

## L'Oum er Rebia. Etudes sur une grande rivière des montagnes marocaines

Jean Loup

---

**Citer ce document / Cite this document :**

Loup Jean. L'Oum er Rebia. Etudes sur une grande rivière des montagnes marocaines. In: Revue de géographie alpine, tome 50, n°4, 1962. pp. 519-555;

doi : <https://doi.org/10.3406/rga.1962.1002>

[https://www.persee.fr/doc/rga\\_0035-1121\\_1962\\_num\\_50\\_4\\_1002](https://www.persee.fr/doc/rga_0035-1121_1962_num_50_4_1002)

---

Fichier pdf généré le 21/04/2018

# L'OUM-ER-REBIA

## Études sur une grande rivière des montagnes marocaines

par Jean LOUP

---

L'Oum er Rebia <sup>1</sup>, la « Mère du Printemps », est une des grandes rivières du Maroc. Son bassin, vaste de 35 000 km<sup>2</sup>, se situe au cœur du Maroc atlantique, sur les confins méridionaux de la zone méditerranéenne de l'hémisphère Nord, à cheval sur le 32° parallèle. Il s'appuie sur le versant nord-occidental du Haut Atlas calcaire et sur un élément du Moyen Atlas, et il s'incline en direction du N.-O., vers l'Océan Atlantique.

L'Oum er Rebia ne se classe qu'au 2<sup>e</sup> rang des fleuves chérifiens, car il est dépassé pour la longueur (555 km) et pour le module (105 m<sup>3</sup>/s) par l'O. Sebou qui roule déjà 137 m<sup>3</sup>/s avant le confluent de l'O. Beht. Pourtant la « Mère du Printemps » offre beaucoup plus d'intérêt que l'O. Sebou : son profil en long hâché de ruptures de pentes se prête aux installations hydroélectriques; c'est une rivière régulière, c'est-à-dire pondérée dans ses variations saisonnières, ses étiages et ses crues; enfin, son cours traverse les steppes du Tadla, et l'on utilise ses eaux pour irriguer ce demi-désert. L'Oum er Rebia est ainsi devenue le fleuve le mieux aménagé et le plus utile du Maroc.

Nous entreprendrons successivement l'étude des facteurs du régime; celle des débits et de leurs variations pour les principales stations; nous préciserons ensuite quelques caractéristiques du bassin (bilan de l'écoulement, capacité de rétention, genèse des crues). Nous terminerons en faisant le point de l'utilisation actuelle des eaux de l'Oum er Rebia.

---

<sup>1</sup> Pour plus de détail, se rapporter à Jean Loup : « L'Oum er Rebia. Contribution à l'étude hydrologique d'un fleuve marocain ». Tanger, 1961, Travaux de l'Institut Scientifique chérifien, Série *Géographie physique*, n° 9, 250 pages, 35 fig., 4 cartes h. t.

## PREMIERE PARTIE

### LES FACTEURS DU RÉGIME

Nous allons examiner la structure et le relief; le réseau hydrographique, le climat, la végétation.

#### Le relief et la structure

L'Oum er Rebia et ses affluents drainent trois grandes provinces géographiques. Des massifs montagneux : les Atlas; des plaines et des plateaux intérieurs; des éléments de la Meseta marocaine et de sa couverture crétacée.

#### *Les Atlas.*

Le Moyen Atlas est une région de moyenne montagne par l'altitude et de plateaux par les formes du relief. Au Sud les couches subhorizontales des calcaires secondaires forment le causse de l'O. Sebou. Dans le Nord ces plateaux sont constitués par de larges synclinaux à fond plat. Ces surfaces peu accidentées sont séparées les unes des autres par des anticlinaux étroits, et bosselées par des cônes et des coulées volcaniques. Le Tamarakoït se hisse à 2 368 m. Dans l'ensemble le relief est peu différencié et le Moyen Atlas se présente comme un bastion massif dont l'altitude moyenne dépasse 1 575 m, plus que l'altitude moyenne du bassin de l'Arve.

Le Haut Atlas, au Sud, est soudé topographiquement au Moyen Atlas. Il est formé par quatre lignes parallèles d'anticlinaux allongés et assez sinueux, de plus en plus hauts vers le Sud-Est, séparés les uns des autres par des synclinaux très larges, subsidents, à allure de cuvettes, car des plis diapirs, des relais entre les chaînons troublent la disposition d'ensemble. Le Haut Atlas constitue un second bastion qui tombe sur la plaine du Tadla par des failles ou des flexures et qui est plus haut que le Moyen Atlas : l'Irhil Mgoun (4 071 m) est le géant du bassin et nombre de sommets dépassent 3 000 m; l'altitude ressort à 1 730 m pour le bassin de l'O. el Abid, à 1 793 m pour celui de l'O. Lakhdar, à 2 084 m pour celui de l'O. Tessaoute. Nous retrouvons donc une

