de Bari doit quadrupler le volume de l'aqueduc des Pouilles et étendre l'irrigation dans le Nord et l'Ouest des Pouilles ainsi que dans le Nord du Tavoliere. Une série de barrages ont été construits sur le Fortore et l'Ofanto ; les deux bassins sont reliés entre eux et grossissent de leurs apports l'aqueduc des Pouilles.

101. Malgré ces grands travaux, il faut envisager un manque d'eau à long terme qui rendra nécessaire l'utilisation des mêmes eaux récupérées et épurées dans plusieurs circuits (eaux industrielles pour l'irrigation) ainsi que le dessalement de l'eau de mer (expériences prometteuses au Laboratoire de Bari).

2.2. L'ESPAGNE DU SUD

102. La politique hydraulique s'intègre dans la politique générale de développement amorcée dès 1939, mais qui ne s'est vraiment épanouie qu'après 1959, à la fin de la période d'austérité économique. Ce n'est pas simplement une politique de grands travaux ; c'est l'élément capital d'une politique de colonisation intérieure, de conquête de terres nouvelles.
103. L'Institut National de Colonisation, créé en 1939, a servi d'instrument d'action, en particulier pour l'application des Plans Spéciaux qui sont affectés à des aires de développement dans des zones déshéritées. Il intervient sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et aux côtés de la Direction des Travaux Hydrauliques. *Le Bassin du Segura* fait l'objet d'un des Plans Spéciaux décidés depuis le démarrage de la planification. Il avait suscité plusieurs projets successifs dans le passé. Le fleuve, grâce à une bonne alimentation pluvio-nivale en amont, demeure un fleuve pérenne en aval dans une région où les précipitations sont inférieures à 300 mm., mais son coefficient d'écoulement est dérisoire (3 %). Des crues puissantes engendraient de graves inondations.
104. L'idée d'alimenter le Segura avec l'eau détournée d'un autre bassin a été lancée en 1933 ; la contribution possible du Tage, de l'Ebre, du Jucar, du Guadalquivir fut envisagée... Le problème a été repris en 1960, la décision adoptée en 1968 en faveur du Tage et l'adjudication effectuée en 1969. Le financement a été assuré par l'Etat ainsi que par le gouvernement et la Banque d'Allemagne. *L'Aqueduc Tage-Segura* qui passe en tunnel sous la Sierra de Hellin, permet l'accumulation d'une retenue dans le bassin du Segura. Des canaux de dérivation doivent atteindre Lorca, Almeria, Elche, Alicante, Carthagène. Le plan de transformation du Campo de Carthagène a été approuvé en 1974 ; 32.000 ha seront irrigués, 5000 emplois agricoles créés.

L'AQUEDUC TAGE - SEGURA



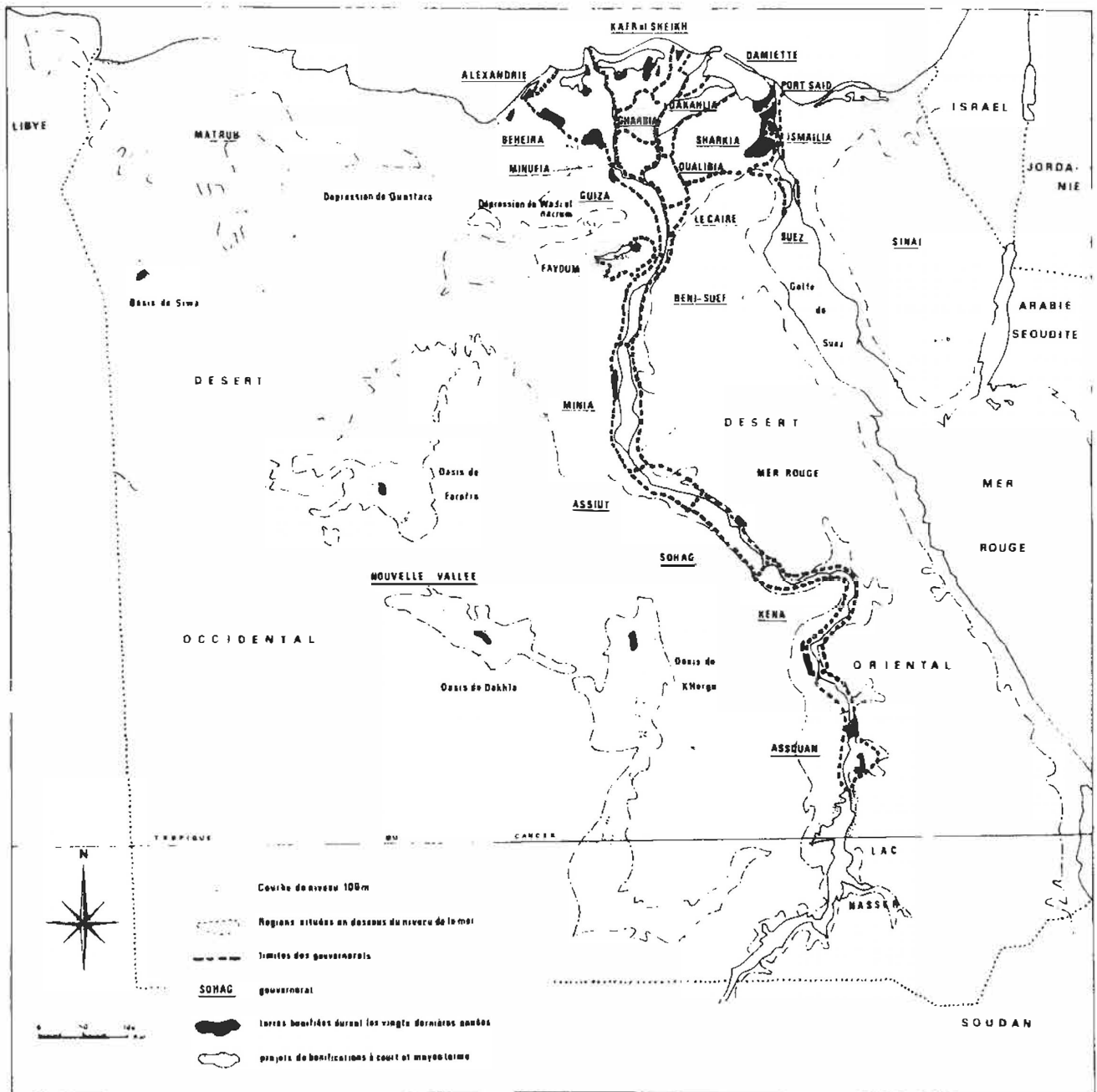
Source : F. LOPEZ BERMEDEZ . Un exemple de planification régionale dans le sud est de l' Espagne : La dérivation Tago - Segura . Méditerranée 2-1975 . p 64 .

