

LA MISE EN VALEUR DES REGIONS SAHARIENNES

L'aménagement hydraulique des bassins situés

au sud-est du Haut-Atlas ⁽¹⁾

SOMMAIRE DE LA MONOGRAPHIE

Chapitre I. — LIMINAIRE

Chapitre II. — LE CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.

- 1) Aperçu géographique.
- 2) Esquisse géologique.
- 3) Le réseau hydrographique.
- 4) Hydrogéologie.
- 5) Hydrométéorologie.

Chapitre III. — LA POPULATION, LE MILIEU HUMAIN ET ECONOMIE AGRICOLE

- 1) Population et densité des groupements.
- 2) Economie agricole.
- 3) Les palmiers
- 4) Autres cultures.

Chapitre IV. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES ; EAUX SUPERFICIELLES ET EAUX SOUTERRAINES

- 1) Considérations générales.
- 2) Eaux superficielles.

Chapitre V. — LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRI-COLES ET LA MISE EN VALEUR

- a) L'irrigation traditionnelle
- b) Améliorations générales projetées.
- c) La technique des ouvrages de prise en rivière.

Chapitre VI. — DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS ; LE BASSIN DU RHERIS

- 1) Les sources du Rheris et les irrigations du Haut Bassin.
- 2) Les périmètres d'imiter.
- 3) Les périmètres de Tadirhoust.

- 4) La palmeraie de Goulmima.
- 5) La palmeraie de Tiliouine.
- 6) Le Ferkla.
- 7) La palmeraie de Touroug.
- 8) Le Jorf - Fezna.
- 9) La palmeraie de l'Oued Tarda.
- 10) Le Rheris au Tafilalt

Chapitre VII. — DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS ; LE BASSIN DU ZIZ

- 1) La haute vallée du Ziz.
- 2) La région de Ksar-es-Souk et des Mdarhra.
- 3) Les palmeraies de Meski et du Rteb.

Chapitre VIII. — DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS ; LE BASSIN DU GUIR

- 1) Les irrigations du Haut-Guir.
- 2) Les palmeraies de Kadoussa.
- 3) Les palmeraies de Tazzouguert.
- 4) Les palmeraies de Boudenib.
- 5) La vallée de l'Oued Bou Anane
- 6) La basse vallée du Guir dans le Sud oranais.

Chapitre IX. — LES TRAVAUX D'EQUIPEMENT DU TAFILALT

- 1) Les grandes lignes de l'équipement du Tafilalt.
- 2) La protection contre la capture du Ziz.
- 3) L'épandage des eaux de crue.
- 4) Description des travaux d'équipement hydraulique et projets d'amélioration.

Chapitre X. — CONCLUSIONS.

(1) N.D.L.R. Nous sommes heureux de présenter à nos lecteurs cette monographie technique due à la collaboration d'un groupe d'ingénieurs de la Circonscription de l'hydraulique et de l'électricité et du Centre des études hydrogéolo-

giques. Elle fait suite à l'étude de M. Guitonneau sur l'aménagement hydraulique du bassin versant de l'Oued Draa, publiée dans la B.E.S.M. n° 58 - volume XVI 2^{me} trimestre 1953.

CHAPITRE I

LIMINAIRE

Sur le versant Sud de l'Atlas central, en bordure du Sahara, le long des Oueds qui vont se perdre dans le désert, le voyageur est étonné de rencontrer, au milieu d'un paysage dénudé et brûlé par le soleil, des palmeraies verdoyantes abritant des cultures intensivement irriguées.

En effet, tandis que sur le flanc nord du Haut-Atlas oriental coule la Moulouya, collecteur général de ce versant, c'est par trois oueds principaux que sont collectées, sur le versant sud correspondant, les eaux de surface provenant des massifs, en général bien arrosés, de cette partie de la montagne. Ce sont, d'ouest en est : le Rheris, le Ziz et le Guir. On pourrait y ajouter, à l'ouest, le Todrha qui vient se joindre au Rheris et aussi, à l'est, le Bou Anane qui, avec le Guir, forme la Saoura, oued saharien bien connu de l'Algérie occidentale.

Ces cinq oueds ont des caractères semblables : leur naissance et leur parcours en montagne se font à l'intérieur d'une série de chaînes parallèles, constituées par un ensemble de calcaires, dolomies et marnocalcaires, sectionnés par des vallées profondes, parfois très pittoresques, comme les gorges du Todrha, du Rheris ou du Ziz. Des sources importantes (de 100 à 1.000 l/s), qui apparaissent au pied de ces massifs perméables, donnent naissance à des cours d'eau pérennes en montagne, mais qui disparaissent généralement à leur arrivée dans la plaine. Ces eaux sont alors captées pour l'irrigation des palmeraies de piedmont :

- palmeraie du Todrha, alimentée par les sources du Todrha;
- palmeraie de Tadirhoust, alimentée par les sources de Tanguerfout (Rheris);
- palmeraies de Ksar-es-Souk et du Madharna alimentées par les eaux de surface et les eaux souterraines du Ziz au Fom Rhiour;
- palmeraies de Kadoussa et Tazzouguert sur le Guir.

Plus en aval, les grands oueds creusent de nouvelles gorges dans le plateau calcaire crétacé sud atlasique et de nouvelles sources importantes (100 à 700 l/s) permettent d'irriguer abondamment de nouvelles palmeraies :

- palmeraie du Rheris (sources de Tifounassine);
- palmeraie du Rteb (Ziz) sources de Meski et d'Aoufous)

Enfin, au delà, les palmeraies proprement pré-sahariennes ne disposent presque plus d'eau pérenne de surface; les irrigations sont assurées, en sus de quelques sources, émergences de nappes phréatiques (Ferkla, Guir à Boudenib), par l'épandage des eaux de crue et l'exploitation des eaux souterraines par puits ou par rhetaras. Ces drains primitifs, parfois

très nombreux (Fezna), fournissent dans l'ensemble près de 1.000 l/s.

Mais si l'on regarde de plus près, on s'aperçoit que de grandes surfaces, autrefois florissantes, comme en témoignent les ruines ou les traces de canaux d'irrigation abandonnés, menacent de retourner au désert. Cette régression de la végétation s'explique par l'assèchement progressif des rhetaras et la difficulté qu'ont éprouvée les irrigants pour entretenir les ouvrages en terre qui dérivent les eaux de crues. L'époque où les maîtres des lieux, puissants féodaux, disposaient à ces fins d'une main-d'œuvre gratuite est en effet révolue.

Ainsi les ressources hydrauliques, originaires du versant Sud-Est du Haut-Atlas, sont-elles utilisées depuis des siècles sous toutes leurs formes, débits pérennes, épandages, eaux souterraines.

Mais la pratique ancestrale des irrigations ne peut aboutir dans ces pays qu'à des contrastes nettement marqués : contrastes des oueds coulant parfois à gros débits entre des rives désertiques, contrastes des zones d'intense végétation à côté de zones arides à peine parsemées de végétation épineuse, contraste des terrains rocheux imperméables à côté d'immenses nappes alluvionnaires rendues particulièrement aquifères par leur perméabilité. On pourrait multiplier ces contrastes qui sont le trait dominant des régions sahariennes mais que l'homme, par la technique et la science, s'efforce de nuancer.

Car dans ces régions, depuis les travaux de conservation des sols jusqu'aux barrages d'accumulation, en passant par les innombrables petits équipements hydrauliques de toute nature, captages, barrages de dérivation, forages, bétonnage de réseaux, etc... la lutte contre ces contrastes est désormais sérieusement amorcée.

CHAPITRE II

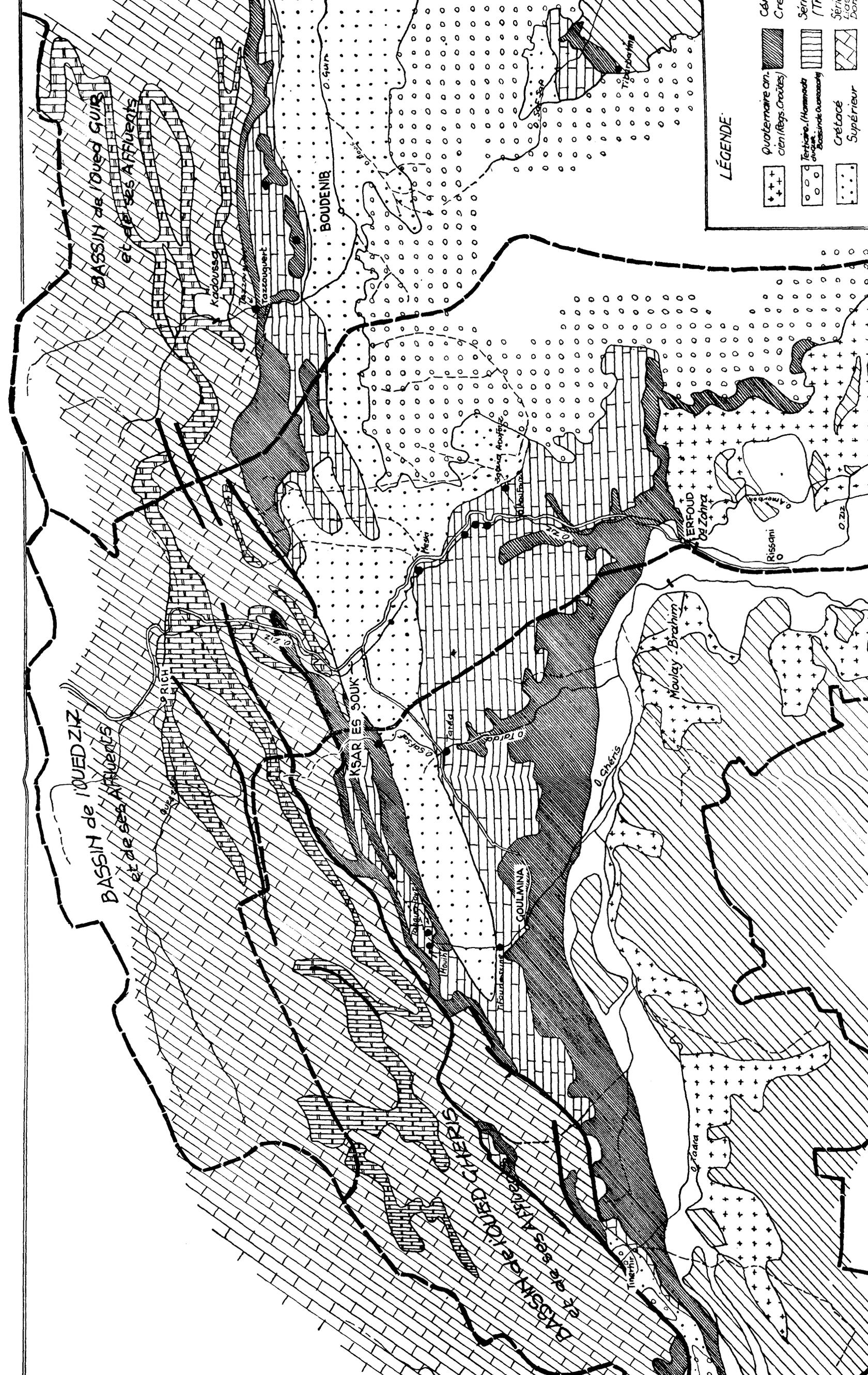
LE CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

L'étude du cadre géographique et géologique des bassins du Ziz et du Rheris a été entreprise par M. J. MARGAT, Ingénieur géologue, Chef de la Section Meknès-Tafilalt du Centre des Etudes hydro-géologiques. Celle du bassin du Guir est comprise dans une Monographie présentée en 1953 par le C.E.H. J. MARGAT et L. MOULLARD et intitulée « Le bassin du Guir ».

M. J. MARGAT a bien voulu résumer les données des études entreprises sous forme d'une note synthétique que nous reproduisons ci-après.

I. — Aperçu géographique

« Les bassins du Rheris, du Ziz et du Guir s'étendent sur la plus grande partie du S.E. marocain et appartiennent en quasi-totalité au domaine pré-



LÉGENDE

- | | | | |
|--|--|--|-------------------|
| | Quaternaire ancien (Rég. Croûtes) | | Crétoce Supérieur |
| | Tertiaire (Hamada ouçale, Bassins de Ouassany) | | Sérien (T) |
| | | | Sérien (L) |
| | | | Sérien (B) |

BASSIN de l'OUED ZIZ
et de ses Affluents

BASSIN de l'OUED GUIB
et de ses Affluents

BOUDENIR

KSAR ES SOUK

GOULMINA

Moulay Brahim

ERFOUD de Zahra

Rissani

Kadoussa

Tazzouquet

Rich

ZIZ

O. Ghar

O. Ghar

O. Saka

O. Tida

O. Tida

O. Tida

O. Ghar

O. Chers

O. Ghar

Tinerrhi

O. Ghar

saharien. Ils constituent la partie marocaine des hauts bassins de la Daoura et de la Saoura : ce sont ainsi les seuls grands bassins du Maroc strictement endoréiques, et aussi les plus élevés (altitude moyenne supérieure à 1.000 m). Leur cœur géographique et historique est le Tafilalt, l'une des plus grandes palmeraies du Maghreb.

Les marques du climat pré-désertique, qui s'accroissent du N.W. au S.E., unissent ces régions par delà des structures et des paysages bien différents.

Le Haut-Atlas limite au Nord les trois bassins, mais ceux-ci le pénètrent très profondément et lui doivent l'essentiel de leur alimentation en eau pérenne et leurs crues. La crête hydrographique suit, en effet, presque toujours le chaînon le plus septentrional.

A ce domaine montagneux, dont l'altitude décroît d'W. en E. (point culminant : Jebel Maoutfoud = 3 465 m dans le Haut-Ziz), succède au Sud une zone de hautes plaines et de plateaux formant un couloir long de 350 km, qui s'élargit de l'W. vers l'E., de Tinerhir à Bou-Anane : c'est le domaine du Sillon pré-africain.

Les grandes vallées issues du Haut-Atlas débouchent dans ces plaines et les traversent, en les fractionnant en une série de petits bassins : plaine du Rheris, entre Tadirhoust et Goulmima, plaine du Mdarhra (Ziz), vallée moyenne du Guir.

A l'Ouest, ces hautes plaines dominent elles-mêmes la dépression périphérique qui borde les massifs du Sarho et de l'Ougnat. Vers l'Est au contraire, dans le bassin du Guir, elles sont limitées au Sud et dominées par l'avancée du système des hammadas.

La vallée du Guir longe longtemps le kreb (falaise) des hammadas qu'elle contourne par l'Est pour ne reprendre son cours vers le Sud qu'en sortant du territoire marocain.

Le caractère saharien s'accroît dans le domaine anti-atlasique des bassins du Ziz et du Rheris.

Le bassin du Rheris est limité au Sud par la ligne de faite des massifs du Sarho et de l'Ougnat, dont le versant méridional appartient à un autre bassin : celui du Maïder, également affluent de la Daoura.

Entre les lourds reliefs de l'Ougnat et les puissantes falaises des hammadas, tout un système de plaines limoneuses et de glacis très aplanis (« regs »), dont la continuité est rompue par de nombreux petits reliefs appalachiens, « riches » et « gours », s'ordonnent suivant un long couloir E.W., du Todrha au Ferkla puis au Tafilalt, plaine méridienne où se confondent les vallées du Ziz et du Rheris et qui s'abaisse au Sud jusque vers 750 m.

En résumé, l'orographie des bassins du Rheris, du Ziz et du Guir, a pour traits majeurs des lignes de reliefs transversales aux axes de drainage principaux et sensiblement E.W. : faisceau des chaînons

du Haut-Atlas, lignes de kreb, rebord Sud des plateaux sur-atlasiques et front Nord de la hammada du Guir, ligne de faite du Sarho-Ougnat prolongée par le J. Erfoud.

Les altitudes décroissent dans l'ensemble de l'W. à l'E. et du N. au S.

II. — Esquisse géologique.

Aux trois grands ensembles indiqués ci-dessus : Haut-Atlas, plaines et plateaux sud-atlasiques, massifs et dépressions anti-atlasique, correspondent trois domaines structuraux bien distincts :

a) Le Haut-Atlas est une chaîne plissée de type jurassien, d'âge alpin, constituée essentiellement de terrains calcaires, dolomitiques ou marneux, plus rarement gréseux, d'âge surtout jurassique.

Aux anticlinaux, généralement E.W., correspondent des chaînons souvent aigus, plus ou moins ramifiés. De larges dépressions synclinales les séparent, se relayant entre elles et communiquant aussi par les profondes cluses que les principales vallées, perpendiculaires aux plissements, ont taillées dans les chaînons.

Des failles sont fréquentes : les plus importantes constituent la grande fracture bordant le Sud de la chaîne, dite accident sud-atlasique.

b) Le bassin de Ksar-es-Souk-Boudenib est un large synclinorium très dissymétrique, à flanc sud tabulaire et à flanc nord tantôt redressé au contact du Haut-Atlas, tantôt intégré progressivement à son domaine plissé. C'est un bassin subsident dont le remplissage sédimentaire constitué surtout de Crétacé (marnes, grès et calcaires) atteint dans le centre une épaisseur de 3.000 m. Un niveau joue un rôle morphologique et hydrogéologique essentiel : les calcaires cénomano-turonien, puissants de 50 à 100 m. Chaque grande vallée, en traversant le bassin du N. au S. (Rheris, Ziz) ou en suivant son axe (Guir) y étale ses alluvions, en formant autant de petits bassins quaternaires, dont les surfaces limoneuses constituent les seules domaines cultivés et annoncent les plaines du Tafilalt.

c) Le domaine anti-atlasique est en quelque sorte une immense « boutonnière » dont les massifs du Sarho et de l'Ougnat, chaîne ancienne précambrienne et primaire « rajeunie » au cours du plissement alpin, forment le cœur, et que cerne le kreb des plateaux crétacés et des hammadas tertiaires. Entre ces falaises périphériques et les massifs anciens sont disposées une série de dépressions créées par l'érosion et formant le cadre du « bassin quaternaire du Tafilalt », siège des principales palmeraies du S.E. marocain.

Ce système de plaines et de vallées de largeur inégale qui se succèdent du Todrha au Tafilalt est essentiellement le champ d'épandage des oueds Todrha-Ferkla, Rheris, Ziz et de leurs affluents atlasiques et anti-atlasiques.

Le complexe des dépôts alluviaux et fluvio-lacustres peut y atteindre 30 m. Leur nature très diverse (alluvions graveleuses, sables, limons, conglomérats, grès et calcaires) résulte de l'évolution des conditions climatiques au cours du quaternaire.

Ces formations appartiennent surtout aux deux dernières phases de remblaiement du quaternaire : « cycle » des deux derniers pluviaux. L'emboîtement et la superposition des dépôts successifs se traduit par une structure complexe que masque la généralité de la couverture limoneuse superficielle.

De véritables « lits fossiles » souvent sans rapport avec les lits actuels des oueds existent et leur localisation exige des travaux de recherche assez poussés.