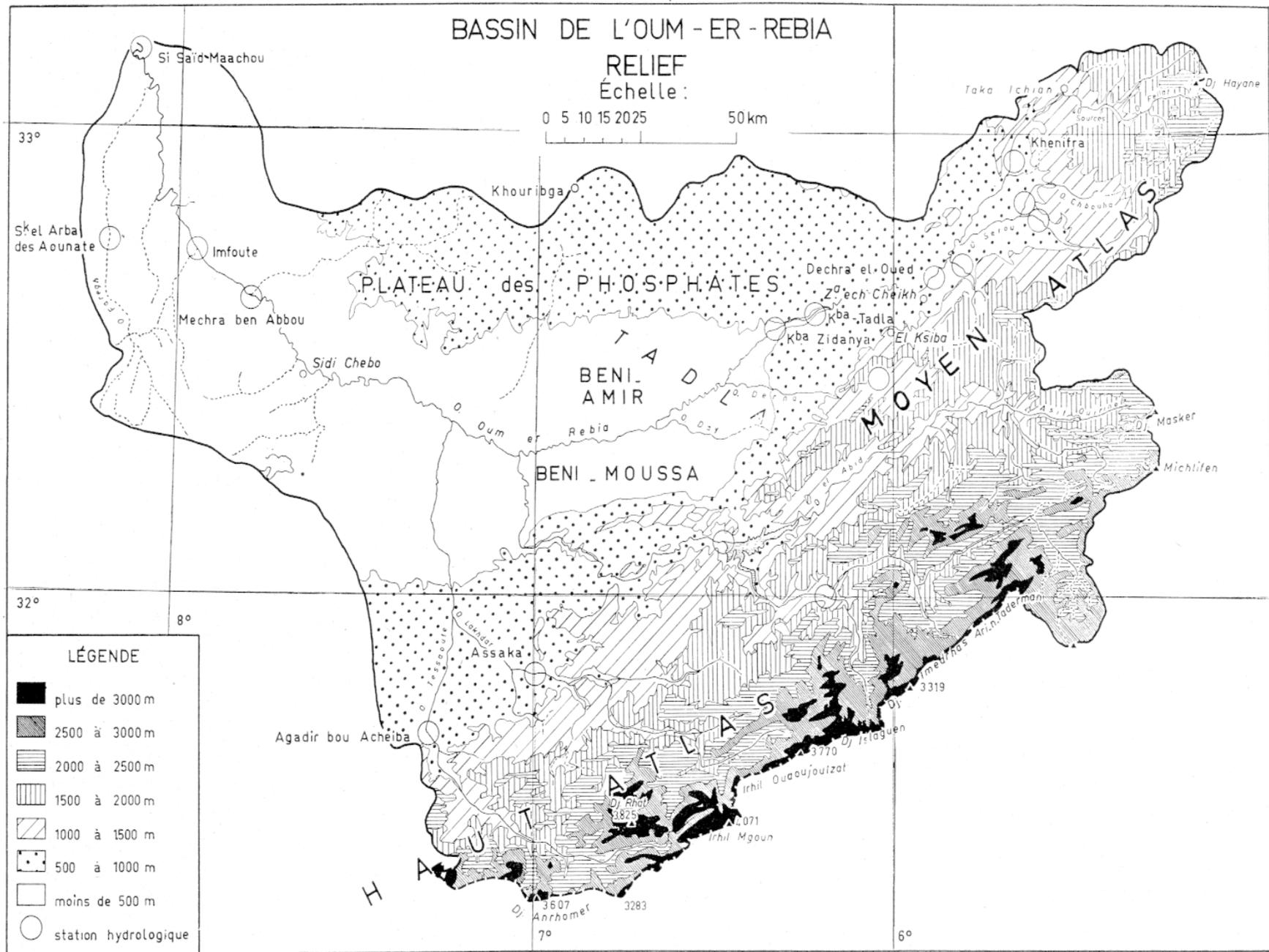


Fig. 1. — Le bassin de l'Oum-er-Rebia.

chaîne massive très élevée, peu disséquée par l'érosion et suspendue de plusieurs centaines de mètres au-dessus du Tadla.

Ces chaînes plissées offrent toutes deux un substratum imperméable de basaltes doléritiques, de marnes et d'argiles à niveaux salifères d'âge triasique. Ce substratum affleure localement à la faveur de l'érosion dans la masse des anticlinaux, au gré des failles ou des plis diapirs et à la base des contreforts au contact des régions basses. Il représente partout le *radier général et continu des deux Atlas*. Ces roches triasiques sont recouvertes par une série dolomitique du Lias inférieur, puissante de plusieurs centaines de mètres et coiffée par des calcaires domériens. Ce Lias dolomitique et calcaire constitue tous les anticlinaux haut atlasiques. Ailleurs il est recouvert par des marnes ou des marnocalcaires du Lias supérieur et du Dogger. Ces étages, du Lias inférieur au Dogger, forment l'ossature des Atlas. D'autres terrains plus récents, marneux, calcaires ou gréseux se manifestent dans les synclinaux. Dans les deux massifs donc le principal des réseaux aquifères par la puissance et la continuité est constitué par le Lias inférieur et le Domérien. Ces terrains sont morphologiquement un karst privé d'écoulement superficiel, et hydrogéographiquement, ils sont caractérisés par une circulation souterraine, turbulente de l'eau qui ressort ensuite par des *sources d'émergence* parfois vauclusiennes, comme l'Aïn Asserdoum près de Beni-Mellal qui débite 2 m<sup>3</sup>/s et surtout par des *sources de déversement* à la limite d'érosion du Lias et du Trias. Telles sont les sources de l'O. Sebou et surtout le groupe dit des « Quarante-Sources » de l'Oum er Rebia dont le débit brut total fut lors de divers jaugeages de 9 m<sup>3</sup>/s. Ce module reste, semble-t-il, d'une extrême régularité. Ces résurgences mettent déjà en évidence l'énorme capacité de retenue de cette gigantesque éponge que constituent les dolomies et les calcaires du Lias inférieur. D'autres réserves considérables se trouvent dans les alluvions quaternaires et récentes des bassins et des vallées. Elles sont drainées par les écoulements sous-alluviaux qui suivent les thalwegs des principaux oueds et elles se déversent ensuite dans les lits normaux par des sources, « les résurgences des oueds », ou participent à l'alimentation des bassins quaternaires du Tadla en bordure de la chaîne. Ce drainage par les écoulements sous-alluviaux serait supérieur à celui des sources karstiques. Il faut signaler que les eaux du Lias deviennent salifères quand elles sont au contact du Trias. Dans les deux massifs la forte élévation moyenne implique, dans les variations saisonnières, le rôle de la rétention nivale; mais la constitution géologique indique qu'elle sera modeste par comparaison avec la retenue exercée dans les immenses réservoirs naturels souterrains des Atlas.

*Les plateaux et les plaines du centre.*

Ils ne forment pas une unité géologique ou morphologique car ils comprennent trois secteurs bien différents :

Au pied du Moyen Atlas le bassin englobe un élément de la Meseta marocaine où le fleuve a dégagé des cuvettes dans les grès et les schistes primaires comme celle de Khénifra. Ces dépressions sont isolées par des crêtes appalachiennes de calcaires et de quartzites ou par des coulées volcaniques. Les terrains sont dans l'ensemble imperméables. Au Nord du Tadla le plateau des Phosphates, qui atteint 800 m à la périphérie, est formé par des calcaires crétacés et éocènes qui plongent sous le bassin de subsidence du Tadla que l'Oum er Rebja divise en deux régions : celle des Beni-Moussa sur la rive gauche où le Villafranchien s'enfouit sous d'épais dépôts plus récents, qui indiquent que la subsidence s'est continuée dans le Sud. Le lit de l'Oum er Rebja n'est donc pas sur l'axe de la subsidence du Tadla. Il est surimposé sur le fond de l'ancien lac villafranchien, au Nord de la fosse.

Ces régions contribuent peu à l'alimentation du fleuve : les oueds du plateau des Phosphates se perdent dans les alluvions. Quelques-uns confluent avec l'Oum er Rebja quand il pleut beaucoup. Ceux du Sud (O. Derna; O. Day; O. Rebate), qui naissent de résurgences au pied du Haut Atlas, se répandent dans la plaine ou sont saignés à blanc pour les besoins de l'irrigation. Les nappes des calcaires crétacés ou éocènes alimentent des puits. Elles ne sont pas très abondantes. La nappe phréatique du Tadla, la seule qui soit reconnue, est logée dans les calcaires lacustres du Villafranchien et du quaternaire disposés en lentilles discontinues séparées par des terrains peu ou pas perméables qui sont autant de barrages souterrains. Derrière eux les nappes se trouvent fréquemment en résurgence menaçant les sols de submersion. Le péril est accru par les irrigations qui ont exhaussé le niveau phréatique de 2 m par an et fait naître de nouvelles résurgences dans tout le Tadla. Le drainage de la plaine se trouve donc placé au premier plan des préoccupations relatives à sa mise en valeur. C'est que l'Oum er Rebja, bien qu'elle soit encaissée d'une trentaine de mètres, n'opère aucun drainage naturel car les eaux s'écoulent parallèlement au lit, conformément au pendage des couches géologiques.