### 2.3. ISRAEL

105. En Italie du sud et en Espagne du sud, les besoins des rivages méridionaux ont entraîné l'interconnexion de plusieurs bassins hydrographiques afin de mobiliser les volumes indispensables. En Israël, la mise en valeur du désert de Néguev où la dépression de Beercheva possède des sols de loess a exigé l'amenée des eaux du nord plus favorisé vers le sud déshérité. L'importance vitale des aménagements hydrauliques explique qu'ils aient attiré, avec l'agriculture, de 20 à 25 % de l'investissement global jusqu'à 1958 et qu'ils ne soient tombés à 10 % qu'en 1965.
106. La première adduction destinée à alimenter le désert de Néguev est la conduite *Yarkon - Néguev*, réalisée de 1952 à 1956. Le Yarkon est l'un des rares petits fleuves côtiers pérennes des régions septentrionales, grâce à l'apport des collines calcaires de l'arrière-pays. Mais le résultat restait insuffisant. D'où l'adduction *Lac de Tibériade-Néguev* effectuée de 1956 à 1965. Les eaux du Lac de Tibériade sont élevées de 256 m pour passer sur le versant méditerranéen (station de pompage souterraine). Des ramifications importantes (Kichon-Galilée occidentale) se greffent sur ce système de canaux ouverts, de canalisations, entrecoupé de tunnels et de réservoirs.
107. L'ensemble des aménagements contribue à rendre à peu près totale la maîtrise des eaux dans le cadre de l'Etat d'Israël sur 1,5 milliard de m<sup>3</sup>/an de ressources estimées, 1,4 milliard était consommé dès 1968. Seules les nouveautés technologiques (emploi d'eau salée, recyclage des eaux d'égout) peuvent faire face à l'accroissement des besoins.

### 2.4 LES PROJETS : LA NOUVELLE VALLEE EN EGYPTE

108. Il s'agit d'un projet grandiose qui a été élaboré en 1958. Il préconise la création d'une nouvelle vallée approximativement parallèle à celle du Nil, longue de 850 km, allant du barrage d'Assouan à la Méditerranée, à travers le désert occidental. Elle est actuellement jalonnée par une série de dépressions qui s'abaissent du sud au nord : les oasis de Kharga, de Dakhla, la dépression de Qattara, et quelques oasis secondaires regroupaient, en 1973, 91 000 personnes et moins de 20.000 ha irrigués dont la moitié depuis moins de 20 ans.
109. Le projet d'aménagement repose sur l'utilisation des eaux souterraines : jusqu'ici, de nombreux foragés sont venus s'ajouter aux anciens puits. Mais la pression a diminué dans les puits artésiens, nécessitant le pompage qui est rentable jusqu'à 100 m. Les potentialités totales représentent 6 à 7 millions d'ha à vivifier pour l'agriculture, c'est-à-dire deux fois la superficie actuellement irriguée en Egypte. Un



Extension de la superficie cultivée en République Arabe d'Egypte.  
Projets et réalisations depuis 1952.

Source : H. GUMUCHIAN . La République Arabe d' Egypte à la conquête de ses déserts .  
Revue de Géographie Alpine 2-1975 p. 227

accord a été conclu en 1974 entre la R A E et le Programme des Nations-Unies pour le Développement. Les buts à court terme restent modestes : l'arrivée des experts avec des moyens techniques et financiers doit permettre la détermination des disponibilités en eau ainsi que quelques expériences pilotes.

110. La conquête des déserts, déjà accomplie ou prévue, démontre l'efficacité des équipements hydrauliques grandioses réalisés ou envisagés. Ils contribuent à "l'artificialisation du milieu", qui est la marque des sociétés évoluées.

#### SOURCES :

J. BESANCON, L'homme et le Nil, Gallimard, 1957

H. GUMUCHIAN, Les expériences de mise en valeur du désert en République Arabe d'Egypte, Options Méditerranéennes, n° 28, 1975.

J. KLATZMANN, Israël, Magellan, P.U.F., 1971

F. LOPEZ-BERMUDEZ, Une expérience de planification régionale dans le Sud-Est de l'Espagne : la dérivation Tage-Segura, Méditerranée, 1975.

O M V V M, La mise en valeur de la Basse Vallée de la Medjerda, Options Méditerranéennes, n° 16, 1972.

J. PONCET, La politique italienne de l'eau et le Mezzogiorno, Méditerranée, 1971.