III. — Le réseau hydrographique.

Deux grands bassins hydrographiques indépendants se partagent le versant saharien du S.-E. marocain : les bassins de la Daoura (Ziz-Rheris) et de la Saoura (Guir).

La combinaison des traits majeurs de ces réseaux, aux directions généralement méridiennes, transversales aux lignes principales du relief, avec des traits secondaires adaptés au contraire à ce relief, confère à tout le réseau hydrographique une structure de type réticulé.

Les artères maîtresses sont des vallées presque toujours inadaptées au relief comportant de nombreuses gorges épigéniques : tarhia, rheneg et foug.

Dans le Haut-Atlas où ce caractère réticulé du réseau est le plus net, les principaux oueds bénéficient d'une alimentation pérenne par de nombreuses sources dont les débits totalisent plusieurs m³/s. Mais l'utilisation sur place de ces eaux et les infiltrations fractionnent les cours pérennes en tronçons distincts.

Seul le Ziz dont la haute vallée est l'Oued Taribant possède un cours pérenne depuis ses sources jusqu'à son débouché du Haut-Atlas, au Foug Rhiour.

Les autres vallées sont divisées en petits bassins relativement indépendants constituant autant d'unités de culture et de peuplement sédentaire :

Ce sont l'Andrhous, la Tarhia, le Semgat, l'Amsed et le Tadirhous dans la vallée du Rheris ; le Kerdous et l'Ifer, dans la vallée de l'Oued Ifer, etc...

Au Sud du Haut-Atlas, ces vallées sont collectées par deux grandes artères longitudinales coulant d'W. en E. mais disposées différemment : l'axe Imiter-bas Todrha - Ferkla - Rheris se situe dans la dépression bordant le Sarho et l'Ougnat ; il reçoit le Todrha, l'Ifer, le Haut-Rheris, le Tarda ; l'axe du moyen Guir au contraire demeure dans le bassin crétacé sud-atlasique ; il reçoit le Haut-Guir, l'Oued Bou-Anane (plus important) et l'Oued Zelmou. Le Ziz par contre, poursuit seul un tracé méridien à travers le bassin crétacé (plaine du Mdarhra, puis gorges du Rteb) et aboutit dans la plaine du Tafilalt ; il s'y joignait primitivement au Rheris. Une évolution récente (fin du

Quaternaire) l'en a détaché, en le rejetant à l'Est du Tafilalt (sous le nom d'Amerbouh) et il ne conflue maintenant avec le Rheris que beaucoup plus au Sud, à Remtia, en donnant naissance à la Daoura.

Au Sud du Haut-Atlas, les cours pérennes deviennent l'exception : certains prolongent des cours nés dans le Haut-Atlas (Todrha) ; d'autres naissent de « résurgences » : le Rheris à Goulmima et surtout le Ziz dans le Rteb, ainsi que le Guir à Boudenib. Mais la proximité de la montagne donne aux crues une régularité relative : au moins une et souvent deux par an.

Au delà du Tafilalt par contre, le régime devient typiquement saharien et la fréquence des crues s'abaisse (moins d'une par an).

IV. — HYDROGÉOLOGIE

a) Haut-Atlas.

Château d'eau des bassins, le Haut-Atlas possède une structure hydrogéologique complexe, chaque cuvette synclinale constituant un sous-bassin hydrogéologique relativement autonome.

Les deux niveaux aquifères essentiels sont la série calcaro-dolomitique du Lias inférieur et les niveaux calcaires du Dogger. Dans les deux cas il s'agit de réseaux fissurés plutôt que de véritables nappes. Aux points bas des massifs anticlinaux du Lias inférieur (souvent dans les cluses) se situent des sources à débit parfois élevés (plusieurs centaines de l/s). Les niveaux aquifères du Haut-Atlas sont en outre souvent drainés par les sous-écoulements des grands oueds (celui du Ziz au Foug Rhiour débite plus de 250 l/s).

Si l'on admet des coefficients d'infiltrations de 2 à 5 %, l'alimentation des niveaux aquifères du Haut-Atlas, pour des chutes de pluie de 150 à 300 mm/an, est de l'ordre de 5 000 à 10 000 m³/an par km².

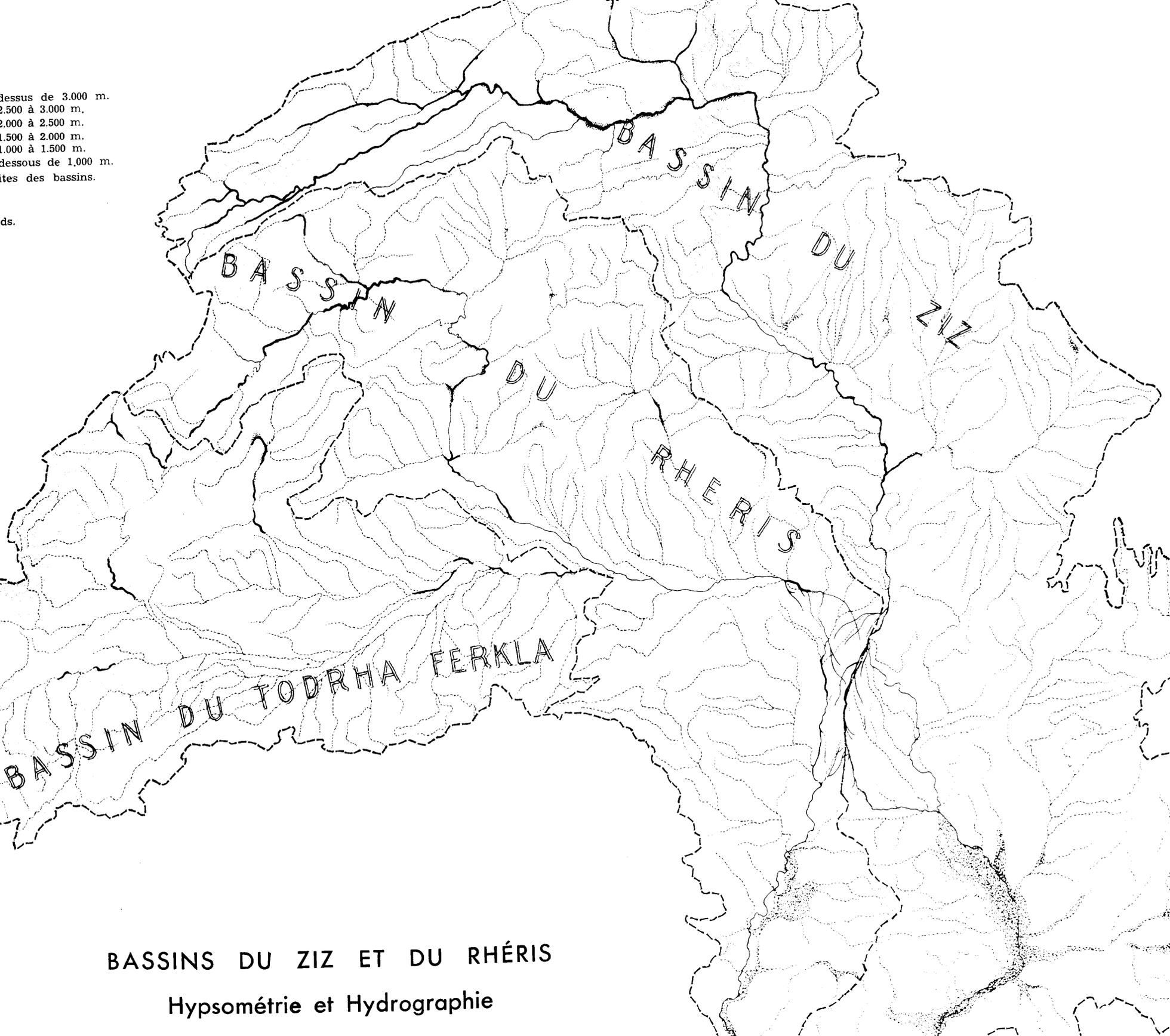
b) Bassin de Ksar-es-Souk-Boudenib.

Il s'agit d'un grand bassin hydrogéologique fermé ne comprenant qu'un seul niveau aquifère important : les calcaires céno-mano-uronien. L'étendue de leurs affleurements compense les faibles coefficients d'infiltration ; aussi donnent-ils lieu à des sources de gros débit : Tifounassine (700 l/s) dans le Rheris, Meski, Aoufous et sources du Rteb (300 à 500 l/s) dans le Ziz. Ce sont des sources de trop-plein, à l'intersection des grandes vallées méridiennes avec le toit des marnes céno-maniennes.

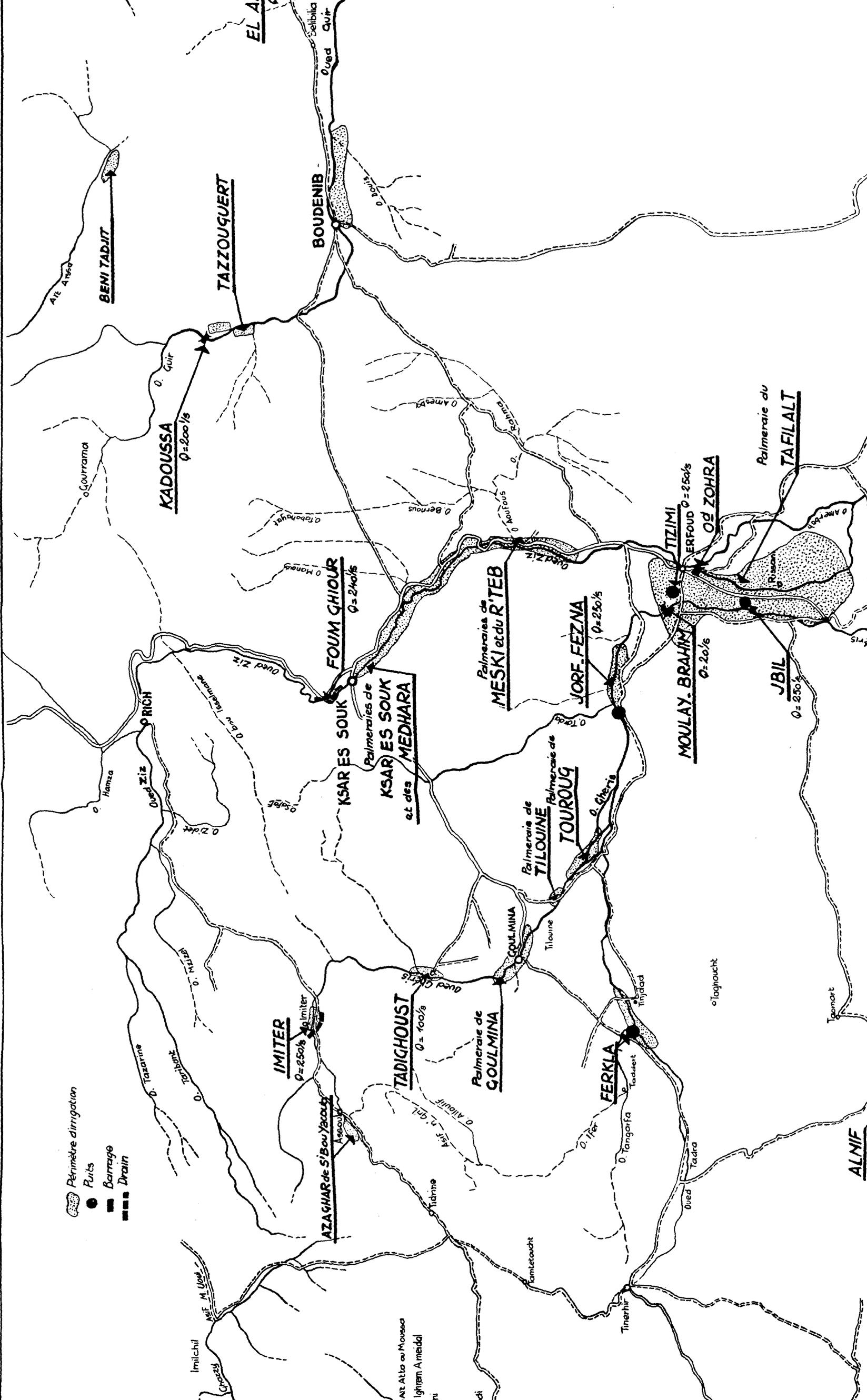
Dans le centre du bassin, les eaux des calcaires doivent être en charge et des recherches actuelles ont pour objet d'établir leur exploitabilité par forage (vallées du Ziz et du Guir).

Les séries marno-gréseuses du Crétacé inférieur et du Crétacé supérieur sont très inégalement aquifères et souvent stériles.

dessus de 3.000 m.
2.500 à 3.000 m.
2.000 à 2.500 m.
1.500 à 2.000 m.
1.000 à 1.500 m.
dessous de 1.000 m.
lignes des bassins.



BASSINS DU ZIZ ET DU RHÉRIS
Hypsométrie et Hydrographie



Périmètre d'irrigation

Ruits

Barrage

Drain

KADOUSSA
Q=2000/s

IMITER
Q=2500/s

AZAGHAR de S'BOU YSCOUT

TADIGHOUST
Q=1000/s

Palmeraie de GOULMINA

FERKLA

Palmeraie de TILOUINE

Palmeraie de TOUROUQ

Palmeraies de KESAR ES SOUK et des MEDHARA

FOUM CHIOUR
Q=240/s

Palmeraies de MESKI et du R'TEB

JORF-FEZNA
Q=250/s

MOULAY-BRAHIM
Q=200/s

TIZIMI
ERFOUD Q=250/s

OZ ZOHRA

Palmeraie du TAFILALI

JBIL
Q=250/s

ALNIF

BENI TADJIT

TAZZOUQUERT

BOUDENIB

EL A

Imilchil

AIT ALTA ou MOUSSA
Ighram A meiddal

Tinerhir

o Taghraucht

o Tamart

o Gourrama

o Rabahyett

o Bernous

o Amersal

o Kouffous

o Amersal

o Tazarine

o Tadjikoune

o Z'lekt

A/E A.1450

O. Quir

O. Manas

O. Bernous

O. Amersal

O. Kouffous

O. Amersal

Oued Ziz

o Hamza

Oued Ziz

o Tazarine

Oued Ziz

Dans les vallées et les plaines alluviales, des sous-écoulements et des nappes phréatiques annoncent les systèmes du Tafilalt.

c) Bassin quaternaire du Tafilalt.

Les couvertures alluvionnaires des plaines du bassin du Tafilalt contiennent presque toujours des nappes phréatiques qui constituent pratiquement les seules ressources en eau souterraines. Le substratum primaire est en règle générale imperméable ou stérile.

L'hétérogénéité lithologique du Quaternaire se traduit par une grande diversité des perméabilités (coefficients de 1,10-2 et 1,10-6 m/s). La perméabilité élevée de certains niveaux de cailloutis se traduit par des débits exploitables souvent importants (plus de 100 l/s). Mais l'écoulement de ces nappes aux pentes très faibles (1 à 2 p. 1 000 au Tafilalt) est très lent ; elles communiquent mal les unes avec les autres et constituent autant de bassins phréatiques à peu près indépendants.

Ces nappes sont alimentées presque exclusivement par le passage des crues dans les oueds et surtout par leur épandage massif. Les infiltrations peuvent atteindre alors 50 % des volumes d'eau épandus. De telles nappes phréatiques réagissent ainsi essentiellement comme des réservoirs dont un exutoire parfois très important est l'évaporation qui se traduit par la salure croissante des eaux et du sol vers l'aval (en particulier au Tafilalt). Le régime des fluctuations des nappes, où ne s'observe aucune « vague phréatique » est donc directement fonction des précipitations dans l'Atlas — surtout — et des crues qui en résultent.

Dans les plaines du Tafilalt, les dispositions donnant lieu à des sources sont rares. Ces dernières ne se produisent que lorsque les lits actuels des oueds se sont assez creusés pour atteindre le niveau de la nappe phréatique qui se trouve alors drainée ; c'est le cas des résurgences du Ferkla (100 à 200 l/s), de Touroug, de Ba-Agram dans le Rheris (100 l/s), de la mellahia dans le Rheris (30 à 100 l/s).

V. — Hydrométéorologie.

Le Haut-Atlas est un massif déjà décevant par la pauvreté de ses pluies : on imagine difficilement que de telles montagnes, bien orientées, ne reçoivent pas plus d'eau. Il l'est surtout sur son versant Sud où l'effet des écrans interposés, les effets d'exposition et de contrefort jouent au maximum pour réduire la pluviométrie annuelle à moins de 300 mm, sauf peut-être dans les toutes dernières surfaces proches des sommets.

Les précipitations moyennes annuelles relevées dans les vallées (Ksar-es-Souk, 140 mm ; Boudenib,

102 mm) ne traduisent qu'imparfaitement la pluviosité moyenne des bassins versants.

Toute sa partie Sud ne reçoit que 100 mm environ : au pied des chaînes, un peu plus, vers les plaines, beaucoup moins. Ce n'est pas encore le pays saharien du Sud algérien, mais la différence de végétation est très faible. Il tombe cependant assez d'eau pour que les crues soient assez régulières et pour que les nappes alluviales, seules existantes dans ce domaine de schistes et quartzites imperméables, donnent naissance à de petites oasis prospères.

Le climat du pays présaharien au Maroc est assez peu connu, aussi, ses traits particuliers valent-ils d'être rappelés.