*La Meseta côtière et sa couverture.*

A l'aval l'Oum er Rebja retrouve un fragment de la Meseta marocaine; le socle hercynien légèrement soulevé a été largement dégagé de sa couverture crétacée. Le fleuve aborde perpendiculai-

rement les crêtes appalachiennes de roches dures dans lesquelles il s'encaisse. Dans les sillons appalachiens se logent de petits oueds temporaires. Les roches sont imperméables comme à l'amont. Vers l'Atlantique on trouve des dépôts pliocènes et quaternaires : grès et sables dunaires, calcaires coquilliers qui sont portés par les argiles du Crétacé inférieur. Ces terrains perméables renferment une nappe aquifère. Ils ne jouent aucun rôle dans l'hydrologie de l'Oum er Rebia.

L'étude du relief et de la structure nous révèle que l'Oum er Rebia dispose de deux bassins très différents : un bassin supérieur élevé et calcaire, doté d'une puissante capacité de rétention nivale et karstique, capable d'atténuer fortement les écarts du climat méditerranéen. Ce bassin supérieur est suspendu au-dessus du bassin moyen et inférieur caractérisé par un faible pouvoir de rétention. Les assises friables affleurent rarement en montagne, ce qui réduit les transports solides. Enfin la variété des roches et des structures cause des ruptures de pente sur les profils en long, dans *tous les secteurs du réseau hydrographique*.

### Le réseau hydrographique

Les petits oueds de la montagne ont des directions conformes à la structure, ainsi que tous les émissaires du Moyen Atlas. Par contre les grands affluents du Haut Atlas, qui ont des tracés en baïonnette, sont fréquemment inadaptés à la structure. Les épigénies sont expliquées par la surimposition et l'antécédence. Mais le fait principal pour le réseau est la subsidence du Tadla qui a provoqué toutes les grandes confluences : elle a déroulé par une capture l'Oum er Rebia supérieure, dès Taka-Ichiane, et lui a imposé sa vaste boucle vers le Sud. Elle a attiré les eaux de l'O. el Abid, de l'O. Tessaoute et de l'O. Lakhdar et provoqué leur confluence avec le fleuve principal au prix de captures attestées par les coudes de ces rivières dans leur partie inférieure. Nous savons déjà que l'Oum er Rebia moyenne est surimposée sur les marges Nord du Tadla. Dans le cours inférieur ce sont des failles hercyniennes N.-N.-O. - S.-S.-E., reprises en flexures au Secondaire et à la fin du Tertiaire, qui guident le tracé, perpendiculairement aux axes de plissement hercynien.

Le réseau hydrographique est donc nettement dissymétrique : sur la rive droite l'Oum er Rebia ne reçoit aucun affluent notable ; sur la rive gauche, par contre, il recueille l'O. Serou qui vient du

Moyen Atlas; puis les petits affluents qui naissent des sources au contact du Haut Atlas et de la plaine (O. Day, O. Rebate, O. Derna); et surtout les deux grandes rivières du Haut Atlas : O. el Abid (la rivière des Esclaves) et l'O. Tessaoute (rivière du Petit Gué) qui modifient profondément l'équilibre hydrologique de l'Oum er Rebia puisque le débit triple et que la surface de réception sextuple. Enfin les oueds de la partie inférieure renforcent légèrement le débit du fleuve pendant les périodes très pluvieuses.

Partout les pentes sont fortes et irrégulières, même dans le Tadla et dans la traversée de la Meseta côtière où elles oscillent encore entre 0,6 et 2,42 m/km. Ces caractères sont favorables à l'hydraulicité, comme d'ailleurs l'encaissement des lits. Les secteurs en gorge sont la règle : dans la montagne où les calcaires et les cluses multiplient les canyons, mais aussi dans la partie basse où les rivières sont enfoncées d'au moins 20 à 30 m dans les alluvions du Tadla, et d'une centaine de mètres dans la Meseta littorale. Les lits ordinaires sont étroits : 3 m seulement pour l'Oum er Rebia dans les basaltes d'Imizdulfane; de 20 à 150 m au maximum ailleurs. En corollaire, les champs d'inondations sont faiblement développés. Les lits à chenal unique ne comportent pas de défluviations mais les méandres sont la règle pour l'Oum er Rebia dans le Tadla et dans la Meseta côtière.

Les pentes et l'encaissement des lits favorisent l'écoulement rapide des eaux et empêchent l'aplatissement des crues de l'amont vers l'aval. Les ruptures de pentes et les canyons proposent de nombreux sites de barrages réservoirs, même dans la partie inférieure du cours (Imfoute, Sidi Cheo, Daourate, Si Saïd Maachou, etc...). Quelques ouvrages sont déjà construits et des projets ont été dressés pour l'ensemble du bassin. Ils sont destinés à régulariser les variations saisonnières et les modules interannuels afin de corriger, pour l'agriculture et la production hydroélectrique, la répartition irrégulière des précipitations.

### Le climat

Le bassin se développe dans la zone la plus sèche du Maroc atlantique cisatlasique. Sur la côte, Safi qui se place à la latitude moyenne du bassin, ne recueille que 300 mm. Un vaste golfe de terres recevant moins de 400 mm d'eau s'insinue jusqu'à Kasba Tadla. A l'intérieur de ce golfe, une enclave vraiment steppique, plus développée sur la rive droite, collecte moins de 300 mm. Le pôle connu de la sécheresse est Mechra-Ben-Abbou (215 mm).

Quelques vallées de montagne (oueds Lakhdar et El Abid supérieur; O. Ahansal) connaissent la même indigence. Les massifs montagneux font, par contraste, figure de régions favorisées. Pourtant le Haut Atlas ne reçoit 1 000 mm d'eau que sur 0,4 % de sa surface totale et les sommets géants du S.-E. ont des précipitations inférieures à 900 voire à 700 mm (l'optimum pluviométrique étant reporté sur la deuxième ligne de sommets). Au Nord de la vallée de l'O. Ahansal, la pluviométrie s'accroît : certes aucun point du bassin ne totalise 1 200 mm d'après la carte du Professeur Gaussen<sup>2</sup>, mais l'isohyète de 1 000 mm enveloppe des surfaces notables dans les aires de réception de l'Oum er Rebia en amont de Khenifra, sur l'O. Serou, sur l'O. Ouaoumana. Pour le bassin du fleuve principal en amont de Dechra el Oued, les 9 % de la superficie totale recevraient plus de 1 000 mm.

Les indices pluviométriques reflètent l'opposition entre les deux Atlas : ils sont supérieurs à 800 mm pour le Moyen Atlas et dépassent même 900 mm pour de petites rivières (928 mm pour l'O. Ouaouamana). Ils sont inférieurs à 700 mm dans le Haut Atlas, surtout au S.-E., dans le bassin de l'Oued Ahansal où la lame d'eau annuelle moyenne n'est que de 532 mm. A Imfoute l'indice pluviométrique du bassin est de 546 mm. Il ressort de ces chiffres que seul le Moyen Atlas fait figure de château d'eau et de château d'eau médiocre, même en Afrique du Nord où certains secteurs du Rif et des Kabylies ont des indices pluviométriques supérieurs à 1 000 et parfois 1 400 mm.

La médiocrité des lames d'eau est assortie de leur irrégularité interannuelle : dans le Moyen Atlas les écarts d'une année avec la moyenne ne dépassent pas  $\pm 12\%$ , mais ils sont beaucoup plus élevés dans le Haut Atlas et dans le bassin moyen et inférieur où les rapports des années les plus humides aux plus sèches varient de 2,5 ou 3 à 1. Dans tout le bassin les précipitations se concentrent pendant la saison froide, d'octobre à avril inclus, avec souvent deux maximums, l'un à l'automne, l'autre en mars. Le reste de l'année est presque absolument sec, sauf dans le Haut Atlas où les pluies de juillet et d'août ne sont pas négligeables surtout dans les vallées de l'Est. Les précipitations tombent en un petit nombre de jours par an, en moyenne une cinquantaine. Les averses les plus violentes ont fourni 144 mm en 24 h à Ifrane, 108 mm à Khenifra,

---

<sup>2</sup> Gaussen (Henri), Carte des précipitations (du Maroc) au 1/500 000<sup>e</sup> en 6 feuilles, Rabat, 1957; — voir aussi Gaussen (H.), Debrach (J.), Joly (F.), Précipitations annuelles dans Atlas du Maroc, pl. 4a, Rabat.

91 mm à Imilchil, beaucoup moins dans la région basse, où l'averse de Settat — 115 mm en 5 h 30 le 30 octobre 1955 — fait figure d'événement. Sur une période d'une trentaine d'années d'observations, on ne remarque pas de concordances entre les dates des averses maxima dans le Moyen Atlas, le Haut Atlas, les parties basses, et même pour des postes rapprochés, ces concordances sont rares. Ces chiffres attestent non seulement la modération des averses, mais leur caractère étroitement localisé. Leur extension à tout le bassin n'est pas impossible, mais ce doit être un phénomène rarissime.

La concentration hivernale des précipitations favorise les chutes de neige dans les massifs : à 1 635 m dans le Moyen Atlas il neige 20 jours par an et la neige tient pendant une quarantaine de jours en moyenne, de façon discontinue. La couche est peu épaisse. Dans le Moyen Atlas, la retenue nivale ne diffère donc que de quelques semaines l'écoulement. Dans le Haut Atlas, à altitude égale, l'enneigement est moindre et il dure moins longtemps car les températures sont plus élevées et les précipitations hivernales sont moins abondantes. Au-dessous de 2 800 m, la neige fond à plusieurs reprises au cours de la saison froide. Au-dessus et sur les versants à l'ombre la retenue nivale s'exerce effectivement jusqu'en mai, parfois en juin. Des congères peuvent subsister pendant toute l'année dans les couloirs encaissés et bien alimentés par les avalanches. Dans le Haut Atlas, la neige joue donc un rôle notable dans les variations saisonnières.

Les précipitations sont d'autant moins efficaces que le régime thermique indique des températures très élevées en toutes saisons : dans le Tadla, 200 jours par an ont des maximums de plus de 25° et à Ifrane 92 jours. La moyenne des maximums frôle 40°C à Kasba Tadla en juillet et août et les maximums maximums y atteignent 50°C (51°C à El Borouj). Au-dessous de 1 500 m dans le Moyen Atlas, de 2 000 m dans le Haut Atlas, les périodes de froid sont courtes. Ceci explique que les neiges ne tiennent pas longtemps au sol et que l'évaporation soit considérable : avec les formules de Thornthwaite, F. Joly obtient des indices compris entre — 20 et — 40, qui sont ceux de la zone semi-aride. Les mesures faites avec le bac Colorado donnent une évaporation variant entre 1 500 et 2 000 mm pour toutes les régions du bassin, sauf dans le Moyen Atlas, au-dessus de 2 500 m dans le Haut Atlas et dans la zone littorale. L'évaporation est particulièrement active quand soufflent les vents d'E. (Chergui) et de S. (Sirocco) qui, en descendant vers le Tadla se réchauffent, abaissent leur humidité relative

et entraînent dans tout le bassin les maximums thermiques et les degrés hygrométriques les plus bas<sup>3</sup>. Certes l'évaporation est atténuée par le fait que les précipitations se concentrent pendant la saison froide, mais elle s'exerce toute l'année sur les lits, les lacs de barrages, les terres irriguées et prive l'écoulement d'une part notable des lames d'eau reçues par le bassin.

### La végétation

La végétation reflète fidèlement le climat semi-steppique dans les plaines où elle est constituée par des formations herbeuses ou buissonnantes très clairsemées, d'allure steppique. La roche est souvent à nu. En revanche, dans la montagne et dans les piedmonts, les forêts claires du type méditerranéen occupent de vastes espaces entre 800 et 3 000 m. Elles sont peuplées de chênes verts et de cèdres dans le Moyen Atlas et dans le bassin de l'O. el Abid; de chênes verts et de pins d'Alep dans les bassins de l'O. Tessaoute et de l'O. Ahansal. Les taux de boisement sont plus généreux que dans les Alpes françaises à l'E. : ils sont de 55 % en amont de Khénifra, de 51 % pour l'O. el Abid en amont de Bin el Ouidane, de 38 à 39 % dans le bassin de l'O. Tessaoute. Ils sont encore de 25 % pour tout le bassin en amont d'Imfoute, un peu moins que pour l'ensemble des Alpes du Nord (27 %). Mais la qualité n'est pas la même : le boisement dans les Atlas est peu serré et souvent pauvre. Le reste du bassin dans les Atlas est couvert par des prairies de type alpin. Dans les régions basses et dans les vallées de la montagne, de vastes territoires sont labourés dès l'automne puis ensemencés. Les sols ameublis favorisent les infiltrations et réduisent le ruissellement, comme la végétation naturelle.

Soumis à un climat méditerranéen, aux précipitations de saison froide d'intensités faibles ou modérées, le bassin de l'Oum er Rebia comporte, dans sa partie montagneuse, un bassin doté d'une médiocre capacité de rétention nivale mais d'un énorme pouvoir de rétention karstique. Il nous reste à définir l'efficacité de cette rétention sur les débits.

---

<sup>3</sup> Ces vents sont à caractère de fœhn.

## DEUXIEME PARTIE

## LES DÉBITS ET LEURS VARIATIONS

Pour étudier le régime de l'Oum er Rebia et de ses affluents nous avons utilisé les données fournies par 7 grandes stations qui ont fonctionné pendant des périodes de 18 à 32 ans et nous avons complété leurs indications par les renseignements émanant de 10 autres stations que l'on a utilisées pendant des périodes de 2 à 10 ans. Avec 17 postes de mesures de débit dans son bassin, l'Oum er Rebia apparaît comme un fleuve bien équipé au point de vue hydrométrique. La densité des stations est suffisante pour donner une image précise des régimes et pour mettre en évidence les caractères pluvio-nivaux des rivières du Moyen Atlas, les caractères nivo-pluviaux des émissaires du Haut Atlas, les régimes pluviaux des oueds de la plaine et pour étudier les débits de l'Oum er Rebia et leur évolution dans l'espace et dans le temps à Imfoute, sur le cours inférieur.