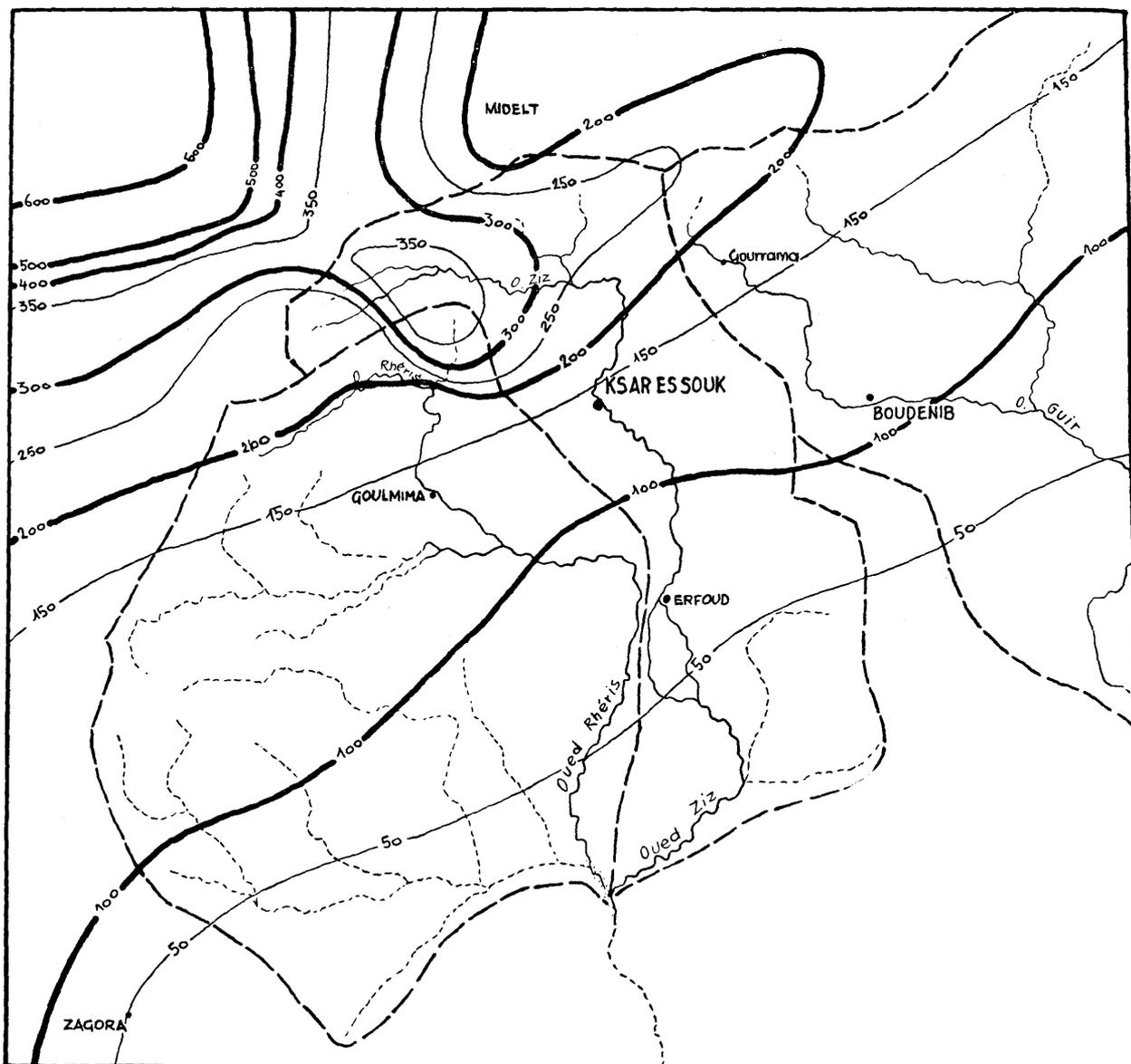
Quand il va pleuvoir dans ce secteur, il y a généralement tendance à la dépression dans tout le Sud, c'est-à-dire, ciel couvert, petites ondées et vent froid. Quand les premières pluies apparaissent, — et elles sont parfois les seules de l'année, — le Maroc est entièrement compris dans une zone de dépression ; il y a chergui dans l'Oriental, vent chaud et violent et dans l'Occidental avec averses orageuses, chutes de pluies en montagne et parfois neige sur les sommets. La température d'été fléchit alors brusquement en quelques jours, un ou deux jours parfois ; la rupture avec l'été est faite, l'automne commence et les populations comme la végétation s'en ressentent quasi-instantanément. Les orages éclatent souvent et des pluies très denses provoquent après les chaleurs de l'été des crues violentes, souvent dévastatrices, sur un sol sec et poussiéreux.

Après les pluies de l'automne, survient une période assez sèche, froide, coupée de rares crues locales. En montagne, au contraire, les pluies se succèdent, donnant aux cours d'eau principaux, qui en sont issus, un débit souvent abondant dans les bonnes années, sources de richesse pour les plaines sahariennes. Puis, vers février-mars, une seconde série de précipitations, parfois très étendues jusqu'en avril et début mai, précède l'installation de l'été parfaitement sec, sauf rares exceptions.

Toutes ces précipitations sont dues uniquement aux orages : on ne connaît pas, dans le Présahara, les périodes nuageuses qui donnent les pluies persistantes du Nord du Maroc ou de l'Europe méditerranéenne. Les orages éclatent très irrégulièrement et restent localisés. Malgré cet aspect capricieux des précipitations, il est remarquable de constater que, en fin du bilan annuel, la physionomie de l'année est très homogène. Si l'année a été pluvieuse, elle l'a été à peu près partout ; si l'année a été médiocre en pluies, le même caractère de pauvreté apparaît dans le décompte des totaux pluviométriques des postes. C'est là un point important et qui, à notre sens, oppose le Présahara et le vrai Sahara où, bien au contraire, la plus grande fantaisie paraît présider aux précipitations.

Ici, comme ailleurs cependant, des anomalies peu-

Carte pluviométrique des bassins au Sud-Est du Haut-Atlas



vent localement exister, laissant une proportion du territoire sans pluie : l'on sent alors que le Sahara est très proche et qu'il vient déborder sur son avant-pays.

Dans la plaine du Tafilalt, le rôle direct des précipitations dans l'alimentation des nappes est quasiment nul. Leur total au surplus est faible et la plupart des

pluies sont trop peu importantes pour déterminer une infiltration dans la nappe. Elles sont entièrement absorbées par l'évaporation et la transpiration dans les zones cultivées.

Citons les moyennes pluviométriques annuelles de : Tinerhir, 87 mm ; Tinjdad, 115 mm ; Goulmima, 103 mm ; Erfoud, 70 mm ; Rissani, 59 mm ; Colomb-Béchar, 71 mm.

CHAPITRE III

LA POPULATION
ET LE MILIEU HUMAIN

1) **Population et densité.** — La population marocaine totale du territoire du Tafilalt qui s'étend approximativement aux bassins supérieurs et aux plaines a été évaluée à 240.000 habitants environ (229.321 au recensement de 1951-52) (1).

Rapportée aux surfaces cultivées (56 000 ha), cette population est extrêmement dense (plus de 400 habitants au km²). Il ne faudrait évidemment pas rapporter cette population à la surface totale du territoire (80 000 km²) qui comporte essentiellement des zones incultes (zones montagneuses, plaines non irriguées et hammadas), en notant toutefois que la zone montagneuse offre quelques pâturages qui assurent la subsistance de plusieurs milliers de nomades.

(1) Dont 1 644 non Marocains, 222 360 Musulmans et 5 317 Israélites.

Les populations des principales palmeraies sont les suivantes :

Erfoud	48 000 hab.	Tafilalt
Rissani	35 000 »	proprement
Jorf Fezna	10 000 »	dit
Ferkla	21 000 »	
Goulmima	8 000 »	
Ksar es Souk	25 000 »	

Il convient de noter que la colonisation européenne n'est pas autorisée au Tafilalt, non plus que dans les territoires du Sud de l'Atlas.

Toute cette région a une production généralement déficitaire qui rend très difficile la vie des populations. Pour ne pas rester sans ressources, une partie de la population est souvent obligée d'aller travailler dans le Nord du Maroc ou en Algérie. Cette émigration est surtout caractéristique dans les années sèches où les ressources hydrauliques ne suffisent pas à donner aux irrigations un développement suffisant pour assurer les cultures vivrières.

Recensement général de 1951-52

Population civile par Circonscriptions administratives

CIRCONSCRIPTIONS ADMINISTRATIVES	Population totale	Non Marocains	MAROCAINS		
			Ensemble	Musulmans	Israélites
Territoire du Tafilalt					
Annexe de Ksar-es-Souk	18.163	486	17.677	16.618	1.059
Cercle de Rich {	Bureau du Cercle	175	19.994	19.198	796
	Circonscription de Talsinnt	289	30.115	29.373	742
	Annexe de l'Assif Melloul	22	9.494	9.494	—
Total	60.089	486	59.063	58.065	1.538
Cercle des Aït Morrhad {	Bureau du Cercle	50	22.652	22.488	164
	Annexe d'Assoul	25	11.953	11.934	19
	Annexe de Tinejad	9	17.229	16.985	244
Total	51.918	84	51.834	51.407	427
Cercle d'Erfoud {	Bureau du Cercle	407	41.089	39.611	1.478
	An. de Rissani et Poste de Taouz	41	35.256	34.684	572
	Annexe d'Alnif	10	12.168	12.168	—
Total	88.971	458	88.513	86.463	2.050
Circonscription de Boudenib	10.180	130	10.050	9.807	243
Total du Territoire du Tafilalt	229.321	1.644	227.677	222.360	5.317

Tableau extrait de l'Annuaire statistique du Maroc 1952.

2) Economie agricole.

On peut affirmer, en effet, que l'économie agricole de cette région est essentiellement tributaire des irrigations.

Dans ces régions où les précipitations sont insignifiantes et capricieuses, où le rayonnement solaire, rarement intercepté par la nébulosité, ainsi que la siccité de l'atmosphère entraînent une évaporation intense, la végétation spontanée se limite à quelques épineux, et, dans certaines régions favorisées, à quelques rares témoins de l'ancienne forêt de gomiers.

En hiver, après les pluies, on y trouve, toutefois, de maigres pâturages dans les creux de vallées favorablement orientées.

Quant aux cultures, rien ne pousse pratiquement sans eau. Toute la vie du pays est donc suspendue aux fluctuations du cours de l'oued et à celles des réserves souterraines.

3) Les palmiers.

Le palmier dattier est la principale culture et la principale ressource de la région, au moins dans les moyennes vallées (en aval de Rich pour la vallée du Ziz) et dans les basses plaines (zone de Boudebib et Tafilalet).

Bien que jusqu'à présent, aucune classification systématique des nombreuses variétés de dattes nord-africaines n'ait encore été effectuée, on peut cependant les classer, sommairement, en trois catégories :

- les dattes molles ;
- les dattes demi-molles ;
- les dattes sèches.

Le nombre de variétés de palmiers dattiers existant au Maroc est estimé à environ 300 ; mais la majeure partie de ces variétés n'est représentée que par un très petit nombre de pieds.

En ce qui concerne les doses et les périodes d'irrigation, on dispose de peu de renseignements sur cette question.

Il semble — au Maroc tout au moins — que la question ait été peu étudiée.

M. Miège pense, toutefois, que « les besoins en eau sont variables ; mais on les estime généralement à 200-250 m³ par arbre et par an ».

En pratique, il est rare que l'on dispose d'une telle quantité d'eau et dès que le chiffre de 130 à 150 m³ est atteint, la récolte peut être considérée comme assurée.

En Algérie, M. Rebour évalue à 25 000 m³ par an, les besoins en eau d'un hectare de palmiers dattiers (avec un maximum de 90 m³/jour durant les mois d'été).

Aux U.S.A., dans la Coachella Valley (sud-est de la Californie), où les précipitations atmosphériques sont absolument négligeables (moyenne annuelle : 76 mm) ; les quantités annuelles d'eau consommées par les dattiers sont les suivantes :

janvier	990 m ³ /ha
février	1 320 »
mars	1 930 »
avril	2 620 »
mai	3 050 »
juin	3 330 »
juillet	3 710 »
août	3 400 »
septembre	3 100 »
octobre	1 620 »
novembre	1 020 »
décembre	690 »
<hr/>	
Total	26 780 »

La diversité des chiffres ainsi avancés par les auteurs qui se sont occupés de la question, provient du fait que personne semble encore avoir fait le départ entre les facteurs qui entrent en jeu (latitude, espèces de palmiers considérées, salure des eaux utilisées, et, surtout, profondeur de la nappe phréatique).

Il est certain, en effet, que les palmiers, dont les racines sont très profondes (il semble qu'elles peuvent descendre jusqu'à 10 m, encore qu'aucun renseignement précis sur cette question ne puisse être obtenu), puisent une grande partie de leurs besoins en eau dans la nappe phréatique.

Il est généralement à peu près impossible d'obtenir des renseignements précis sur les rendements à attendre.

La notion de rendement n'a qu'un caractère statistique, surtout dans ces régions où il est bien difficile de savoir, en fait, ce qu'on appelle bonne et mauvaise année.

Il paraît raisonnable toutefois, de tabler sur les rendements suivants (par arbre) :

- année exceptionnelle (une année sur 10) : 6 « habras », soit 70 kilos ;
- bonne année (une année sur 4) : 2 « habras », soit 25 kilos ;
- année moyenne, 1 « habra », soit 12 kilos ;
- mauvaise année (une année sur 4) : un demi « habra », soit 6 kilos.

4) **Autres cultures.**

Après le dattier, c'est l'orge qui constitue la culture la plus importante. Le rendement moyen doit y être de l'ordre de 7 quintaux à l'hectare.

On ne possède aucun renseignement précis sur les doses normales d'irrigation de l'orge dans ces régions, mais on peut admettre qu'une bonne irrigation comporte :

6 arrosages de 600 m³ dans les hautes et moyennes vallées ;

4 arrosages de 600 m³ dans les plaines.

Les superficies plantées en blé sont faibles. Quelques cultures arbustives (grenadiers, oliviers, amandiers, figuiers) et maraîchères (fèves), un peu de henné, complètent, avec les ressources de l'élevage, l'économie rurale de la région.

sagée qu'au prix de barrages coûteux dont la construction ne peut être prévue dans la première étape des aménagements.

2) **Eaux superficielles.** — Les données hydrologiques dont on dispose actuellement pour essayer de déterminer le ruissellement moyen des oueds issus du versant Sud du Haut-Atlas sont extrêmement réduites.

Seule la station de jaugeage de Targa sur l'Oued Ziz, à une dizaine de kilomètres en amont de Ksar es Souk (1), permet de se fixer un ordre de grandeur du ruissellement probable de ces oueds. Les caractéristiques de cette station sont les suivantes :

Superficie du bassin versant	4 160 km ²
Altitude maximum du bassin	3 737 m
Altitude moyenne du bassin	1 600 m
Altitude de la station	1 060 m

Indice pluviométrique (calculé d'après les résultats des dix stations pluviométriques d'Assoul, Aït Hani, Arbalou n'Kerdous, Outerbate, Assif Melloul, Tounfite, Gounama, Midelt, Rich et Ksar es Souk) varie de 200 à 400 mm.

Le volume moyen arithmétique écoulé annuellement au cours des années 1948-49 à 1953-54 ressortirait à 252 millions de m³ (2), chiffre relativement important puisqu'il fait apparaître un coefficient de ruissellement moyen de 23 %, supérieur à celui de tous les oueds marocains de même indice pluviométrique (Indice de ruissellement moyen, 60,5 mm ; indice pluviométrique moyen, 261 mm ; = 23 %), presque le double de celui de l'Oued Draa à Zaouia-N'Ourbaz (au confluent du Dadès et du Ouarzazate).

CHAPITRE IV

LES RESSOURCES HYDRAULIQUES
LES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

1) **Considérations générales.** — Dans l'ensemble, les ressources en eau sont relativement faibles eu égard aux superficies à irriguer. Mais encore et surtout, les oueds qui contribuent à l'irrigation y apportent des volumes d'eau extrêmement variables d'une année à l'autre et, dans le courant d'une année, condensés en quelques crues rapides, souvent très importantes et parfois dévastatrices.

L'Oued Ziz.

C'est ainsi qu'au cours de l'année 1950-51 particulièrement pluvieuse, le volume d'eau écoulé dans le Ziz en amont de Ksar es Souk (à Targa) a été de 705 millions de m³ dont 375 pendant la période du 7 octobre au 20 novembre, avec un maximum de 1 200 m³/s au cours de la journée du 8 octobre. La régularisation de tels débits ne pourrait être envi-

(1) Une deuxième station de jaugeages, installée sur l'Oued Ziz à proximité d'Erfoud, est en exploitation depuis mai 1954.

(2) Le volume moyen annuel semi-permanent, observé une année sur deux, c'est-à-dire celui qui, dans le classement des débits annuels se place à mi-distance des années sèches et humides, doit être voisin de 180 millions de m³ (5 m³,700 seconde en moyenne).

Débits moyens mensuels en m³/sec de l'oued Ziz à la station de Targa

ANNEES	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Débits moyens annuels en m ³ /sec	Volumes annuels écoulés
1948 - 49	0	24,2	0,33	0,06	0,06	3,01	4,41	41,85	36,70	10,06	3,56	1,76	10,50	331 x10 ⁶ m ³
1949 - 50	2,94	3,83	1,72	5,44	3,88	2,28	1,84	0	0	0	0	28,80	4,23	133,5x10 ⁶ m ³
1950 - 51	57,25	126,02	14,74	5,65	4,57	5,42	7,97	5,10	2,50	1,29	0,59	0,15	22,27	703 x10 ⁶ m ³
1951 - 52	6,10	2,10	4,9	2,84	2,19	1,32	0,98	0	1,31	0	0	0	1,80	56,7x10 ⁶ m ³
1952 - 53	6,883	2,353	0	0	0,443	1,21	4,26	7,01	4,31	1,23	1,09	0,53	2,44	77 x10 ⁶ m ³
1953 - 54	5,55	2,832	7,142	7,132	2,76	4,06	6,61	21,14	13,79	6,61	1,48	0,77	6,55	206,5x10 ⁶ m ³
Moyennes	13,12	26,88	4,80	3,52	2,31	2,88	4,34	12,51	9,76	3,19	1,12	5,33	7,96	251 x10 ⁶ m ³

Il est probable d'ailleurs que le débit arrivant au Tafilalt est du même ordre de grandeur que celui qui est mesuré à Targa. En effet, il n'existe, entre Targa et El Borouj que les prises du Madarha (2 m³/s au maximum) et celles du R'Teb qui n'irriguent que 5 400 hectares.

Or, un prélèvement de 6 m³/s, voire même de 10 m³/s, est négligeable au regard de crues de plusieurs centaines de m³. Il en est de même de l'évaporation.

Il est possible même que les apports de l'Oued Aoufous compensent largement les prélèvements ci-dessus,

D'une année à l'autre, les écarts sont considérables (57 millions de m³ pour l'année 1951-52 ; 133 millions de m³ pour l'année 49-50, d'une part, 703 millions pour l'année 1950-1951, d'autre part) ce qui, de ce fait, rend peu significative la moyenne annuelle calculée plus haut.

Le régime paraît caractérisé par deux périodes de hautes eaux, l'une due aux orages d'automne (septembre et octobre) avec des débits moyens de l'ordre de 13 à 26 m³/s, et l'autre, un peu moins accentuée, au printemps, en avril-mai, avec des débits de l'ordre de 11 à 12 m³/s. On peut signaler également l'intervention assez fréquente d'orages en août et septembre.

L'étiage a lieu généralement en juillet (1 m³/s en moyenne arithmétique) ; mais il arrive très souvent que l'oued reste sans une goutte d'eau depuis le mois d'avril jusqu'au mois de juillet ou d'août (année 1950 et 1952). En juillet et en août, le débit moyen des années humides ne dépasse d'ailleurs pas 5 m³/s.

Par contre, les crues sont considérables, tant en débit de pointe maximum qu'en volume, au point qu'une période de crues et de hautes eaux de 1 à 2 mois (septembre et octobre 1950 par exemple) correspond à l'écoulement des deux tiers du volume annuel de l'année correspondante (année 1950-51) et presque au double du volume moyen annuel.

Le coefficient moyen d'écoulement (23 %) paraît a priori énorme si on le compare à celui d'autres oueds sahariens et même, compte tenu de la médiocrité de la pluviométrie du bassin, aux autres oueds du versant Nord de l'Atlas (oued El Abid, à Ouarirint, 32 % ; Oum-er-Rebia, à Im'Fout, 22 %).

L'Oued Guir.