## A) Les régimes pluvio-nivaux sur les rivières du Moyen Atlas

Les rivières du Moyen Atlas ont les meilleurs modules pour le bassin : l'Oum er Rebia à Khénifra écoule  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  pour  $485 \text{ km}^2$ , soit  $10,4 \text{ l/s/km}^2$  ou  $338 \text{ mm}$ . Mais comme le bassin incorpore, sur la rive droite, des portions de plus en plus notables du plateau steppique des Phosphates, les modules tombent rapidement : Kasba Tadla :  $31,73 \text{ m}^3/\text{s}$  et  $6,61 \text{ l/s/km}^2$  ou  $208 \text{ mm}$ ; puis  $35,2 \text{ m}^3/\text{s}$  à Kasba Zidaniya, soit  $5,19 \text{ l/s/km}^2$ . A Khenifra, le module moyen est assez représentatif de l'écoulement annuel car les débits annuels extrêmes ont été de  $14,930 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1931-32 et  $28 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1941-42, soit un rapport de 1,86, extrêmement faible dans la région méditerranéenne, et qui doit sa modération aux précipitations plus régulières du Moyen Atlas et au régime particulier des sources. Ce coefficient augmente de Kasba Tadla (3,5) à Kasba Zidaniya (4,7). Il se monte à 32 sur l'O. Derna. Mais ces trois stations subissent les effets de l'irrigation qui prélève d'autant plus d'eau que l'année est plus sèche, surtout sur l'O. Derna.

Les variations saisonnières sont aussi très modérées à Khenifra où le maximum principal est en mars (coefficient de 1,5) le maxi-

imum secondaire en décembre (1,15) et le minimum en septembre (0,69). A l'aval, le maximum, unique cette fois, se place en février à Kasba Tadla (1,76), puis revient en mars à Kasba Zidaniya (1,96). Aux deux stations le minimum est en août (0,49 et 0,45). Le régime reste donc pondéré, bien que les écarts soient notablement plus forts entre les mois extrêmes. Le maximum de la fin de l'hiver n'est pas stable et, aux trois stations, il peut intervenir pour chaque année particulière, au cours de n'importe quel mois de la saison froide. On ne peut donc attacher beaucoup de signification au maximum unique de février à Kasba Tadla où la durée de l'observation n'est pas la même. En tout cas le maximum mensuel moyen de l'écoulement est décalé de 3 ou 4 mois par rapport au maximum pluviométrique (qui est en décembre) par la retenue nivale. Le rôle de celle-ci n'est donc pas très considérable mais il est suffisant pour déplacer le maximum mensuel vers le début du printemps. Nous pouvons donc qualifier ces variations saisonnières de pluvio-nivales

La pondération s'applique aussi aux débits extrêmes : A Khenifra, le plus faible débit constaté représente encore 37 % du module (7,5 m<sup>3</sup>/s), tandis que la crue la plus forte écoula 900 m<sup>3</sup>/s (700 l/s/km<sup>2</sup>), soit un peu moins que les maximums observés sur les rivières du Jura et des Préalpes du Nord. A Kasba Tadla les débits caractéristiques d'étiage (10,6 m<sup>3</sup>/s) et de 11 mois (11 m<sup>3</sup>/s) sont à peine supérieurs au minimum absolu, 10,5 m<sup>3</sup>/s qui représentent encore 1,18 l/s/km<sup>2</sup>, chiffre très supérieur à celui des rivières méditerranéennes (0,5 à 1,5 l/s/km<sup>2</sup>) et qui figurerait en bonne place parmi les rivières nivo-pluviales des Alpes du Nord. Quant au débit maximum à cette station il fut élevé à 1 300 m<sup>3</sup> (270 l/s/km<sup>2</sup>) le 9 mars 1954, et il dépasse beaucoup le débit caractéristique maximum de 103 m<sup>3</sup>/s établi avec la courbe des débits classés.

L'ajustement mathématique de la courbe des débits classés à Kasba Tadla, faite d'après la méthode de R. Gibrat donne l'équation :

$$z = 1,65 \log G - 2$$

qui permet de calculer les débits maxima journaliers probables pour les périodes séculaires (895 m<sup>3</sup>/s) et millénaires (1 415 m<sup>3</sup>/s).

### B) Les régimes nivo-pluviaux sur les rivières du Haut Atlas

Par ses deux grands affluents, l'O. el Abid et l'O. Tessaoute, l'Oum er Rebia recueille les eaux de la plus élevée des chaînes de montagne de l'Afrique du Nord. Les régimes de ces deux rivières ressemblent à ceux des rivières précédentes parce qu'elles émanent

aussi d'un massif calcaire au relief faiblement aéré. Elles s'en distinguent parce que le Haut Atlas est moins arrosé et que ses altitudes maximums et moyennes sont plus élevées. Ces caractères nouveaux apportent des modifications à l'abondance annuelle, aux variations saisonnières, aux débits journaliers.

L'abondance annuelle moyenne est bien inférieure à celle des oueds du Moyen Atlas, du moins pour les modules relatifs : ils sont encore de  $6,11 \text{ l/s/km}^2$  (193 mm) pour le petit bassin de l'Oued Tessaoute ( $1\,500 \text{ km}^2$ ) en amont d'Agadir bou Acheiba : ils tombent à  $5,06 \text{ l/s/km}^2$  sur l'O. el Abid (159 mm) et à  $4,89 \text{ l/s/km}^2$  (154 mm) sur l'O. Lakhdar. La raison de cette indigence est la localisation de cette imposante chaîne dans les confins nord-sahariens : nous sommes ici à la latitude de l'extrême Sud tunisien. Le Haut Atlas ne marque pas la limite climatique du désert vers le Nord; c'est déjà une montagne saharienne.

Mais parce que les aires de réception sont vastes, les oueds du Haut Atlas apparaissent comme les principaux fournisseurs d'eau de l'Oum er Rebia. L'O. el Abid a un débit brut annuel de  $39,87 \text{ m}^3/\text{s}$ . C'est le plus gros cours d'eau du bassin. L'O. Tessaoute avec plus de  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  après la confluence de l'O. Lakhdar est plus fourni que l'Oum er Rebia à Khenifra. Au total c'est près de  $65 \text{ m}^3/\text{s}$  que les émissaires du Haut-Atlas versent à l'Oum er Rebia, environ deux fois le débit mesuré à Kasba Tadla.

Les apports annuels particuliers sont d'ailleurs beaucoup moins réguliers dans le temps qu'à l'amont de Kasba Zidaniya : l'O. el Abid à Ouaoirinte a varié de  $90,110 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1941-42 à  $16,220 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1944-45, soit un rapport de 5,55 entre des débits extrêmes, valeur très élevée pour un bassin de haute montagne. Ce rapport monte à 6,09 sur l'O. Tessaoute et il atteint 7,9 sur l'O. Lakhdar. C'est que l'irrégularité des précipitations est plus grande ici que dans le Moyen Atlas et que les roches perméables deviennent moins abondantes de l'E. vers l'O. En effet à l'O. les formations imperméables couvrent le  $\frac{1}{3}$  de l'aire de réception de l'O. Lakhdar et elles affleurent sur la moitié de la surface dans le domaine de l'O. Tessaoute. Elles sont au contraire faiblement représentées dans le bassin de l'O. el Abid. L'écoulement à l'Ouest est donc moins tributaire des sources et les pénuries sont moins amorties lors des années sèches.