En ce qui concerne l'Oued Guir, on ne dispose que de quelques jaugeages fragmentaires entrepris pendant la guerre lors de l'étude du projet de barrage d'accumulation de Kadoussa. La connaissance très insuffisante du régime des pluies interdit d'autre part de dresser un bilan hydraulique précis. Tout au plus peut-on se borner à appliquer au Guir, avec

une grande prudence, quelques résultats obtenus dans les bassins voisins analogues (1).

Il convient enfin de signaler que deux stations de jaugeages sont installées dans le bassin de l'oued Guir depuis mai 1954. Ce sont celles de Kadoussa, sur le Haut Guir, et de Bou Anane. Les observations sont encore trop récentes pour qu'on puisse en tirer des données exploitables sur le ruissellement.

Si on appliquait le même coefficient de ruissellement au bassin du Haut Guir (indices pluviométriques compris entre 100 et 300 mm, moyenne 150 mm) qu'à celui du Haut Ziz (10 à 25 %), on trouverait à cet endroit un débit moyen annuel de l'ordre de 30 à 70 millions de m³ ; le même calcul appliqué au bassin de l'oued Bou Anane, où la moyenne pluviométrique est plus faible, à peine supérieure à 100 mm, aboutirait à un ruissellement de l'ordre de 40 à 100 millions de m³. Cette différence correspond sans doute assez bien à la réalité : on retiendra que le débit du Bou Anane est sans doute deux fois supérieur à celui du Guir atlasique.

Comme dans tous les bassins présahariens, le ruissellement est sans doute loin d'être proportionnel aux précipitations (cf. Roederer « Réflexions sur les relations » : précipitations, écoulements in « Hydrogéologie du Maroc », Chap. II - Rabat 1952).

Deux totaux pluviométriques annuels égaux correspondent souvent à des répartitions très différentes. Seul le total des chutes de pluies supérieures à un minimum serait à prendre en compte ; ce minimum, étant évidemment très variable suivant la pente et la perméabilité et aussi suivant l'époque dans l'année, est de ce fait difficile à fixer pour l'ensemble du bassin et, d'ailleurs, la rareté des stations pluviométriques s'oppose à l'établissement des bilans locaux. Dans l'ensemble, le module d'écoulement relatif ne doit jamais dépasser un l/s par km².

Les crues sont généralement courtes et violentes, surtout celles du Bou Anane. Elles peuvent atteindre des débits de l'ordre de plusieurs centaines de m³/s. On en compte de zéro à une demi-douzaine par an, réparties surtout au printemps et à l'automne. La fonte des neiges ne joue un rôle sensible, quoique faible, que dans le bassin du Haut Guir.

Bilan hydrologique.

Il est bien évident que le bilan hydrologique des oueds sahariens issus de la partie du Haut-Atlas dont nous tentons l'esquisse ci-après, ne peut avoir qu'un caractère très approximatif et qu'il devra être corrigé au fur et à mesure du récolement des données hydrologiques.

(1) Conf. « Le bassin du Guir » par M. J. Margat et de L. Moullard, page 22. Régime et bilan hydraulique.

Bilan hydrologique probable des écoulements
Superficies des oueds issus de la région du Haut Atlas

Oueds	Point considéré	Superficies des bassins versants en km ²	Indices pluviométriques	Coefficient probable d'écoulement (estimé) (1)	Volumes moyens annuels du ruissellement	
					en montagne	au débouché en plaine
OUED RHERIS	1) au confluent de l'Oued Ferkla	3.318	250 mm	10 % environ	80 x 10 ⁶ m ³	100 x 10 ⁶ m ³
	2) au barrage de Moulay Brahim	10.437	200 mm	5 % environ		
OUED ZIZ	1) à la station de jaugeage de Targa	4.160	261 mm	23 % (coefficient mesuré)	252 x 10 ⁶ m ³	260 x 10 ⁶ m ³
	2) au barrage des Ouled Zohra (ou au pont du Ziz)	7.935	220 mm	15 % environ		
OUED GUIR	1) à Kadoussa	1.850	150 mm	20 % environ	57 x 10 ⁶ m ³	72 x 10 ⁶ m ³
	2) au confluent du Bou Anane	4.297	140 mm	12 % environ		
	3) à la frontière algérienne (Djorf Taba)	19.748	100 mm	10 % environ		

Volume moyen annuel disponible au débouché en plaine 430 millions de m³

(1) Mesuré pour le Ziz à la station de Targa (23 %).

Volume moyen annuel disponible au débouché en plaine 430 millions de m³, soit un peu plus que le ruissellement du Draa à Zaouia n'Ourbaz pour un bassin de 15 080 km². Il ne faut d'ailleurs attacher à ce bilan qu'un intérêt de très sommaire estimation.

Eaux souterraines.

M. Margat, dans son étude sur le bassin quaternaire du Tafilalt a tenté d'évaluer le débit global des nappes phréatiques en analysant les conditions de leur alimentation.

Il souligne d'abord que la notion d'un débit général de la nappe a peu de signification en raison même de la structure du bassin, chaque nappe possède son bilan particulier entre ses apports et ses pertes propres. Aussi les valeurs du débit mesurées ou calculées pour divers « fronts de nappe » seraient-elles très variables (de l'ordre de la centaine ou de plusieurs centaines de l/s).

Le débit global des apports serait de l'ordre de 300 millions de m³/an (10 000 l/s).

Le bassin étant pratiquement fermé (le débit des sous-écoulements du Ziz et du Rheris au Sud du Tafilalt est très faible), le total des pertes atteint une valeur du même ordre.

Du point de vue pratique, cette remarque est importante car elle implique que les débits exploitables doivent surtout être prélevés sur la part qui actuellement s'évapore et qu'ils sont donc globalement

limités. Il faut donc s'orienter vers l'exploitation des réserves et la suralimentation de celles-ci par l'épandage des eaux de crue, dont une très grande partie est encore inutilisée. Ce principe est valable pour la plupart des bassins quaternaires du Sud marocain.

Ce qu'il convient de retenir de ces bilans hydrologiques, c'est à la fois le fait que, d'une part les ressources hydrauliques sont limitées mais surtout essentiellement variables d'année en année, en particulier en ce qui concerne les apports de la zone montagneuse, d'autre part que les ressources superficielles, et celles qui proviennent des nappes phréatiques sont en étroite interdépendance, enfin que les disponibilités des nappes sont moins sujettes aux vicissitudes des précipitations en raison de leur énorme capacité qui, dans une certaine mesure, assure une régularisation interannuelle des disponibilités souterraines.

CHAPITRE V

**LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES
 ET LA MISE EN VALEUR**

a) L'irrigation traditionnelle. — Depuis des siècles les autochtones utilisent les eaux du Rheris, du Ziz, du Guir et de leurs affluents : la vie de la population, surtout dans les basses vallées, est suspendue aux fluctuations du débit de ces oueds.

Selon la position du cours d'eau où elles ont leur tête, les séguías ou canaux d'irrigation sont dites « pérennes », « semi-permanentes » ou « de crue » sans qu'il y ait souvent de distinction bien nette entre ces divers groupes.

Les têtes sont constituées, la plupart du temps, par de petits barrages rudimentaires qui sont enlevés à chaque crue. Mais il existe au Tafilalt et dans la basse vallée du Guir des ouvrages en maçonnerie assez importants dont certains ont été restaurés et confortés sous l'impulsion des autorités de contrôle (Affaires indigènes).

Faute de jaugeages suivis, d'ailleurs entrepris actuellement, on ne sait que très approximativement ce que prennent les séguías au cours de l'année et ce qu'elles peuvent porter.

Quant aux eaux de crue, elles étaient jusqu'à maintenant dérivées dans des séguías d'épandage, en pratiquant l'irrigation sur des terrains « bours » à cultures irrégulières. Les barrages et ouvrages de prise, construits par eux, ne pouvaient qu'être souvent détruits ou contournés.

Les eaux souterraines sont très inégalement et différemment exploitées suivant les palmeraies. Deux modes sont surtout répandus :

1) Le captage par « rhattaras », drains primitifs fournissant de l'eau par gravité mais de faible rendement car, malgré leur grande longueur (jusqu'à 20 km) ils ne font qu'effleurer la nappe. Leur entretien est devenu prohibitif depuis la suppression de l'esclavage et beaucoup sont abandonnés (Fezna). Les principaux réseaux sont ceux du Todrha (400 l/s), du Ferkla (50 à 75 l/s), du Jorf (100 à 150 l/s), du Guir à Boudenib (50 l/s).

2) L'exploitation de puits au « Dlou » tiré par un animal de trait ou même par l'homme. (Rendement en cours de puisage de l'ordre de 1 l/s). Ces puits sont surtout nombreux au Tafilalt (près d'un millier) et en certains secteurs du Ferkla et du Todrha, souvent localisés empiriquement dans les zones à meilleure perméabilité.

Les débits finalement exploités par ces modes traditionnels ne sont pas négligeables et sont globalement de l'ordre d'une cinquantaine de millions de m³/an (près de 2 m³/s).

b) **Améliorations générales projetées.** — D'une façon générale, les grandes lignes de l'action entreprise par les services techniques dans les aménagements projetés ou en cours visent à régulariser au maximum les débits mis à la disposition des irrigants marocains par l'utilisation rationnelle des disponibilités hydrauliques et des conditions naturelles de leur exploitation.

C'est ainsi que si, dans les zones du pied de la montagne, on recherchera et on exploitera les bassins pour la réserve qu'ils contiennent ou les couloirs pour la concentration qu'ils provoquent, dans la plaine du Tafilalt, c'est aux cheminements profonds au contraire que l'on s'adressera pour tirer une eau

abondante, puissant secours contre l'irrégularité ou l'absence des crues.

Mais celles-ci restent les grandes bienfaitrices ; elles seules nourrissent les alluvions tandis que, d'abord épandues sur la surface du sol, elles ont nourri les plantes des zones cultivées. Le territoire du Tafilalt sera donc le pays des exploitations variées de l'eau par drains et puits, avec un épandage des crues poussé au maximum.

On conçoit cependant que l'équipement hydraulique de cette région pose des problèmes assez difficiles et que les solutions ne peuvent être toutes embrassées par des directives générales. On peut noter que les aménagements visent généralement :

1) à réaménager complètement le système hydraulique général par la construction de quelques ouvrages régulateurs tendant à discipliner les oueds et à empêcher les crues exceptionnelles de venir saccager les terres irriguées ;

2) à transformer en ouvrages modernes, susceptibles de se laisser surmonter par les crues ou munis d'évacuateurs suffisamment dimensionnés, les barrages de dérivation précaires construits et reconstruits chaque année par les irrigants ;

3) à établir un nombre limité de barrages de crues rationnellement fondés et construits pour irriguer les terrains bours et favoriser l'alimentation de la nappe phréatique ;

4) à exploiter dans les conditions indiquées plus haut, par drains ou stations de pompage, la nappe souterraine des alluvions, de façon à :

— remplacer les rhattaras « aveugles » par des drains dont le tracé doit être choisi avec soin, après reconnaissance par sondages des nappes phréatiques,

— établir les stations de pompage sur des puits profonds traversant, sur toute leur épaisseur, les nappes alluviales.

Nous en verrons l'application au cours de la description des aménagements réalisés ou projetés en vue d'améliorer l'équipement hydraulique de cette région.

c) **La technique des ouvrages de prise en rivière (1).**

Problèmes généraux posés par la dérivation des eaux dans les régions sahariennes. — Bien que les problèmes de l'hydrologie souterraine soient d'un intérêt vital pour la zone saharienne que nous étudions, nous n'examinerons ici que l'aspect technique des questions touchant à l'exploitation des ressources

(1) Les données de la technique des ouvrages de prise en rivière ont été exposées dans un article de la Revue « Terres et Eaux » (n° 21 du 2^e trimestre 1954) sous la signature de M. Cavassilas, ingénieur E.N.P.C. du Bureau d'études de la Circonscription de l'Hydraulique et de l'Electricité à Rabat.

superficielles, questions délicates qui, depuis 1950, ont retenu l'attention des services techniques de la Circonscription de l'hydraulique et de l'Electricité.

Il ne faudrait cependant pas croire que les problèmes posés au technicien par les eaux souterraines et superficielles soient toujours bien distincts. Il est possible, par exemple, d'agir sur une nappe par réalimentation au moyen d'épandages convenablement conçus.

Les rhétaras de Fezna sont mortes et celles de Jorf ont leur débit diminué, parce que le barrage de dérivation sur le Rheris, d'El Gueffat, fut détruit par les crues de 1950. Depuis, deux stations de pompage ont été établies à Jorf. Elles exploitent une nappe profonde alimentée par les eaux d'infiltration du Djebel Sarho-Ougnat, mais leur débit, de l'ordre de 250 l/s ne peut satisfaire entièrement aux besoins des palmeraies intéressées. La reconstruction du barrage d'El Gueffat s'impose, quoiqu'on puisse hésiter sur le choix de son emplacement définitif.

Le problème de l'exploitation des ressources superficielles consiste à recueillir les débits de ruissellement: résurgences, débits pérennes et eaux de crue, et à les transporter jusqu'aux lieux d'utilisation.

La régularisation des rivières, dont le régime en pays arides est pourtant des plus capricieux, n'est à envisager que très exceptionnellement, car les sites favorables à la construction de barrages-réservoirs sont rares, l'évaporation grande, les débits solides considérables et le coût de tels ouvrages sans commune mesure avec l'amélioration escomptée des ressources.

Dans toute l'Afrique du Nord, il n'existe, à notre connaissance, qu'un seul barrage-réservoir à utilisation proprement saharienne: le barrage-voûte de Foum el Gherza, situé dans la région de Biskra, en Algérie, capable de régulariser un débit de 30 millions de mètres cubes, qui est utilisé pour l'irrigation des oasis de Sisi Okba.

Au Maroc, deux cas de barrages-réservoirs ont été envisagés, dont l'un d'ailleurs intéresse surtout l'Algérie.

Un barrage de 36 m de haut, créant une retenue de 165 millions de mètres cubes, pourrait être construit à Zaouia N'Ourbaz, en tête des gorges du Draa, immédiatement après le confluent des oueds Dadès et Ouarzazate. Le site permet l'édification d'un ouvrage économique, qui régulariserait, de façon satisfaisante, le débit absorbé par les irrigations pérennes de la vallée du Draa.

Un deuxième barrage-réservoir pourrait être établi à Kadoussa sur le Guir; il permettrait la régularisation de cet oued, qui alimente, tant en territoire marocain qu'en territoire algérien, divers ouvrages, de prise d'intérêt non négligeable. Le projet n'a pas encore été poussé, quoique le site soit, apparemment, des plus satisfaisants.

Malgré l'absence de tout ouvrage de régularisation, les oueds sahariens, dont les débits peuvent

varier de 0 à 3 000, voire 5 000 mètres cubes/seconde, n'ont cessé d'être exploités depuis que l'homme s'est installé dans leurs vallées.

A l'irrégularité des débits s'ajoute fréquemment l'instabilité des lits provoquée dans une large mesure par les travaux que l'homme a créés pour fertiliser ses terres, en utilisant les eaux de crues.

La perturbation introduite par la construction d'un barrage se traduit par la modification, plus ou moins importante du profil longitudinal de la rivière. Cette modification, qui s'étend aussi bien à l'aval qu'à l'amont du barrage, mais qui est lente en général, se trouve accélérée dans le cas des oueds sahariens, barrés par des nombreux ouvrages de prise et dont les crues transportent d'énormes quantités de matériaux solides.

Plus grave encore est l'évolution rapide du réseau hydrographique dans les zones d'épandage, où les lits des oueds sont peu marqués, les berges basses et formées de matériaux extrêmement entraînaibles.

A la faveur d'une crue de quelque importance, l'oued contournera sans difficulté le barrage de prise, qui constitue un obstacle gênant s'il ne peut être renversé ou déporté.

L'oued pourra même emprunter le canal principal du périmètre d'irrigation et se creuser un lit entièrement nouveau, si des précautions spéciales ne sont pas prises pour limiter le débit dérivé.

Un ouvrage de dérivation ne sera donc satisfaisant que s'il remplit son rôle sans modifier sensiblement le cours de l'oued sur lequel il est établi. Le type de l'ouvrage dépendra de nombreux facteurs dont les plus déterminants seront la nature des fondations et la fonction même de l'ouvrage qui aura à dériver, soit un débit pérenne, soit un débit de crue, destiné aux épandages ou à la réalimentation d'une nappe. Dans le second cas, l'ouvrage n'aura à fonctionner que quelques fois par an, pendant de très courtes périodes qui se situent généralement vers le début de l'automne ou à la fin de l'hiver.

Les barrages de dérivation.

L'organe essentiel d'un ouvrage de dérivation est le barrage, destiné à relever le plan d'eau jusqu'à la cote imposée par les caractéristiques du canal adducteur et le débit à dériver.

Il existe de nombreux barrages très simples, constitués par une modeste levée de terre, de quelques décimètres de hauteur que le courant emporte plusieurs fois par saison, mais qui est rétablie par les usagers eux-mêmes, dès que les circonstances rendent possible la reprise des travaux.

Pour la construction de barrages un peu plus hauts, capables, par exemple, de remonter le plan d'eau d'un à trois mètres, diverses techniques, plus ou moins perfectionnées, furent pratiquées. Elles varient suivant les traditions régionales, la nature des fondations et les matériaux disponibles.

En Afrique du Nord, quand il existe un bed-rock facilement accessible, les usagers élèvent de simples murettes en maçonnerie de chaux. Pour éviter l'invasement de la prise, les murettes comportent en général, dans leur partie supérieure, des créneaux de 0 m 40 à 0 m 60 de haut et de 1 m 50 à 2 m 50 de large, bouchés par des matériaux divers tels que trancs de palmiers, pierres, terre, etc.. Lors de la crue, les bouchures (fusibles) sont emportées, ce qui a pour effet d'abaisser la crête déversante du barrage.

S'agissant d'un barrage d'épandage, il est essentiel de rétablir les bouchures avant la fin de la crue, afin de pouvoir dériver vers les palmeraies la précieuse « queue de crue ».

Cette opération, qui immobilise une multitude de fellahs travaillant dans des conditions invraisemblables, n'est d'ailleurs pas toujours couronnée de succès.

De façon générale, la stabilité de ce type d'ouvrages est assurée, si les assises sont bonnes et les maçonneries bien faites. Cependant, dans certains cas, l'érosion et les vibrations désagrègent la maçonnerie, ce qui provoque, à la longue, la destruction de l'ouvrage. L'emploi de la maçonnerie au mortier de ciment et du béton (le colcrete a été également utilisé pour la reconstruction du barrage de Kadoussa et le renforcement du barrage de Tifounassine) constitue l'une des améliorations introduites ces dernières années, l'autre étant l'amélioration des formes hydrauliques.

Le système de « fusibles » qui ne pourrait être remplacé avantageusement que par des vannes automatiques, chères et nécessitant un génie civil imposant, fut maintenu dans la plupart des cas. Toutefois, lors de la reconstruction du barrage d'Ifly, il a été envisagé de remplacer les « fusibles » ordinaires par des orifices disposés dans la partie inférieure du barrage (buses noyées dans le massif en maçonnerie), bouchés du côté aval par des matériaux meubles destinés à être entraînés dès le début du déversement, les orifices jouant alors le rôle de pertuis de dégrèvement.

Disons encore, avant d'en terminer avec les barrages fondés sur le dur, que dans certains cas, à cause des sinuosités du profil en travers du bed-rock, les fondations stables n'avaient pas été recherchées sur toute la longueur de l'ouvrage. Cette façon de procéder avait permis de limiter l'importance des terrassements et d'éviter surtout les épuisements, mais les ouvrages construits étaient particulièrement vulnérables.

Tel fut, par exemple, le cas du barrage de Kadoussa, dont la partie qui était fondée sur les alluvions fut emportée en 1950. Reconstitué sur le rocher, le barrage permit de capter l'underflow, ce qui doubla, approximativement, le débit pérenne dérivé avant la rupture.

Le barrage des Ouled Zohra, sur le Ziz, quoique convenablement ancré aux rives, sur un conglomérat solide, repose, dans sa partie centrale, sur les alluvions. Le confortement de cet ouvrage est prévu, probablement au moyen de pieux semi-jointifs qui seraient

disposés sous le pied aval du barrage. Un modèle réduit réalisé dans une cuve à analogie électrique, par le Laboratoire de la Société SOLETANCHE, a permis de se faire opinion sur la perturbation qu'apporteraient les pieux, quant à la répartition des pressions hydrodynamiques, des poussées et des butées dues aux alluvions.

Bien plus difficile est la construction d'un barrage de dérivation, non fondé sur le dur. Des techniques diverses furent pratiquées en Afrique du Nord : tantôt le lit de l'oued fut barré par une digue de tout venant, consolidée au moyen de fascines, tantôt on s'efforça de maintenir, entre deux cloisons en fascines et pieux, de l'argile corroyée, mais, dans tous les cas, les barrages furent emportés.

On essaya encore le barrage en terre, recouvert d'une carapace de béton, et plus récemment le barrage en gabions.

Alors que le Maroc se place à la pointe du progrès technique dans le domaine des grands travaux — barrages de Bin el Ouidane et de Mechra-Homadi, fabrication de tuyaux, canaux demi-circulaires, etc...

— aucun progrès sensible n'a été réalisé dans la technique des barrages sur terrains perméables.

On sait que la construction de tels ouvrages pose des problèmes délicats, notamment en ce qui concerne les sous-pressions et les vitesses d'entraînement des matériaux alluvionnaires, problèmes qui préoccupèrent de nombreux techniciens parmi lesquels il convient de citer : Bligh, Pavlovsky, Khosla, Weaver et Terzaghi, dont les conceptions conduisirent vers un type de barrage devenu classique, que nous appellerons « indien » pour simplifier le langage.

Quelques tentatives intéressantes ont été faites concernant la construction d'ouvrages économiques en gabions ou mixtes — gabions et maçonnerie — dont certains ont rendu, jusqu'aux crues de 1949-1950, des services appréciables.

Il semble d'ailleurs qu'il soit possible d'assurer à ce type d'ouvrages une quasi pérennité ainsi que le montre l'expérience de l'Algérie qui oriente les recherches relatives aux aménagements hydrauliques sahariens vers les barrages gabions. Deux barrages ont été conçus et réalisés suivant cette technique.

1) Le barrage d'El Fatah, sur l'Oued M'Zi, fondé sur des alluvions sableuses, dont la longueur déversante est de l'ordre de 400 mètres, semble pouvoir résister aux crues de 3 000 mètres cubes/seconde, alors que la crue catastrophique est estimée à 4 800 mètres cubes/seconde, débit auquel correspondrait une lame déversante de 1 m 50.

2) Le barrage du « Rocher du Sel », sur l'Oued Melah, fondé sur des terrains inconsistants, a été prévu pour un débit de 1 000 mètres cubes/seconde, mais son déversoir, long de 200 m pourrait évacuer une crue de 3 600 mètres cubes/seconde, la lame déversante atteignant alors une épaisseur de 2 m.

Les gabions ont été utilisés au Maroc pour la construction d'un certain nombre de barrages d'épan-

dage, parmi lesquels il convient de citer deux ouvrages établis dans la vallée du Draa, ceux des Ouled Bou Youssef et d'Ifly, qui furent emportés en 1950.

Au barrage de Tifounassine, les gabions avaient servi à la construction de l'arrière-radier. Ce barrage, constitué par une dalle épaisse en maçonnerie qui est posée sur une couche profonde d'alluvions et qui supporte une série de pilettes servant d'appuis aux « fusibles », fut endommagé pendant les crues de 1950.

L'arrière-radier emporté, des affouillements de 4 à 5 m de profondeur se produisirent à l'aval de l'ouvrage, compromettant sérieusement la stabilité de celui-ci.

L'ancien radier, reconstitué en colcrete, est maintenant protégé contre les affouillements par un rideau de pieux non jointifs de 7 m de profondeur, et se prolonge vers l'aval par un matelas de gabions.

Il est à noter que la fouille provoquée par la grosse crue a été, en partie, remblayée par les crues postérieures de moindre importance.

Le problème de la stabilité du barrage supposé résolu, il reste encore à adopter des dispositions pour éviter le contournement de l'ouvrage qui, de ce fait, perdrait sa raison d'être.

Quand on examine les plans de situation de certains barrages construits sur l'Oued Ghéris, notamment ceux de Sidi Meïbar et de Moulay Brahim, on est frappé par l'aspect irrégulièrement sinueux de leurs formes, et leur longueur excessive.

On aurait pu croire que les constructeurs cherchèrent à allonger la crête déversante, mais une telle préoccupation n'expliquerait pas l'irrégularité du tracé. D'ailleurs, quand on examine les ouvrages de plus près, on constate qu'ils sont constitués par des tronçons suggestifs d'âges probables différents et en tous cas de types variés. On peut facilement reconstituer leur histoire : les premiers constructeurs établirent sur une fondation assez bonne un ouvrage de dimensions modestes qui a « tenu » mais qui a été rapidement contourné par l'oued. On s'est alors trouvé dans l'obligation de prolonger l'ouvrage, rendu inutilisable, pour barrer le lit de l'oued nouvellement creusé. Cette opération ayant été répétée un certain nombre de fois, le barrage acquit des proportions démesurées, sans rapport avec la largeur initiale du lit mineur de l'oued.

Lors de la crue de 1950, l'oued Ghéris, élargissant son lit de 150 m environ, sur la rive gauche, contournait le barrage de Moulay Brahim et endommageait gravement l'ouvrage de prise qui venait d'être achevé.

S'agissant d'un ouvrage de crue, exclusivement, il a été proposé de démolir le barrage afin de supprimer cet obstacle et permettre à l'oued de retrouver son lit naturel. Le barrage devait être remplacé, pensait-on, par une série de vannes levantes, bloquées normalement à la position ouverte que l'on n'abaissait, afin d'utiliser la « queue de crue » qu'à partir

du moment où l'alimentation de la prise deviendrait insuffisante.

Faute de crédits, cette solution ne fut appliquée que sur une longueur de 25 m environ. La partie du barrage démolie a été remplacée par quatre vannes-wagons à commande manuelle, ayant chacune 5 m de large et 2 m 40 de haut. L'ouvrage de prise à proprement parler, fut reconstitué sous la forme de deux galeries de 2 m 25 de diamètre, surmontées d'une véritable digue de terre, qui barre le lit de l'oued créé par dessus l'ancien dessableur.

Les travaux ont été achevés en juillet 1953 et l'ouvrage ainsi transformé, a fonctionné pour la première fois, pendant les crues de novembre 1953, dans des conditions très satisfaisantes. Le Ghéris retrouva son lit antérieur, tandis que l'espace situé en amont de la digue en terre fut presque entièrement remblayé.

Cette solution, qui consiste en somme à remplacer le barrage fixe par un barrage mobile et qui n'est pas trop coûteuse, pourrait être généralisée, sauf, peut-être, dans le cas des ouvrages mixtes devant dériver en temps normal un débit pérenne. On pourrait, dans ce dernier cas, songer aux modèles les plus variés de vannes et clapets automatiques, capables de s'effacer totalement pendant les périodes de crues, mais il est à craindre que, malgré son coût élevé, ce matériel mécanique soit rendu inefficace par suite de l'importance des matériaux solides charriés par les oueds en crue. Ce danger paraît d'autant plus grave que l'entretien des installations, éloignées de tout centre, serait confié à un personnel inexpérimenté.

Les organes de contrôle de l'ouvrage de prise.

Dire qu'un ouvrage de prise, convenablement conçu, doit comporter, outre le barrage, divers organes de contrôle et d'entretien — dessableurs, pertuis et vannes de chasse, limiteurs de débit — lesquels, disposés généralement près de l'entrée du canal d'amenée, constituent la défense du canal contre l'envasement et les débordements et conditionnent le fonctionnement correct de la prise, est un lieu commun.

On est pourtant obligé d'y insister, car la plupart des ouvrages du Maroc saharien sont dépourvus de tout dispositif de contrôle, ce qui rend extrêmement vulnérable le canal maître, dont le creusement ou le reprofilage exigent une dépense impressionnante d'énergie humaine.

Il ne faut pas oublier, en effet, que les irrigations par épandages nécessitent de très gros débits, qui doivent être transportés sur des longueurs considérables : 10, 20 km ou plus, avec une pente minimale. On véhicule couramment pour irriguer quelques 2 000 hectares, un débit de l'ordre de 20 mètres cubes/seconde. Le canal adducteur devra donc être calibré pour un module de 10 litres/seconde/hectare, alors que, dans le cas d'irrigations pérennes, en pays à pluviométrie moyenne, le module varie entre 0,3 et 0,5 litre/seconde/hectare.

Des canaux, dont l'exécution nécessita plusieurs années de travail, furent anéantis en quelques heures, dès la première crue, après leur mise en service.

Le plus souvent, le canal, orienté par rapport à l'oued suivant une direction quelconque, débouche directement dans l'oued. Parfois, une vanne de garde rudimentaire permet d'alimenter le canal en tout ou rien.

Il serait naturellement souhaitable que le débit dérivé ne soit pas supérieur à la capacité de transport du canal que l'on peut estimer, du moins grossièrement, en fonction de la superficie à irriguer, des quantités d'eau nécessaires aux cultures envisagées et de la durée totale des crues en année sèche. La connaissance de ce dernier facteur est bien entendu assez aléatoire.

En l'absence de tout système de contrôle des débits en tête du canal adducteur, non seulement une menace permanente pèse sur le réseau de séguias et les cultures irriguées, mais encore les terres cultivables risquent d'être ravagées irrémédiablement sous l'action érosive d'énormes volumes d'eau, que les usagers ne pourraient maîtriser. Il ne resterait alors, aux populations privées de leurs moyens d'existence, qu'à abandonner leurs foyers et aller chercher quelque chose ailleurs, ainsi que cela se produisit, bien souvent, à la suite des échecs subis par l'homme du désert au cours de ses luttes incessantes contre les forces de la nature.

La précaution, assez fréquente, qui consiste à munir le canal adducteur d'un réservoir latéral, est absolument illusoire quand cet organe de décharge se trouve trop près de l'entrée. L'unique rôle d'un tel déversoir est de prolonger, en quelque sorte, la crête déversante du barrage. Pour qu'ils soient efficaces, les déversoirs latéraux devraient être disposés assez loin de l'entrée, vers l'extrémité du remous descendant, provoqué par les plus hautes eaux.

Mais il est certain que le transport jusqu'à l'ouvrage de décharge de débits nettement supérieurs à ceux pour lesquels le canal fut dimensionné, est une opération coûteuse et délicate, qu'il vaut mieux éviter. On y parviendra en munissant l'entrée du canal d'un limiteur de débit, formé d'un masque, d'un siphon ou d'une simple vanne de garde réglable.

Un autre procédé, employé au barrage de dérivation de Moulay Brahim, consiste à substituer au canal à écoulement libre, sur quelques dizaines de mètres, une conduite se mettant en charge pour un certain débit. Cela a permis d'avancer l'entrée de la prise, dans le lit de l'oued, vers un point où le courant est rapide et, par suite, la chasse efficace. Les eaux prélevées sont dirigées vers une chambre jouant le rôle de dessableur, grâce à deux pertuis de chasse commandés au moyen de vannes levantes. Quatre autres vannes levantes à commande manuelle permettent d'alimenter le canal adducteur.

CHAPITRE VI

DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS (1) LE BASSIN DU RHERIS

1) **Les sources du Rheris et les irrigations du Haut Bassin (Amdrhous et Tarhia).** — L'irrigation des terrains situés depuis les sources du Gheris jusqu'au lieu dit Imiter (à 10 km environ en amont d'Amellago) ne pose pas de problèmes, l'oued ayant à cet endroit des cours permanents. L'irrigation se fait suivant les méthodes traditionnelles, les Affaires Indigènes y ont cependant fait construire quelques ouvrages (notamment deux petits barrages en maçonnerie).

Il est intéressant de signaler que des études sont en cours, en vue de l'irrigation par pompage d'un périmètre d'environ 300 ha, dénommé Azarhar de Sidi Bou Yacoub, situé immédiatement en amont d'Assoul. Mais il est probable que les ressources en eau ne permettront qu'une mise en valeur partielle de ce périmètre.

2) **Les périmètres d'Imiter.** — D'Imiter à l'entrée des gorges de l'Amsed, le cours de l'oued n'est plus permanent, et l'irrigation des terrains de culture (environ 300 hectares) n'est assurée, à l'étiage, que par les résurgences à débit variable d'Imiter. Ces résurgences sont captées par un barrage en maçonnerie édifié par les Affaires Indigènes et dénommé barrage du Semgat. Mais ce barrage étant situé assez en aval du foum d'Imiter une part non négligeable du débit des résurgences est perdue par infiltration dans les alluvions.

Dans ces conditions, le quart seulement des terrains est correctement irrigué.

A Imiter, à la sortie de la Tarhia, l'oued Rheris, traverse la série imperméable du Toarcien — aalénien qui permet la concentration, dans une section transversale relativement étroite des débits d'underflow. Les conditions géologiques sont apparues ainsi favorables à l'implantation d'un drain, qui, dès 1940, fut étudié par le C.E.H. (2). Les travaux correspondants furent entrepris par les Affaires Indigènes puis interrompus. Ils furent repris ensuite en 1948 par les Travaux Publics et se poursuivent actuellement.

La galerie captante est achevée et le débit du drain est d'environ 50 l/s. Ce débit, s'il permet l'irrigation d'environ 80 hectares de terrains nouveaux, n'apporte cependant pas d'amélioration notable à l'irrigation des terrains existants.

Des études sont en cours qui visent à améliorer, par un meilleur captage des eaux souterraines et superficielles, l'alimentation des 250 ha actuellement irrigués de façon pérenne et à étendre le périmètre sur 100 ha environ de terres nouvelles.

(1) La description des aménagements réalisés ou à réaliser à l'intérieur de la région qui fait l'objet de la présente monographie provient des documents fournis par M. Guérin, ingénieur des Travaux Publics, Chef de la Subdivision hydraulique de Ksar-es-Souk.

(2) Centre des études hydrogéologiques rattaché à la Direction de la Production industrielle et des Mines.

3) Les périmètres de l'Amsedet et de Tadirhoust.

— Les terrains situés entre la sortie des gorges de l'Amsedet et le nord de la plaine de Goulmina sont irrigués par :

- une source vaclusienne à débit extrêmement variable, dite source de Tahamdout ;
- les résurgences de l'oued dont le débit est relativement faible ;
- les eaux de crue, dérivées par de petits barrages édifiés par les Affaires Indigènes.

Pour assurer complètement l'irrigation des périmètres, les ressources énumérées plus haut, apparaissent insuffisantes.

Aussi a-t-on envisagé la construction d'un drain de captage du sous-écoulement du Rheris à l'endroit où se présentent des résurgences (Tanguerfout). C'est en effet l'érosion des anticlinaux, qui, en laissant affleurer le cénomanien (source de Mouin du Tsadirhoust) a permis le drainage de ces zones par le Rheris.

Mais l'idée d'un drain a dû être abandonnée et l'on s'oriente maintenant vers l'installation de stations de pompage pour lesquelles ont été entrepris des sondages de reconnaissance. La mise en exploitation d'essai d'un puits en 1954 a fourni un débit continu de 30 l/s.

4) La palmeraie de Goulmima. — A la hauteur du franchissement par le Rheris du « kreb » du plateau turonien se situe d'importantes sources : le groupe de Tifounassine (700 l/s) qui assurent les irrigations régulières de la palmeraie du « Rheris » ou de Goulmima (environ 1.200 ha). C'est la palmeraie qui avec le Todrha, dispose du débit pérenne le plus important de tout le bassin du Ziz-Rheris. Les ressources de la palmeraie du Rheris (Goulmima) comprennent ainsi

- les résurgences de l'Oued Rheris et de ses affluents, captées à l'aide de deux barrages édifiés par les Affaires Indigènes à l'emplacement de deux anciens barrages (Tifounassine et Megamane). Ces résurgences (environ 700 l-s) assurent l'irrigation normale des 1.000 ha environ de la palmeraie ;
- les eaux de crue du Rheris, dérivées par le barrage d'Ou Aqqa édifié par le Génie Rural ;
- les eaux de crue de l'oued Bour, affluent de la rive droite du Rheris, dérivées au barrage de Mezlarnat, édifié par les Travaux Publics en 1940.

En 1952, le Service de l'Hydraulique a procédé aux travaux de confortation du barrage de Tifounassine. Ce barrage, fondé sur alluvions, n'avait pas été suffisamment dimensionné. Des affouillements importants s'étaient produits à l'aval, menaçant la stabilité de cet ouvrage, vital pour la moitié nord de

la palmeraie. Les travaux ont comporté l'exécution d'un rideau de pieux jointifs à l'aval du barrage, un remplissage en béton « colcrète » entre le barrage et rideau de pieux, un arrière-radier en gabions.

Il y aura lieu de reprendre le canal de Mezlarnat, qui n'a été qu'ébauché par les Affaires Indigènes. Ce canal, issu du barrage de Mezlarnat, sur l'oued Bour, permettra, une fois achevé, une irrigation plus importante de la partie sud de la palmeraie, et la mise en cultures de nouveaux terrains « bours ».

On doit signaler enfin que des ressources nouvelles permettant l'irrigation régulière de zones d'extension pourront être trouvées, à la fois par une réglementation plus stricte de la distribution actuelle des eaux et par l'exécution d'importantes stations de pompage.

5) La palmeraie de Tilouine. — La palmeraie de Tilouine, au sud-est de Goulmima, est alimentée par la source de Ba Agram, qui est caractérisée par des venues de gaz qui l'émulsionnent.

Les Affaires Indigènes ont fait édifier un petit barrage pour le captage de cette résurgence et ont fait bétonner la tête morte de la séguia. Les ressources en eau pourront être augmentées, soit par l'exécution d'un drain, soit plutôt par une station de pompage importante, implantée à proximité du barrage.