Les variations saisonnières sont elles aussi plus accentuées, bien que le régime pluviométrique ne fasse pas apparaître une sécheresse estivale aussi prononcée que dans le Moyen Atlas. Les rapports entre les débits mensuels extrêmes dépassent 7 sauf sur l'O. Lakhdar (5,2). Mais ces rapports élevés ne sont pas dus à

l'affaissement des coefficients mensuels des mois d'été qui restent supérieurs à 0,30 pour le mois d'août, lequel sur toutes les rivières s'arroe le minimum. C'est la concentration de l'écoulement de février à mai inclus qui accentue les écarts : ces quatre mois évacuent ensemble plus de la moitié et moins des deux tiers du volume d'eau annuel total. Avril l'emporte partout, avec un coefficient supérieur à 2, sur mars qui vient en deuxième position. Mai prend l'avantage sur février, plus largement sur l'O. Tessaoute qui possède le bassin le plus élevé. Un maximum secondaire se dessine sur l'O. Lakhdar et sur l'O. Tessaoute au mois de novembre (coefficients mensuels respectifs de 0,77 et 0,89), mais on ne l'observe pas sur l'O. el Abid où la courbe est simple.

On peut hésiter à classer ces rivières dans le type nivo-pluvial européen où le maximum moyen mensuel intervient en mai vers les sources, en avril plus bas. Dans ce dernier cas, mai l'emporte sur mars. Or dans le Haut Atlas mars l'emporte sur mai. Pourtant les rivières du Haut Atlas sont bien nivo-pluviales : à cause de la faiblesse de l'écoulement pendant l'automne et l'hiver, indice de la forte rétention nivale, car ces deux saisons reçoivent de fortes précipitations. Cela ne signifie nullement que l'apophyse d'avril soit le seul fait de la neige. Pendant les six dernières années, avril reçut même les précipitations maximums et les sources renforcent encore l'écoulement de ce mois car les réserves souterraines sont alors à leur niveau optimum. Mais, comme dans les régimes nivo-pluviaux européens, les eaux de fonte représentent le cinquième ou le quart de l'écoulement hivernal. Avec un régime pluviométrique étalant les précipitations sur toute l'année il est vraisemblable que les rivières du Haut Atlas auraient leur maximum en mai, comme sur les cours d'eau apparentés des Alpes. Ces rivières du Haut Atlas ressemblent à celles du Moyen Atlas par le caractère soutenu de leurs débits journaliers en basses eaux, quand les pluies ont cessé depuis longtemps. Ainsi pendant l'année sèche 1949-50, le débit de l'O. el Abid n'a guère varié pendant 6 mois et ne s'est pas abaissé au-dessous de 10 m<sup>3</sup>/s au cours de cette période. De sorte que, si les débits journaliers sur toutes les rivières s'écartent beaucoup des moyennes mensuelles pendant les hautes eaux, au contraire les débits mensuels, en été, représentent avec beaucoup d'exactitude les débits quotidiens qui s'écartent très peu de ces valeurs moyennes.

Faute de disposer d'une série assez longue sur l'O. el Abid, nous n'avons pas, pour cette rivière, établi la courbe des débits classés. Par contre ce travail réalisé pour l'O. Lakhdar et l'O. Tessaoute donne les résultats consignés dans le tableau 1.

TABLEAU 1

*Débits caractéristiques de l'oued Tessaoute et de l'oued Lakhdar déduits de la courbe expérimentale des débits classés.*

		Max. abs.	DC Max. (10 j.)	DC 1 (30 j.)	DC 3 (3 m.)	DC 6 (6 m.)	DC 9 (9 m.)	DC 11 (11 m.)	DC ét. (10 j.)	Mim. abs.
O. Tessaoute.	m <sup>3</sup> /s	593	50	26	10	5	3	2	1,3	0,94
	l/s/km <sup>2</sup>	399,5	33,3	17,3	6,67	3,33	2	1,33	0,93	0,62
O. Lakhdar.	m <sup>3</sup> /s	1000	68	38	16,5	7,9	5,8	4	2,4	1,7
	l/s/km <sup>2</sup>	333	22,22	12,66	5,5	2,63	1,93	1,33	0,8	0,56

Les débits d'étiage sont beaucoup plus faibles que dans le Moyen Atlas et ils ressemblent tout à fait à ceux des rivières pluviales ou pluvio-nivales méditerranéennes. Les maximums maximorum sont très élevés, mais les débits caractéristiques maxima ne représentent même pas le dixième de ces valeurs, ce qui indique que les premiers n'atteignent que rarement les chiffres que nous citons. Enfin les débits caractéristiques de 6 mois (DC 6) ou débits médians sont respectivement de 5 m<sup>3</sup>/s et de 7,9 m<sup>3</sup>/s, c'est-à-dire qu'ils équivalent à un peu plus de la moitié des modules de la période. Ce gros écart traduit le caractère excessif de l'écoulement dans le Haut Atlas occidental, caractère que le rapport des débits extrêmes (plus de 600 dans les deux cas) faisait déjà apparaître. Nous avons pu aussi, en ajustant mathématiquement la courbe des débits classés pour les deux rivières, calculer la fonction  $z = f(\log Q)$  ce qui nous a permis d'évaluer les maxima journaliers probables pour 100 ans et pour 1 000 ans : pour 100 ans, la crue journalière possible est de 525 m<sup>3</sup>/s sur l'O. Tessaoute et de 708 m<sup>3</sup>/s sur l'O. Lakhdar; pour 1 000 ans, le débit maximum journalier probable s'élève à 955 m<sup>3</sup>/s sur l'O. Tessaoute et à 1 270 m<sup>3</sup>/s sur son affluent.

A partir du confluent de l'O. Tessaoute, l'Oum er Rebia ne reçoit pratiquement plus d'eau en permanence. Ses derniers tributaires sont des cours d'eau non pérennes. C'est le régime de ces oueds temporaires que nous allons étudier maintenant avec l'O. Faregh.