6) Le Ferkla. — Le Ferkla, dénommé Todrha, à l'amont, est un affluent de rive droite du Rheris qui, dans le Tafilalet irrigue la palmeraie du Ferkla (Tinjdad). Cette palmeraie est mal irriguée actuellement par quelques résurgences (100 à 200 l/s), par les eaux de crue, par de nombreux puits indigènes à faible débit et par quelques rhattaras (50 à 75 l/s). Les eaux des crues de l'oued Ferkla sont pratiquement inutilisées, faute de barrage en bon état. Un tel équipement serait pourtant nécessaire pour l'alimentation de la nappe phréatique que l'on compte exploiter par pompage.

L'exécution de nouveaux barrages de dérivation des eaux de crue n'étant pas actuellement envisagée, le service de l'Hydraulique a décidé d'étudier les possibilités d'exploitation par pompage de la nappe phréatique. Après une étude hydrogéologique, complétée par des sondages de reconnaissance, 5 stations de pompage ont été prévues. En 1953, 4 puits furent exécutés, dont l'un fut équipé définitivement. Une seconde station sera équipée en 1954 et les autres les années suivantes.

7) La palmeraie de Touroug. — La palmeraie de Touroug, au confluent du Rheris et du Ferkla est irriguée par les résurgences de l'oued Ferkla et très occasionnellement par les eaux de crue du Rheris. En période sèche, les résurgences disparaissent fréquemment ; aussi est-il envisagé d'assurer l'irrigation normale de cette palmeraie par une importante station de pompage établie à partir de l'underflow du Ferkla (cette station jugée plus économique qu'un drain).

Des sondages de reconnaissance ont été exécutés en 1953, qui ont permis de fixer l'emplacement de la station qui sera réalisée ultérieurement.

8) Le Jorf-Fezna. La palmeraie de Jorf-Fezna. — Cette palmeraie comprend les périmètres de Guefifat, Larfouli et Sidi Mejbar (soit environ 1.000 ha). Le Fezna (400 à 500 ha) a été équipé de trois puits d'un débit moyen unitaire de 80 l/s. Ces puits ont été forés par le Service du Génie Rural et leur équipement réalisé par le Service Hydraulique.

Un réseau d'irrigation comportant cinq conduites principales a été aménagé à partir du puits de Larfouli et dessert une superficie d'environ 300 ha.

Les conduites sont du type californien et distribuent l'eau aux parcelles, sous une légère pression, à l'aide de pots d'irrigation distants de 4 à 500 m.

Les pertes par infiltration ou par évaporation sont donc extrêmement faibles et l'exploitation du réseau grandement facilitée par des ouvrages simples et faciles à manœuvrer.

De nouveaux périmètres doivent être équipés au cours des prochaines années au Ferkla (Tinejdad), à Tadirhous (Goulmima) et Touroug, portant ainsi les périmètres irrigués par pompage à 2.000 ha (y compris ceux du Djebil aux abords d'Erfoud), d'où une augmentation de production de 30.000 à 50.000 quintaux de céréales.

Barrage de Guefifat

L'irrigation par les pompages de la palmeraie de Jorf Fezna sera complétée par la remise en état du barrage de Guefifat.

Ce barrage, détruit en 1949, permettra, par d'abondants épandages des eaux de crue du Rheris, à la fois une irrigation directe de la palmeraie, et une réalimentation par infiltration de la nappe dont on a noté un rabattement assez sensible à la suite des pompages intensifs pratiqués.

Les travaux qui comporteront la reconstruction de la partie détruite du barrage, l'exécution d'un ouvrage de prise moderne et le reprofilage des canaux, seront commencés en 1955.

9) La palmeraie de Tarda. — La palmeraie de l'oued Tarda (oued Saf Saf à l'amont) est alimentée par les sources de déversement qui constituent le dégorgeement d'un trop plein de la nappe du plateau turonien au point où le creusement de la vallée commence, à l'amont, à atteindre l'imperméable (débit 50 l/s environ). Un drain réalisé par le Service hydraulique exploite en outre le sous-écoulement de l'oued.

10) Le Rheris au Tafilalt sera décrit et étudié plus loin.

CHAPITRE VII

DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS LE BASSIN DU ZIZ

1) La haute vallée du Ziz. — L'irrigation dans le Haut Ziz des terrains susceptibles d'être cultivés depuis les sources jusqu'en amont de Ksar-es-Souk (région Outerbat à Rich et au Foum Rhiour) ne pose pas de problèmes spéciaux, l'oued ayant un cours superficiel permanent. Il convient simplement de noter qu'il y aurait intérêt à réglementer la distribution de l'eau d'irrigation dont les débits spécifiques paraissent nettement exagérés.

2) La région de Ksar-es-Souk et du Mdarhra. — Les palmeraies de Ksar-es-Souk et des Mdarhra sont irrégulièrement irriguées par l'oued qui ne coule en moyenne que cinq ou six mois dans l'année, et toujours avec un débit insuffisant.

Au Foum Rhiour, en amont de Ksar-es-Souk, le Service hydraulique a réalisé un drain qui donne un débit variant, selon les époques de l'année, entre 180 et 270 l/s. Un réseau de distribution moderne doit être prochainement réalisé par le Génie Rural. Ce drain assure l'irrigation de toute la palmeraie de Ksar-es-Souk et d'une partie de la palmeraie du Mdarhra. Des recherches sont actuellement entreprises par le Centre des Etudes hydrogéologiques (prospection sismique), en vue d'exploiter par forage les eaux du turonien pour irriguer le Bas Mdarhra.

3) Les palmeraies de Meski et du R'Teb. — La source de Meski, ou « source bleue », bien connue du tourisme saharien et justement réputée pour le charme de son bassin et de ses ombrages, provient du dégorgeement du trop plein de l'importante nappe du plateau turonien dans des conditions analogues à celle du groupe de Tifounassine que nous avons examiné plus haut (débit moyen de la source 100 l/s). Il en est de même des sources de l'oued Aoufous à la Zaouia Aoufous (100 l/s environ) qui servent à irriguer la palmeraie du R'Teb.

En outre des sources, le turonien est drainé à l'aval par les sous-écoulements et par la partie inférieure des bassins phréatiques; l'eau ressort à l'aval sous forme de résurgences dans le cours inférieur de l'oued Meski et dans le Ziz au R'Teb. Le débit de ces résurgences est de l'ordre de 350 l/s.

Les palmeraies de Meski et du R'Teb (Aoufous) sont ainsi irriguées de façon pérenne suivant les méthodes traditionnelles et ces palmeraies ne posent donc pas de problème urgent d'équipement.

CHAPITRE VIII

DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS
LE BASSIN DU GUIR

Les ressources en eau du bassin du Guir, dont on a vu la nature et l'origine au chapitre II, sont surtout exploitées à des fins agricoles comme dans les autres bassins.

Les eaux pérennes superficielles et souterraines (sous-écoulement et nappes phréatiques surtout) sont exploitées conjointement. Le long des grands oueds, les cours pérennes sont de débits très variables et généralement discontinus : il s'agit en fait, indépendamment d'un effet de l'exploitation actuelle, de variations dans les proportions d'eau superficielle et d'eau souterraine (sous-écoulement) d'un cours pérenne global dont le débit total est relativement constant.

Aux points d'écoulement superficiel maximum correspondent les résurgences qui constituent les sites les plus favorables pour des prises au moyen de barrage.

Ce mode d'exploitation constitue le cas le plus général. On compte dans le bassin plus d'une douzaine de barrages de prise construits en maçonnerie de chaux par les Marocains, situés presque tous sur le Guir, et qui captent au total près de 1.000 l/s (y compris Kadoussa). Quelques centaines de l/s sont, en outre, captés au moyen de simples « reptas », levées de terre provisoires qui doivent être reconstruites après chaque crue.

La prise des eaux pérennes dans les oueds soulève des difficultés croissantes d'amont en aval, et particulièrement au delà du Haut-Atlas. La largeur des lits et la violence des crues oblige à construire des ouvrages de plus en plus importants si l'on désire qu'ils soient permanents.

Dans bien des cas (amont de Bou Anane), la construction d'ouvrages de prise permanents s'avère économiquement impossible, car le coût des travaux n'est plus en rapport avec le débit à capter, et il n'est pas question que ces barrages soient en même temps dérivateurs de crues.

On pourrait songer à appliquer parfois des systèmes de prise semi-souterraines, comme les prises de « type Tyrolien » ou les captages par dalles poreuses. Mais là encore, le passage des crues, aux eaux très chargées, pose un problème. Il serait souhaitable cependant de tenter quelques expériences en ce sens.

La difficulté de prise des eaux pérennes de surface explique que dans l'aval du bassin, l'exploitation des eaux souterraines prenne une certaine importance, même là où les ressources superficielles abondantes existent. C'est en particulier le cas des palmeraies de Boudenib (400 ha) qui sont alimentées surtout par des rhattaras fournissant environ 220 l/s, alors que la totalité des eaux pérennes du

Guir (résurgences locales dont a vu le caractère particulier) n'est pas utilisée : 120 à 150 l/s pris par 2 barrages et 2 reptas.

Les principaux ouvrages existant actuellement et leurs caractéristiques principales figurent aux tableaux de la page annexe.

Il ressort notamment de ces chiffres que le module d'irrigation moyen dans les vallées du Guir et du Bou Anane est nettement supérieur à 1 l/s par ha. Dans bien des cas, les surfaces cultivées devraient pouvoir être notablement augmentées simplement par un abaissement du module, ce qui paraît possible, de 25 à 50 % au minimum.

L'importance des pertes dans les séguias, surtout les séguias adductrices primaires, et les parties adductrices des rhattaras, est certainement la raison la plus générale, mais non la seule de l'élévation apparente des modules. Si l'on tient compte du débit arrivé effectivement en tête du périmètre irrigué et non du débit capté, on constatera que le module réel est presque toujours compris entre 0,5 et 1 l/s par ha.

On doit souligner que le total des débits indiqués ici est probablement supérieur au total réel des débits utilisés, car chaque prise bénéficie en partie des pertes du système qui le précède en amont, par exemple entre Tazzouguert et Kadoussa.

Dans le cas du Guir notamment, le débit effectivement utilisé ne doit guère dépasser 1.000 l/s, les 2/3 du débit fourni par le barrage de Kadoussa demeurant encore inutilisés.

1) **Les irrigations du Haut Guir.** — L'irrigation des terrains cultivés dans le Haut Guir, à partir des sources jusqu'à la région de Gourrama et de Kadoussa, ne pose pas de problèmes spéciaux, l'oued ayant un cours permanent.

De nombreux barrages en maçonnerie ont été édifiés dans cette vallée par les Affaires Indigènes. La plupart de ces barrages sont dangereusement menacés et leur remplacement éventuel posera alors des problèmes assez difficiles.

2) **La palmeraie de Kadoussa.** — Jusqu'en 1950, la palmeraie de Kadoussa était irriguée par les résurgences de l'oued Guir, captées par un barrage qui, assez mal fondé, fut partiellement détruit en 1950. En 1952, le Service hydraulique a reconstruit à l'entrée des gorges de Kadoussa un barrage-poids reposant entièrement sur le rocher. Ce barrage permet de recueillir l'intégralité de l'underflow, soit environ 200 l/s, ce qui assure parfaitement l'irrigation de cette palmeraie de 80 ha et permet même d'envisager l'irrigation de nouvelles terres.

Ce barrage pourrait d'ailleurs être ultérieurement remplacé par un barrage d'accumulation important, de l'ordre de 30 à 40 millions de m³, qui permettrait non seulement d'améliorer le régime des irrigations actuellement pratiquées, mais encore d'étendre les irrigations à l'aval. Il convient toutefois de souligner

que les potentiels en terres cultivables comme en population limitent beaucoup l'intérêt des projets de régularisation du cours de l'oued Guir par un ou plusieurs grands ouvrages d'accumulation : les possibilités d'utilisation semblent en effet inférieures aux ressources dont la mise en œuvre est techniquement possible.

3) **La palmeraie de Tazzouguert.** — La palmeraie de Tazzouguert est irriguée, dans des conditions satisfaisantes, à l'aide d'un barrage édifié par les Affaires Indigènes qui recueille, en aval du Foum Irhsis le surplus des résurgences de Kadoussa, avant les pertes de l'écoulement pérenne du Guir ; ce dernier se tarit généralement peu en avant du Foum Rheneg, après les gorges de Tazzouguert.

4) **Les palmeraies de Boudenib.** — Les palmeraies de la région de Boudenib sont irriguées à la fois :

- par quelques résurgences du Guir,
- par les eaux de la nappe phréatique du Quaternaire (vallée du Guir, Rhettaras),
- enfin, par des eaux de crue dérivées par des barrages édifiés par les Affaires Indigènes ; mais ces barrages sont souvent contournés ou même partiellement détruits.

Des études hydrogéologiques ont été faites en vue de projeter l'irrigation par pompages d'un périmètre de 100 hectares environ dit « périmètre des Ouled

Vallée du Guir (d'amont en aval)

Nom de l'ouvrage	Type	Débit capté (en l/s)	Surface irriguée (en ha)	Extension possible des cultures (en ha)
Zentouar	Source captée	40 à 100	100	0
Tit N'Ali	Barrage chaux	180	75	0
Tamdaout	Barrage chaux	35	10	0
Gourrama	Barrage chaux	45	90	50
Tafendast	Barrage chaux	20	50	0
Toulal	Barrage chaux	30	60	0
Toulal	Drain	80	120	150
Radier Grandjean	Barrage chaux	30	35	0
Baknou	Barrage chaux	16	10	10
Kadoussa	Barrage souterrain moderne (T.P. 1952)	300 (1)	60	0
Tazouguert	Barrage chaux	130	80	200
Aït Moussa	Barrage chaux	0 à 100 (moyenne 25)	100	
Boudenib	7 Rhettaras (+ 2 reptas)	220 (80)	240	200
Saheli	Barrage chaux	40	60	40
Total		1.300	1.090	750

(1) 200 l/s au maximum sont dérivés et une grande partie retourne actuellement à l'Oued Guir.

Vallée du Bou Anane - Aït Aïssa (d'amont en aval)

Nom de l'ouvrage	Type	Débit capté (en l/s)	Surface irriguée (en ha)	Extension possible des cultures (en ha)
Aït Ouazzag	2 Rhettaras	160	140	200
Ksar Cherfas	5 Rhettaras	40	30	0
El Akhal	Drain (T.P.)	200	80	200
Total		400	250	400
Prises par reptas		280	240	2.000
TOTAL GENERAL		680	490	2.400

N. B. — Le barrage de Beni-Tadjit n'est pas mentionné ici, car il est complètement hors d'état.

Ali ». Une ou deux stations de pompage doivent être réalisées en 1954 par le Service hydraulique.

Par ailleurs, les Affaires Indigènes avec l'aide du Génie Rural, ont entrepris des travaux de consolidation des rhattaras qui sont toujours d'un entretien très difficile.

5) **Vallée de l'Oued Bou Anane.** — L'Oued Bou Anane, affluent de rive gauche du Guir, est lui-même formé par la confluence de trois oueds dont le plus important est l'oued Aït Aïssa. A son débouché en plaine, on note que les pertes de l'Oued Guir (à l'aval de Tazzouguert en particulier) et des autres oueds contribuent à alimenter les grès rouges du crétacé supérieur que draine en partie l'oued Bou Anane.

C'est d'ailleurs dans la haute vallée du Bou Anane que le système nappe-eau pérenne est le plus caractéristique.

Deux grandes plaines : celle de Aït Ouazzeg et celle de Beni Tadjit, totalisent près de 3 500 ha de terrains cultivables, renferment d'importantes réserves en eau.

Les nappes donnent d'ailleurs en aval, à Beni Bassia, des résurgences d'un débit moyen de près de 400 l/s.

a) Stations de pompages :

Récupérer ces résurgences aux fousms est pratiquement impossible, les ouvrages devant être trop importants. Il reste la solution des pompages dans la nappe phréatique. Deux emplacements ont été retenus : Ksar des Aït Ouazzeg et aval du poste de Beni-Tadjit.

b) Prises de crues ou d'eau pérenne :

Les différents ouvrages de l'Oued Bou Anane ont été détruits : barrages en chaux qui étaient cependant suffisants pour l'irrigation des petites palmeraies de la vallée. Pour remplacer ces cultures qu'il devient de plus en plus difficile de pratiquer, il a été envisagé une prise d'eau pérenne en aval du poste de Bou Anane, destinée à l'irrigation de la plaine comprise entre le confluent des oueds Guir et Bou Anane. Ce projet implique un déplacement des cultures, déjà amorcé par les habitants.

6) **Beni Tadjit.** — La vallée de l'Oued Aït Aïssa comporte quelques prises de crues et d'eau pérenne en amont de Beni Tadjit. Il suffira, pour obtenir un aménagement rationnel, de dériver au maximum 1 million de mètres cubes dans les années de forte pluviométrie.

7) **La basse vallée du Guir (1).** — Cependant,

(1) L'étude de la basse vallée de l'Oued Guir provient des documents fournis par le Service de la Colonisation et de l'Hydraulique d'Algérie et en particulier de l'article sur le projet de barrage de Djorf Torba et sa raison d'être paru dans la Revue « Terres et Eaux », sous la signature de MM. Pierre Gevin et Gilbert Cheylan (Bulletin de liaison temporaire du Comité d'organisation provisoire de l'Association des hydrogéologues).

la mise en valeur de la vallée du Guir n'est pas le domaine exclusif du Maroc. L'aménagement de la basse vallée, dans le Sud Oranais, a déjà fait l'objet d'un certain nombre d'études de la part du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique de l'Algérie dont il convient d'exposer sommairement les grandes lignes.

Cet aménagement répond à une double nécessité :

- fournir à la ville de Colomb-Béchar et aux aménagements industriels projetés dans la région (Zoia) les eaux potables et les eaux industrielles qui leur sont nécessaires (6 000 à 8 000 m³ par jour pour les premières, 20 000 m³/jour environ pour les secondes).
- développer au maximum les irrigations d'épandages et même créer des périmètres d'irrigation pérenne dans la région d'Abadla où l'on pratique déjà, sur 10 à 15 000 ha, les cultures d'hiver à l'intérieur du réseau des défluent de l'Oued Guir.

En aval des oueds Zelmou et El Morra qui confluent déjà dans le Guir en zone algérienne, le bassin versant de cet oued draine une immense superficie de 21 000 km² qui remonte jusqu'à l'extrémité orientale du Grand Atlas marocain et qui intéresse des zones relativement arrosées. Du point de vue géologique, ce bassin se divise en trois tronçons principaux :

- la partie amont, étudiée plus haut, et qui, dans l'Atlas Marocain draine à peu près exclusivement des terrains jurassiques,
- la partie moyenne où, après le passage de l'accident Sud atlasique, sont surtout intéressés des terrains crétacés et tertiaires,
- la partie aval, pénétrant dans la vraie plateforme saharienne paléozoïque qui débute au Nord par les terrains carbonifères du bassin d'Abadla-Colomb-Béchar et qui finit au Sud par les formations cambro-siluriennes des chaînes d'Ougarta où quelques anticlinaux légèrement érodés montrent déjà le socle antécambrien.