**C) L'O. Faregh**

L'O. Faregh draine un des nombreux ravins qui aboutissent à l'Oum er Rebia dans la région de la Meseta côtière. Cet affluent de la rive gauche a fait l'objet d'observations hydrologiques car on comptait barrer son lit pour constituer un réservoir capable d'alimenter en eau la petite ville portuaire de Safi. On désirait aussi connaître les effets du ruissellement dans cette région des Abda Doukkala qu'on se propose d'irriguer avec les eaux de l'Oum er Rebia. La station hydrométrique se trouve à Souk el Arba des Aounate, à l'aval d'un bassin de 803 km<sup>2</sup> compris entre les cotes 685 et 175. L'altitude moyenne est de 450 m et la longueur de l'oued de 54 km. Le bassin est fait de roches imperméables, mais les sols superficiels sont des tirs et des hamris, dont la perméabilité est faible également. L'oued a une pente forte et irrégulière de 4 m/km. Sa vallée étroite en général comporte 2 bassins : l'un à l'amont, l'autre à l'aval de Dar Caïd Tounsi. Le second est rempli d'alluvions sablonneuses donc perméables. Au-delà de Souk el Arba des Aounate, s'étend une plaine d'alluvions qui aboutit à une vaste daya. Celle-ci communique avec l'Oum er Rebia par un ravin qui conduit au fleuve une partie seulement des plus fortes crues. Le bassin est peu arrosé et son indice pluviométrique est de l'ordre de 280 mm en année moyenne et de 150 mm en année sèche. De plus on a installé 25 pluviomètres dans le bassin pour pouvoir apprécier moins mal la pluviométrie pendant la période des mesures hydrologiques. Ils ont permis les conclusions suivantes : sur les 15 orages qui engendrèrent un écoulement, 9 ont représenté chacun plus de la moitié de la pluviométrie mensuelle; 6 plus de 70 % de la pluie du mois et 2 la totalité de l'indice pluviométrique mensuel. Les plus forts indices pluviométriques mensuels peuvent donc figurer la hauteur totale de la lame d'eau d'une période pluvieuse de 3 ou 4 jours au maximum, voire la totalité de la pluie recueillie lors d'un unique orage, soit environ 90 mm.

Le bassin n'est pas boisé mais une vaste partie est travaillée par les agriculteurs ou déjà mis en culture entre octobre et avril, au moment où les pluies violentes se manifestent.

Les mesures hydrologiques faites au cours des années 1953-55 montrent que le débit brut est de 0,188 m<sup>3</sup>/s, soit 0,234 l/s/km<sup>2</sup> ou 7,4 mm pour un indice pluviométrique de 265 mm au cours de la même période. Le coefficient d'écoulement est donc de 2,8 %. Comme l'indice pluviométrique est un peu inférieur à l'indice de 25 ans pour les 2 années d'observation, on peut admettre que le coefficient d'écoulement est d'environ 3 % pour une année normale et pas supérieur à 1 % lors d'une année sèche.

L'examen des variations saisonnières serait vain car 5 mois n'ont jamais eu d'écoulement; octobre et décembre dans l'ordre ont les débits les plus fournis. En revanche l'écoulement journalier est plus caractéristique. D'abord 18 jours par an seulement ont un débit parfois très modeste (soit un jour sur 20 en moyenne); ensuite les périodes de ruissellement durent de 2 à 4 jours consécutifs et elles sont séparées par des espaces de temps plus ou moins longs au cours desquels le thalweg est absolument sec. Les périodes de crue comprennent un jour ou deux de forts débits suivis par 1 ou 2 jours de débit très faible. L'Oued Faregh est donc un cours d'eau à écoulement temporaire dont le débit résulte uniquement du ruissellement provoqué par de grosses averses sur le bassin peu perméable de ce cours d'eau. Les maximums maximorum furent de 80 m<sup>3</sup>/s en octobre 1953 et de 183 m<sup>3</sup>/s le 30 octobre 1955, ce qui correspond à des hauteurs d'eau de 2,5 à 4 m au-dessus du radier de la station. D'autre part, en utilisant diverses formules mathématiques, nous avons évalué à plus de 500 m<sup>3</sup>/s la crue maximum possible. Or cette prévision paraît correspondre à la réalité, car un rapport de décembre 1927, relatant une crue remarquable du cours d'eau en novembre-décembre 1927 et se fondant « sur les traces fraîches laissées par les crues » donne les débits de pointe suivants de l'amont à l'aval :

Dar Caïd Tounsi : cote 220, 650 km<sup>2</sup> : 800 m<sup>3</sup>/s ou 1 230 l/s/km<sup>2</sup>.  
 Souk el Arba : cote 175, 803 km<sup>2</sup> : 500 m<sup>3</sup>/s ou 622 l/s/km<sup>2</sup>.  
 Route n° 105 : cote 125, 1 000 km<sup>2</sup> : 150 m<sup>3</sup>/s ou 150 l/s/km<sup>2</sup>.

Les débits tombent donc rapidement de l'amont vers l'aval, à cause des débordements qui se produisent à l'aval de Dar Caïd Tounsi et des infiltrations dans les sables et les alluvions du bassin inférieur.

L'étude de l'O. Faregh présente deux intérêts : d'abord c'est un excellent exemple de ces cours d'eau temporaires appelés « streams-floods » par les morphologues anglo-saxons : l'écoulement de l'oued commence avec la crue et se termine avec elle; la crue s'aplatit de l'amont à l'aval et se perd dans la daya terminale, ou avant, quand elle est minime. De toute façon une très faible partie des eaux aboutit finalement à l'Oum er Rebia. D'autre part nous pouvons apprécier les apports d'eau drainés vers le fleuve principal entre Imfoute et l'embouchure : avec un coefficient d'écoulement de 3 % en années moyennes, pour un indice pluviométrique de 300 mm, cela donne 9 mm d'eau écoulés dans l'année, soit pour 5 000 km<sup>2</sup> un débit brut de 1,5 m<sup>3</sup>/s (en arrondissant). On peut donc affirmer que, dans la Meseta côtière, l'Oum er Rebia inférieure ne reçoit que des appoints négligeables et qu'ainsi les

débits mesurés à Imfoute et à Si Saïd Maachou sont parfaitement comparables, comme ceux que l'on a mesurés au pont de Mechra ben Abbou, un peu à l'amont d'Imfoute. Cette conclusion nous permet de retenir les débits de 32 ans, mesurés alternativement à ces 3 stations, pour l'étude de l'Oum er Rebia inférieure, sans risquer des erreurs supérieures à 1 % sur les débits moyens.

#### D) Le régime de l'Oum er Rebia inférieure

Les fluctuations mensuelles révèlent deux maximums : le principal est en mars (2,04) devant avril (1,87), février (1,42) et mai (1,40). Ce fait traduit la prépondérance de l'écoulement pendant la fin de l'hiver et la moitié du printemps. Une protubérance secondaire se manifeste en décembre (1,12). Elle est due à l'affaiblissement des débits de janvier qui égalent le module (1). Ces 6 mois totalisent les 3/4 des volumes d'eau annuels totaux. Le semestre de juin à novembre inclus s'attribue un peu plus du quart de l'écoulement annuel, proportion tout à fait remarquable puisque cette période coïncide avec l'époque où la pluviosité est minimum et l'évaporation maximum. Aucun mois n'est d'ailleurs affecté par un coefficient vraiment chétif, puisque août, toujours nanti du minimum principal, roule encore 33,7 m<sup>3</sup>/s, soit le tiers du module annuel.