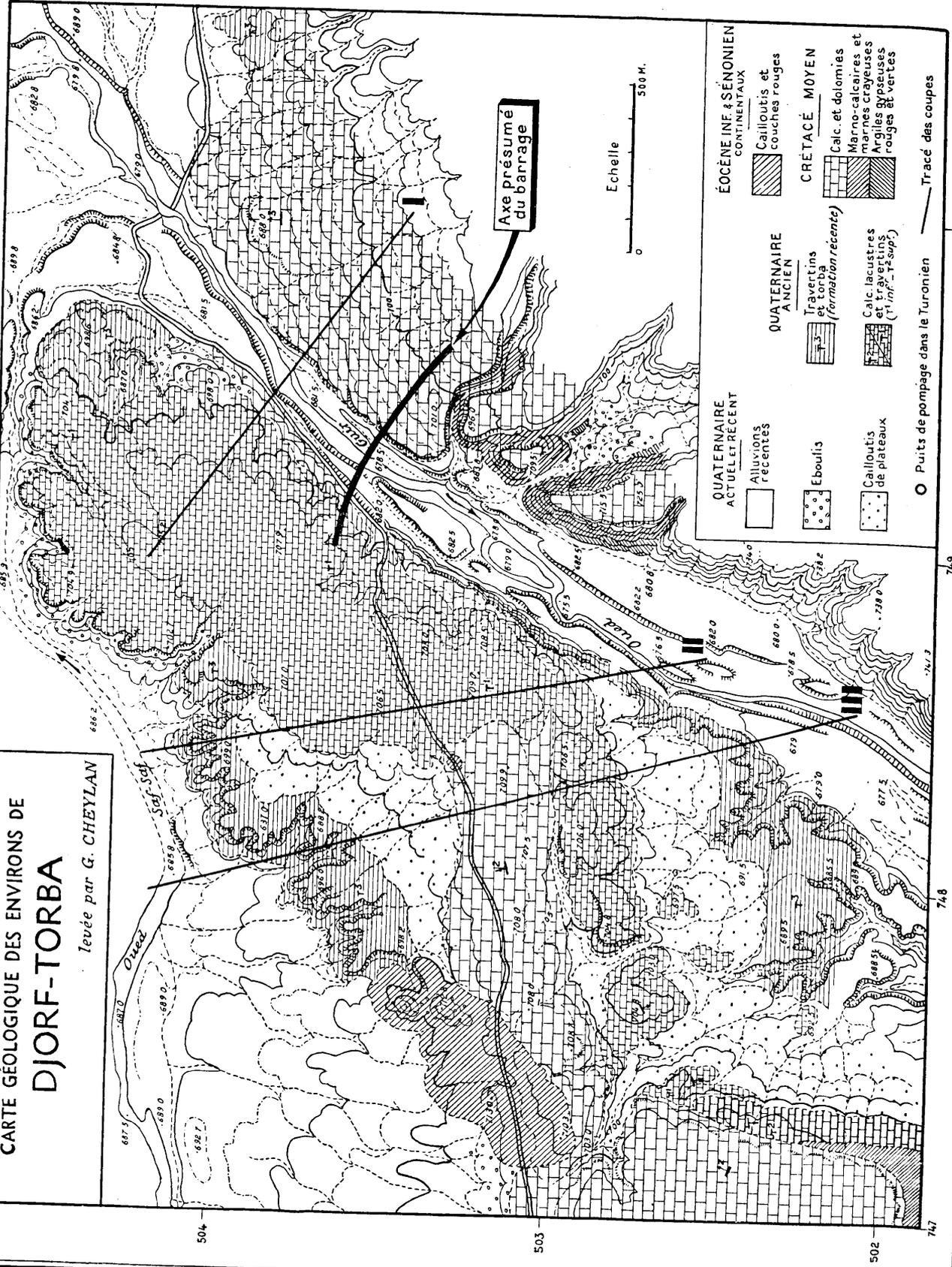
La partie algérienne de l'Oued Guir est située au voisinage d'un des points singuliers qui limitent les zones énoncées plus haut, c'est-à-dire à la limite entre le cours moyen et le cours inférieur. Le défilé calcaire de Djorf Torba, si tant est qu'on puisse appeler ce resserrement de vallée un défilé, est déterminé par le passage de l'Oued Guir à travers la corniche céno-manoturonienne qui, relevée tectoniquement vers le Sud, repose en outre transgressivement sur le bloc houiller du chebket Mennouna.

A cet endroit, le volume écoulé annuellement par l'Oued Guir est de quelques centaines de millions de mètres cubes et il n'a jamais été observé d'années hydrologiques où ce volume aurait été inférieur à 100 millions de mètres cubes.

On conçoit qu'un tel point ait été jugé particulièrement favorable pour l'érection d'un barrage dont

CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE
DJORF-TORBA

levée par G. CHEYLAN



750

749

748

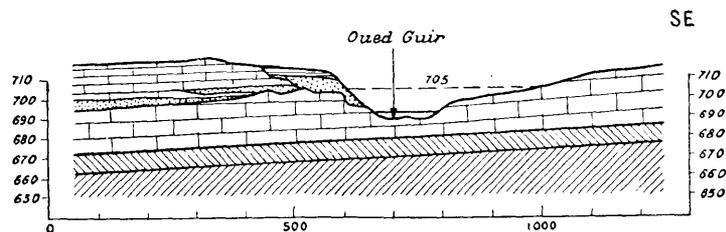
747

32 bis

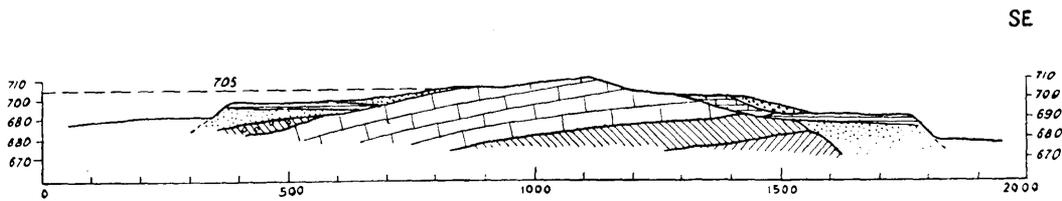
DJORF-TORBA

COUPES GÉOLOGIQUES

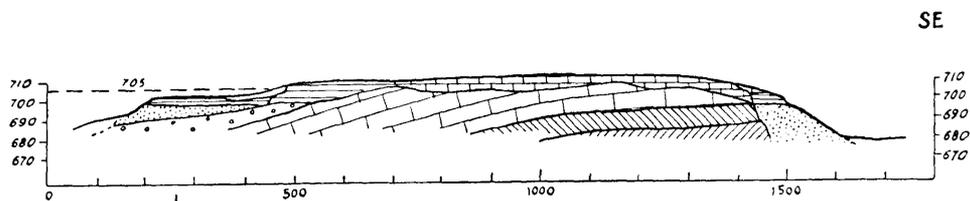
Coupe I



Coupe II



Coupe III



L'échelle des hauteurs est multipliée par 4

Quaternaire actuel et récent		Alluvions récentes	Crétacé sup. Eocène inf.		Couches rouges
		Cailloutis des plateaux			
Quaternaire ancien		Travertins et torba	Crétacé moyen		Calcaires et dolomies
		Travertins calcaires lacustres et torba			Marno-calcaires et calcaires crayeux
		formation récente			Argiles gypsifères rouges et vertes
		formation ancienne			Turonien

la hauteur ne dépasserait pas 30 m et dont la capacité pourrait atteindre 800 millions de mètres cubes. La superficie de la retenue, soumise d'ailleurs à une évaporation intense (estimée à 3 mètres par an en moyenne), pourrait ainsi atteindre 10 000 ha.

L'ouvrage se situerait à un kilomètre environ à l'aval du gué de la piste de Kenadza à Meridja (ancien poste frontière). Il s'appuierait sur les dolomies et calcaires turoniens qui affleurent sur les deux rives, bien que la rive droite, plus hétérogène, comporte des bancs de travertins et des intercalations marno-gréseuses assez tendres.

L'étanchéité de la cuvette de retenue étant assurée par un substratum marneux plus ou moins salin, on s'est contenté d'étudier la possibilité d'étancher les calcaires latéraux à l'aide de voiles d'injections prenant appui sur les argiles cénomaniennes qui se relèvent d'ailleurs vers le Sud. Le problème est donc possible à résoudre ; mais les travaux à entreprendre seraient onéreux. Il apparaît ainsi en outre que l'importance des voiles, celui de la rive droite en particulier, serait disproportionnée au résultat à en attendre. Aussi a-t-on considéré l'ouvrage sous son seul aspect d'utilisation, destiné à n'employer qu'une fraction des possibilités en capacité permanente, le reste ne servant qu'à un large étalement des crues, le problème de l'étanchéité n'intervenant que par les incidences qu'il pourrait avoir sur la stabilité de l'ouvrage.

Si le remplissage annuel de la cuvette de la retenue est assurée pour chaque année, il convient de noter que les vases charriées au moment des crues et le débit solide du Guir auront cependant une importance variable d'une année à l'autre mais considérable dans l'ensemble. Elles auront un effet bien-faisant pour le colmatage du fond de la cuvette, mais une incidence non négligeable sur la capacité. C'est ce qui explique qu'on ait estimé que la meilleure défense contre la sédimentation était de beaucoup l'ampleur même de la retenue.

En résumé, on constate qu'aucun vice fondamental n'est apparu aux études géologiques et sondages qui puisse faire considérer l'ouvrage comme irréalisable. Le type et la position exacte de cet ouvrage ne sont pas encore définitivement arrêtés ; mais il est vraisemblable qu'on édifiera, à l'emplacement indiqué, un barrage en enrochements turoniens ou en béton, également à base de calcaires et de dolomies turoniens. La vidange de l'ouvrage sera réalisée par une série de pertuis placés à hauteur convenable de façon à réserver toujours une capacité de l'ordre de **300 M de m³** dans laquelle il sera possible de prélever :

- a) les débits nécessaires à l'amélioration et à la rationalisation des irrigations de la zone d'Abadla,
- b) les débits nécessaires, sinon à l'alimentation en eau potable des centres du Z.O.I.A., du moins ceux qui correspondent aux eaux industrielles nécessaires à la réalisation du vaste complexe minier et métallurgique actuellement à l'étude.

Accessoirement, une usine de pied de barrage permettrait de produire un complément d'énergie hydraulique qui s'intégrerait parfaitement dans la production d'énergie nécessaire aux installations et dont la base serait constituée par une usine thermique nouvelle ou par l'usine rénovée à Kenadza.

Ajoutons enfin qu'un tel aménagement ne pourra que contribuer à améliorer considérablement l'alimentation des palmeraies de la vallée de la Saoura que forme le Guir après son confluent avec la Zousfana, au voisinage d'Igli. La Saoura est, en effet, à la fois le collecteur de l'Atlas saharien occidental et de l'Atlas marocain et c'est sous le nom d'Oued Messaoud, à la sortie des chaînes d'Ougarta, qu'il vient se perdre dans le plateau continental saharien jusqu'au voisinage du Reg de Bidon V, en plein cœur du Tanezrouft, après avoir contribué à l'irrigation des palmeraies de la basse vallée (Reggane et Annekes).

CHAPITRE IX

LES CONDITIONS DE L'EQUIPEMENT DU TAFILALT (1)

Les palmeraies du Tafilalt, c'est-à-dire celle du Tafilalt s.s., la principale, le Tizimi, le Sifa, les Oules Zohra, auxquels on joint parfois le Jorf et le Fezna, constituent le périmètre d'irrigation le plus important de tout le S.E. Marocain, avec leurs 24 000 ha cultivés et leurs 83 000 habitants sédentaires.

Le fait qui conditionne tout l'équipement hydro-agricole de ces palmeraies est l'absence pratique de ressources en eau pérenne superficielle.

Ces dernières ne comportent que des débits presque négligeables au regard des besoins des irrigations: elles consistent dans les résurgences de la Mellahia (Rheris) entre les barrages de Moulay-Brahim et de Meharza (30 à 100 l/s), et dans les résurgences du Ziz captées surtout par le barrage d'El Borouj, en amont d'Erfoud (20 à 30 l/s).

Les irrigations seront donc essentiellement tributaires des eaux de crue ; celles du Ziz surtout. L'exploitation des eaux souterraines (nappe phréatique) fournit déjà un appoint non négligeable, susceptible d'être très accru.

Les crues commandent toute la vie du Tafilalt. Celles du Ziz sont les plus régulières et les plus longues (20 à 50 jours par an en moyenne) ; aussi l'équipement du Ziz, qui domine tout le périmètre, est-il le plus poussé. Les crues du Rheris sont irrégulières (10 jours par an en moyenne) et leur utilisation est encore très partielle.

L'apport moyen annuel des deux oueds peut s'évaluer à 180 à 200 millions de m³/an, mais les varia-

(1) Nous empruntons à M. J. Margat les observations suivantes :

tions interannuelles sont très grandes (quant au volume et quant à la durée des crues). Alors que les crues du Ziz sont à peu près totalement épanchées lorsque leur débit est inférieur à 100 à 150 m³/s, on peut considérer que les neuf dixièmes des eaux du Rheris vont se perdre dans le Sahara.

Depuis quelques années, des « crues artificielles » sont provoquées sur décision des autorités locales, en cas d'absence de crue naturelle, par la fermeture des prises d'eau pérenne, en amont du Tafilalt, jusque dans le Haut-Atlas.

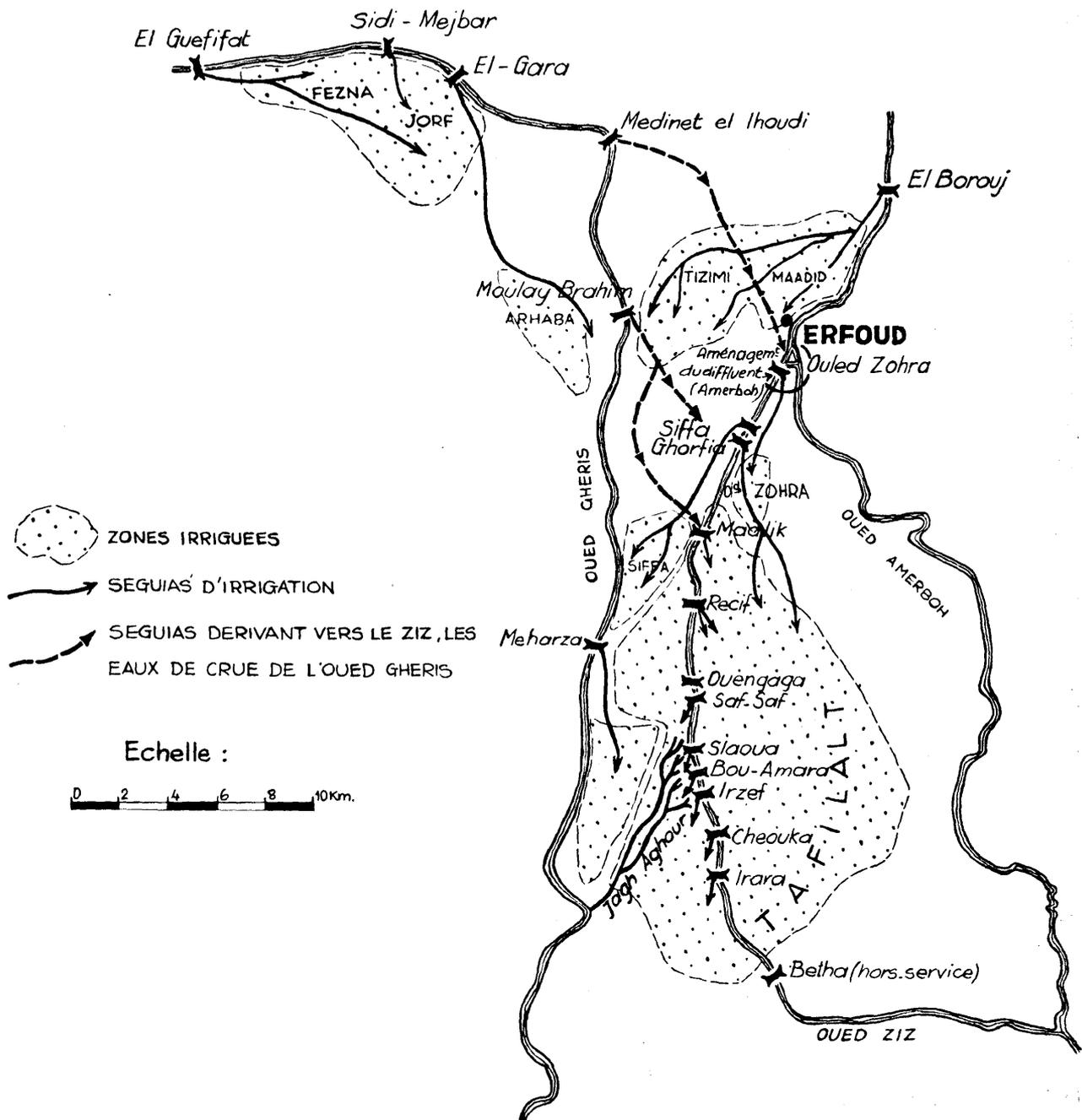
CHAPITRE X

LES TRAVAUX D'EQUIPEMENT DU TAFILALT

1) Les grandes lignes de l'équipement hydraulique.

Equipement hydraulique général. — L'équipement actuel est essentiellement constitué par des barrages de crue édifiés de longue date par les indigènes (certains remontent à plusieurs siècles), puis améliorés

TAFILALET : BARRAGES ET PRINCIPALES SÉGUIAS



ou reconstruits par les autorités locales de contrôle, le service du Génie Rural et les Travaux Publics.

Tous ces ouvrages établis sur des oueds au cours capricieux et dont les berges sont souvent basses et de mauvaise tenue, ne sont pas fondés en général sur le rocher ; contournés ou partiellement détruits à chaque crue importante, ils sont chaque fois reconstruits et prolongés. Les ouvrages de prise n'étant pas munis d'organes limiteurs de débits, les canaux en terre sont alors très sérieusement endommagés. On compte actuellement trois (3) barrages sur l'oued Rheris et quatorze (14) barrages sur l'oued Ziz.

L'oued Rheris ne joue qu'un rôle secondaire dans les irrigations du Tafilalt : l'équipement actuel ne permet que la prise d'un dixième à peine du débit des crues. Une série de ruines de barrages témoigne cependant de l'ancienneté comme des échecs, des tentatives de l'utiliser plus complètement, en particulier de son utilisation pour l'irrigation de sa rive droite, alors que les prises actuelles sont toutes sur la rive gauche. L'oued Rheris coule, en effet, en contre-bas de la plaine qui, comme toutes les plaines d'épandage, est convexe et non concave. La hauteur de ses berges rive gauche, taillée dans les limons, est un obstacle au creusement des séguías qui doivent être très importantes (Mellahia), tandis que les berges rive droite généralement basses et mal définies favorisent le contournement des barrages par cette rive.

L'oued Ziz (artificiel) coule au contraire sur l'axe de la plaine qu'il domine aisément (10 m au-dessus du Rheris). Il est donc l'artère maîtresse du système d'irrigation du Tafilalt. Certains de ses barrages anciens, tels Irara, sont remarquables ; mais les séguías en terre qui en dérivent (sur les deux rives) tendent souvent à évoluer, à leur tour, en oued en admettant des débits beaucoup trop élevés.

Les positions respectives du Rheris et du Ziz ont conduit à des tentatives de dérivation des eaux du premier dans le second dans le but de profiter de l'équipement abondant du Ziz pour utiliser les crues mal exploitées du Rheris, en jouant des décalages entre les périodes de crue des deux oueds.

Deux systèmes ont été réalisés. Le premier, en amont, comprend le barrage de Medinet et Ihoudi et un canal aboutissant au Ziz à Erfoud qui s'est rapidement ensablé et n'est plus en état de fonctionner. Le second, en aval, comprend le barrage de Moulay Brahim et un canal dont une branche aboutit au Ziz à 10 km en aval d'Erfoud.

L'intérêt de ces entreprises paraît cependant secondaire et, sans être abandonné, leur objectif n'est plus au premier plan des projets actuels. L'effort est aujourd'hui porté surtout sur l'équipement indépendant du Rheris.

2) Protection contre la capture du Ziz par le Rheris.

En tout état de cause, c'est de toute évidence sur l'oued Rheris qu'il convient d'accroître l'équipement hydraulique pour améliorer l'utilisation des eaux de crue au Tafilalt.

Mais, outre les risques habituels qui menacent généralement les ouvrages de prise et les zones irriguées correspondantes, un danger particulier et plus sérieux encore pèse sur le Tafilalt, qui doit sa prospérité — toute relative — presque exclusivement à la générosité du Ziz, équipé, rien que dans cette zone, de deux barrages de dérivation très rapprochés qui alimentent de nombreuses séguías, établies sur les deux rives de l'oued, mais qui perturbent aussi, profondément, les conditions d'écoulement de l'oued.

Sensiblement parallèles sur une vingtaine de kilomètres environ, les cours inférieurs du Ziz et du Rheris se rapprochent, en certains points, de façon inquiétante. La distance qui les sépare, un peu en amont de la prise de Meharza, se réduit à 3 km environ.

Il y a donc danger de capture qui s'aggrave du fait qu'il existe entre les cotes des lits des deux oueds une différence sensible, de l'ordre de 10 à 12 m, qui tendrait d'ailleurs à s'accroître car le lit du Ziz semble poursuivre sa surélévation, tandis que celui du Rheris aurait plutôt tendance à se creuser davantage.

La capture du Ziz par le Rheris serait une véritable catastrophe parce qu'elle aurait pour conséquence l'assèchement complet d'une fraction importante des terres cultivables, les deux tiers environ, qui devraient être abandonnées par des populations qui y sont installées depuis des siècles.

Pour éviter que cela ne se produise, dans un avenir plus ou moins proche, à l'occasion d'une crue de quelque importance qui accomplirait l'œuvre dévastatrice déjà fort avancée par la crue de 1950, des mesures de protection ont été envisagées dès 1951, mais leur exécution fut différée jusqu'à présent pour des raisons budgétaires.

Les nombreux barrages fixes, établis sur le Ziz, sans précautions spéciales en ce qui concerne la propagation des crues, provoquent des débordements multiples, même lorsque l'intensité de la crue reste très moyenne. Il en résulte une suralimentation des séguías, notamment de celles situées à l'aval du barrage Saf-Saf, qui débordent à leur tour. Les eaux répandues sur la rive droite du Ziz s'écoulent vers l'Ouest et tendent à rejoindre le lit de l'oued Rheris.

D'importants débordements se produisent, en amont du barrage de Siffa, depuis 1942-1943, date à laquelle eurent lieu la surélévation du barrage et l'élargissement de l'entrée de la séguía. Celle-ci, véritable trait d'union entre le Ziz et le Rheris, est devenue le chemin privilégié emprunté par les eaux des débordements que l'on s'efforce d'empêcher au moyen de digues en terre.

L'allure du phénomène est plus inquiétante encore en aval de Saf-Saf, où les débordements des séguías ont créé, dans un terrain friable, des chutes atteignant jusqu'à 2 m 50 de hauteur. Les eaux sont recueillies par un émissaire, le Jagh Aghour, qui les conduit jusqu'à l'oued Rheris. Etant données l'importance de la dénivellation et la nature des terrains, l'érosion régressive progresse à un rythme tel qu'il suffirait peut-être d'une seule crue de caractère quel-

que peu exceptionnel pour que le cours du Ziz soit définitivement capté par le Rheris.

Ici encore, on s'efforce de limiter les débordements au moyen de digues en terre qui protègent, par la même occasion, la route Erfoud-Rissani.

Mais le remède risque de s'avérer pire que le mal, car les digues commencent à déverser dès que le débit du Ziz atteint une valeur voisine de 350 mètres cubes/seconde ; des brèches se forment alors qui laissent échapper des cubes d'eau considérables.

Pour parer efficacement au danger de capture du Ziz par le Rheris, qui est inscrit dans l'évolution naturelle de la plaine, le meilleur moyen est de limiter le débit des crues dans le Ziz ce qui est heureusement très possible. Le Ziz n'est, on le sait, qu'une ancienne séguia qui évolua en oued tandis que le lit naturel et authentique du Ziz est l'oued Amerboh.

L'aménagement du défluent situé entre Erfoud et le barrage des Ouled Zohra, utilisera l'oued Amerboh comme évacuateur de crue, les eaux ainsi détournées suivant leur cours naturel qui rejoint le Ziz vers Mesguida. La division de l'oued Amerboh à son départ en deux bras permettrait de réaliser un système assez souple pour s'adapter aux très grandes variations de débit des crues du Ziz.

La crue la plus importante du Ziz ayant été estimée à 1 200 mètres cubes/seconde, et la palmeraie pouvant absorber sans risque 350 mètres cubes/seconde, l'évacuateur devrait être dimensionné pour un débit de 850 mètres cubes/seconde.

Suivant ces idées et données générales a été établi un projet qui fut approuvé dès 1951. Une première tranche de travaux a été entreprise à la fin de 1954. Il est permis d'espérer qu'avec un peu de chance, la capture pourra être évitée.

Le projet consiste ainsi :

- à surélever une partie du barrage des Ouled Zohra et à consolider les fondations,
- à exécuter un seuil parabolique à l'entrée du premier bras et à canaliser le lit pour permettre l'évacuation d'un débit pouvant atteindre 650 mètres cubes/seconde,
- à exécuter à l'entrée du deuxième bras de l'Amerboh un siphon capable d'un débit de pointe de 200 m³/s.

Toutefois, afin que le débit des crues du Ziz, ainsi limité, puisse être rationnellement utilisé pour les irrigations, il sera nécessaire d'aménager ces barrages d'aval pour que les débits dérivés puissent être rigoureusement contrôlés.

3) Epanchages des eaux de crues.

La particularité que semblait présenter les oueds Ziz et Rheris de comporter des crues de printemps non concomitantes paraissait, à l'origine, suffisamment exploitable pour multiplier les épanchages et combiner, de façon rationnelle l'exploitation des eaux

de crue. En fait, à peine un cinquième des crues du Rheris se produisent en l'absence des crues du Ziz.

Les palmerais irrigués par le Ziz étant, de beaucoup, les plus importantes en superficie et les plus riches, on a essayé de diriger vers cet oued les eaux de crues du Rheris.

A cet effet, deux canaux furent construits, alimentés respectivement par les ouvrages de prise de Medinet el lhoudi et de Moulay Brahim.

Le premier rejoint le Ziz un peu en aval d'Erfoud et le second, partagé en deux branches, conduit les eaux du Rheris vers les ouvrages de prise de Ghorfia et de Maalik.

Les résultats obtenus jusqu'à présent, en comparaison avec les efforts déployés, furent décevants. Les deux séguias, rapidement ensablées, ont été mises hors d'usage dès les premiers essais d'exploitation de ce système pourtant ingénieux. La prise de Medinet El lhoudi et la séguia correspondante, longue de 13 km et traversant une zone de dunes, ont été endommagées à tel point que l'administration jugea raisonnable l'abandon, sinon de l'idée, du moins du projet dans sa conception initiale.

C'est dans cet esprit que la prise de Moulay Brahim sur l'oued Rheris a été non seulement reconstruite (elle avait été contournée en 1950, sur sa rive gauche), mais nettement améliorée et que, depuis 1953, elle peut alimenter à nouveau un important réseau d'irrigation que le service hydraulique vient de reprofiler.

Les travaux exécutés consistaient dans :

- l'aménagement de pertuis de chasse jouxtant l'ouvrage de prise et équipés de quatre vannes de 5 m de largeur sur 2 m 40 de hauteur. Ces vannes, manœuvrables à partir d'une passerelle, pourront être levées au-dessus des plus hautes eaux ;
- l'exécution d'un ouvrage de prise constitué par deux galeries de 2 m 25 de diamètre recouvertes d'une digue insubmersible, et complété, en tête du canal, par des vannes de réglage ;
- le reprofilage des canaux principaux et l'exécution de divers ouvrages d'équipement (partiteurs, ouvrages de chute, bâches, siphons).

Ces travaux, achevés au cours de l'été 1953, permettent de prélever sur le Rheris, en période de crue, un débit de 20 m³/s, qui, au moyen d'un partiteur, est partagé de la façon suivante :

- 13 m³/s sont utilisés pour l'irrigation directe de la palmeraie par l'intermédiaire de séguias issues de barrages sur le Ziz ;
- 7 m³/s sont rejetés dans le Ziz et utilisés pour des irrigations qui se situent plus à l'aval.

Les crues des deux oueds n'étant pas toujours concordantes et les crues du Ziz étant assez souvent insuffisantes, ce système permettra d'améliorer notablement les irrigations de la palmeraie du Tafilt.

Il est intéressant de signaler par ailleurs, qu'au cours de l'automne 1953, les canaux du Moulay Brahim ont été mis en exploitation et ont parfaitement fonctionné sous l'effet de trois crues moyennes du Rheris.

Mais, quoique ce nouvel ensemble ait déjà été mis à l'épreuve et que le fonctionnement ait été satisfaisant, il serait encore prématuré de tirer des conclusions valables quant à l'avenir de ce mode d'exploitation, remarquable toutefois par son originalité.

4) L'équipement hydraulique actuel.

a) **Eaux pérennes.** — Les résurgences d'El Borouj, dans le Ziz, sont captées par un barrage en maçonnerie que les Travaux Publics ont réaménagé en 1951 en y établissant un pertuis de chasse et en le complétant par une digue en terre destinée à éviter le contournement par la rive droite. Les eaux sont amenées à la palmeraie du Tizimi et à Erfoud par un canal en terre. Il sera nécessaire de compléter l'équipement de ce barrage par des pertuis de chasse et un ouvrage de prise commandé par des vannes métalliques.

Les résurgences de Meharza, dans le Rheris, sont captées par un barrage en maçonnerie, édifié en 1949 par le Service du Génie Rural. Ce service a procédé, en 1953, à l'aménagement de la prise et au revêtement du canal qui, en période de crue, peut porter un débit de 1,5 m³/s.

b) **Eaux souterraines.** — Une série d'études approfondies de la nappe phréatique, reconnue comme l'unique ressource en eau souterraine exploitable, a été effectuée par le Centre des Etudes Hydrogéologiques (section de Meknès-Tafilalt) surtout à partir de 1948. Elles furent complétées par des travaux de reconnaissance : forages, essais de pompage et mesures de perméabilité (exécuté principalement par le G.E.M.E.S. de 1950 et 1953) et ont conduit à la réalisation de stations de pompage groupées.

Les Travaux Publics ont réalisé de 1950 à 1953 :

- 3 puits dans le Tizimi (hauteur d'Erfoud)
- 4 puits à Jbil (entre Erfoud et Rissani).

On avait initialement envisagé pour les puits du Tizimi un équipement d'exploitation constitué par des pompes électriques alimentées par la centrale R.E.I.P. d'Erfoud. Cette idée a dû être abandonnée et ces puits ont été, en 1953, équipés par le Service de l'hydraulique avec des moteurs thermiques individuels.

Deux des quatre puits du Jbil ont été équipés par le service du Génie Rural, en 1953, de moteurs thermiques. Les deux autres seront équipés en 1954 par le service hydraulique.

Ces huit puits, qui peuvent donner au total un

débit d'exploitation de l'ordre de 400 l/s permettront d'assurer l'irrigation régulière d'au moins 1 000 hectares de palmeraie.

Les stations de pompage sont exploitées, pour le compte des usagers, par le secteur de modernisation du Paysanat. L'aménagement des réseaux de distribution sera effectué par le Service du Génie Rural.

Ultérieurement, sur la base des études poursuivies par le C.E.H. et suivant l'expérience du fonctionnement de ces premières stations, de nouvelles stations seront probablement à réaliser dans le Tizimi-Sud où des travaux de reconnaissance seront effectués en 1954. La possibilité d'une zone de pompage dans le Sud du Tafilalt est, d'autre part, dès maintenant étudiée.

c) **Eaux de crue.**

Les résultats obtenus en matière d'exploitation des eaux souterraines ne peuvent en aucun cas dispenser d'améliorer et d'accroître au maximum l'équipement hydraulique pour l'épandage des eaux de crues.

Non seulement parce que ces eaux seront toujours indispensables pour l'irrigation normale du Tafilalt, mais parce que c'est aussi le seul moyen de suralimenter la nappe phréatique mise en exploitation par pompage.

D'une façon générale, les barrages existants qui servent à la dérivation des eaux de crue sont mal fondés lorsqu'il existe un banc rocheux ; ils sont de dimensions insuffisantes et démunis de parafouilles lorsqu'ils sont fondés sur les alluvions. Les organes de chasse sont inexistantes ou nettement insuffisants. Les ouvrages de prise sont très sommaires et ne comportent pas d'ouvrages de limitation du débit. Les protections des rives sont toujours insuffisantes.

En cas de fortes crues, on assiste ainsi à un engrèvement important des canaux, à la destruction partielle de leurs cavaliers. Il n'est également pas rare de voir les barrages de dérivation gravement endommagés et contaminés. Les barrages ont dû être prolongés à de multiples reprises, d'où leur longueur anormalement importante et leur tracé en plan qui se présente généralement sous la forme d'une ligne brisée, ainsi qu'il a été signalé plus haut.

Il sera nécessaire pour chaque barrage :

- d'examiner attentivement les fondations existantes et éventuellement de les consolider ;
- de ménager dans le barrage, en vue de fixer le lit mineur, des pertuis de chasse importants équipés de vannes levantes métalliques ;
- d'établir des ouvrages de prise rationnels, comportant, si possible, des dessableurs et des vannes permettant de limiter le débit dérivé.

CHAPITRE XI

CONCLUSIONS

L'équipement hydraulique des régions sahariennes situées au Sud-Est du Haut-Atlas pose — ainsi qu'on vient de le voir — des problèmes assez difficiles.

Les ressources en eau, loin d'être négligeables, sont cependant relativement peu abondantes en valeur absolue ; elles sont surtout très variables d'une année à l'autre et, dans le courant d'une année, condensées en quelques crues rapides aux débits de pointe accentués et à volumes importants.

Mais la régularisation de tels débits ne peut être envisagée que dans une très faible mesure, principalement en vue de lutter contre le flot dévastateur

et d'assurer un meilleur épandage des crues sur les terrains à irriguer.

A la pratique traditionnelle des irrigations par ces eaux de crue dans les terres d'épandages, à l'aide de barrages de fortune et de séguias en terre, doit se substituer progressivement une politique à la fois plus rationnelle et plus souple qui consiste à contrôler en tout temps les débits de crues, à les conduire et à les distribuer sur les terres à l'aide d'ouvrages modernes, enfin à faire appel aux eaux souterraines au cours des périodes de déficience du ruissellement superficiel.

Les travaux envisagés n'ont d'ailleurs pour but que de sauver et de normaliser les terrains de culture et les palmeraies existantes sans viser à des extensions importantes. Ils permettront cependant de fixer dans ces régions une population laborieuse dont les conditions de vie ne pouvaient jusqu'ici qu'être particulièrement précaires et misérables.

SOURCES ET BIBLIOGRAPHIE

- 1) *L'Équipement hydraulique du Maroc*, 1954. Brochure publiée par la Circonscription de l'Hydraulique et de l'Électricité du Maroc.
- 2) *Hydrogéologie du Maroc*. Notes et Mémoires, n° 97. Monographies régionales du XIX^e Congrès géologique international. Editions Félix Moncho, rue de la Mamounia, Rabat, 1952.
— Chap. VII - 3 - Le bassin de Boudenib, par J. MARGAT.
— Chap. VIII - 3 - Bassin quaternaire du Tafilalt, par J. MARGAT.
- 3) *Annuaire hydrologique marocain*, période 1925-1951, publié par la Circonscription de l'Hydraulique et de l'Électricité (Hydrologie marocaine). Editions Félix Moncho, et Notes du service hydrologique de la Circonscription de l'Hydraulique et de l'Électricité.
- 4) *La mise en valeur des territoires du Sud*.
L'aménagement hydraulique du bassin versant de l'Oued Draa. Bulletin économique et social du Maroc, volume XVI, n° 58, 2^e trimestre 1953, par R. GUTTONNEAU, Ingénieur des Ponts et Chaussées.
- 5) *Les ouvrages de prise en rivière dans les pays arides*, par D. CAVASSILAS. Revue « Terres et Eaux » de la Direction du service de la Colonisation et de l'Hydraulique du Gouvernement général de l'Algérie, n° 21, 2^e trimestre 1954.
- 6) *Le projet de barrage de Djorf Torba et sa raison d'être*, par Pierre GEVIN et Gilbert CHEYLAN, in « Terres et Eaux ». Supplément scientifique n° 1. (Bulletin de liaison temporaire du Comité d'organisation provisoire français de l'Association des hydrogéologues).
- 7) *La nappe phréatique du Tafilalt (Maroc)*. Bilan hydraulique, minéralisation des eaux et évaporation (C.R. XIX^e Congr. Géol. int., Fasc. VIII, p. 169 - Alger 1952), par J. MARGAT.
- 8) *Le déversement de l'Oued Ziz et l'évolution récente du réseau hydrographique dans la plaine du Tafilalt (S.-E. Marocain)*. (C.R.S. Soc. Géol. Fr., n° 13 - Vov. 1954 - pp. 292-294), par F. JOLY et J. MARGAT.
- 9) *Essai sur l'évaporation et les variations de concentration des eaux souterraines dans une nappe phréatique en pays prédésertique (Tafilalt, Sud-Marocain)*. (C.R. de la X^e Assemblée de l'U.G.G.I., Rome 1954 (sous presse) par J. MARGAT et A. MARTIN.
- 10) *Le bassin du Guir*, Monographie du C.E.H., présentée en Septembre 1953 (document non publié)