La répartition mensuelle des débits marque un affaiblissement de la tendance nivale par comparaison avec les fluctuations saisonnières des affluents du Haut Atlas et un léger renforcement de l'influence nivale grâce aux coefficients plus avantageux du printemps, par rapport à ceux de Khenifra et de Kasba Tadla. D'autre part la comparaison des courbes mensuelles des trois décennies successives révèle peu de modifications de l'une à l'autre, ce qui met l'accent sur la stabilité du régime. En fait cette stabilité résulte seulement des moyennes, car si l'on considère individuellement les années, on constate que le maximum mensuel moyen peut se situer de novembre à mai inclus, et que chacun de ces mois peut être affecté de gros débits ou de médiocres modules selon les variations du régime pluviométrique et l'efficacité de la retenue nivale. Seule la place du minimum est à peu près stable : il se place soit en août, soit en septembre. Le rapport des débits moyens pour les mois extrêmes est de 6,11 pour la période de 32 ans et il a tendance à diminuer depuis que la construction des barrages réservoirs et leur mise en service ont permis d'accentuer la régularisation naturelle des karsts atlasiques.

En revanche, les modules annuels, restés remarquablement stables au cours des deux premières décennies (111,5 m<sup>3</sup>/s et 111 m<sup>3</sup>/s), s'affaiblissent à 73,81 m<sup>3</sup>/s au cours de la dernière, principalement à cause de l'accroissement des prélèvements pour l'irrigation et de la mise en eau du barrage de Bin el Ouidane qui a privé les débits à Imfoute des apports de l'Oued el Abid pendant plus d'une année. Le module moyen mesuré de la période de 32 ans ressort cependant à 101 m<sup>3</sup>/s, à 105 m<sup>3</sup>/s si l'on tient compte de la diminution artificielle des débits. L'Oum er Rebja inférieure

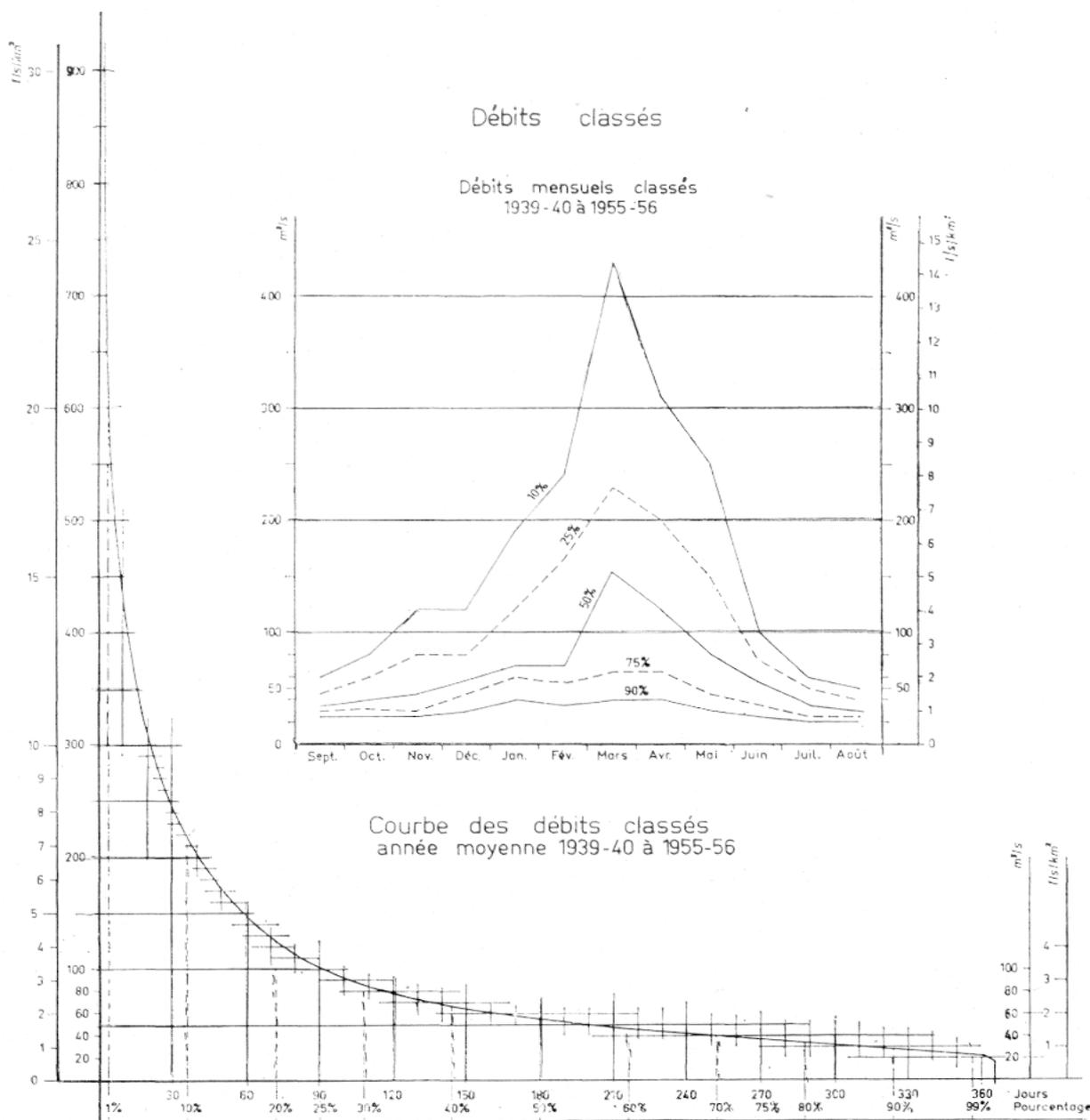


Fig. 2. — Courbe statistique des débits journaliers à Imfoute.

charrie donc plus d'eau que la Marne ou l'Yonne (104 et 102 m<sup>3</sup>/s respectivement), un peu moins que l'Ain (130 m<sup>3</sup>/s) mais davantage que l'Oise ou le Cher. Par contre, le débit spécifique n'atteint que 3,5 l/s/km<sup>2</sup>, ce qui correspond à un indice d'écoulement de 110 mm. Ces chiffres rappellent ceux que l'on a calculés pour les grandes rivières dans les plaines de climat continental de l'Europe comme le Don (3,3) ou le Dniepr (3,4).

Dans le détail les modules annuels peuvent varier de 239 m<sup>3</sup>/s (1933-34) à 33,7 m<sup>3</sup>/s (1944-45), ce qui donne un coefficient d'irrégularité interannuel de 6,6, assez élevé. En fait, au cours de cette année sèche, l'Oum er Rebia n'a jamais connu un écoulement nul ou très faible, comme l'indique l'étude des débits quotidiens.

Les débits journaliers en année sèche, puis pendant les saisons et les mois secs sont très stables, bien que les apports du ruissellement soient nuls pendant 3 mois ou davantage, et qu'au cours des années sèches la retenue nivale soit insignifiante. Ils sont donc alimentés exclusivement par les sources et l'extraordinaire régularité qu'ils manifestent pendant d'aussi longues périodes est un témoignage singulièrement probant de l'efficacité de la rétention karstique. En revanche les gros débits manifestent des sautes rapides, ce qui paraît indiquer que le ruissellement peut jouer un rôle très important, même dans les régions karstiques, sans doute parce que les coefficients d'infiltration ne sont pas suffisants pour absorber en totalité les pluies de forte intensité.

Comme pour les sections d'amont nous avons pu tracer, pour 17 ans, la courbe des débits classés et en déduire les valeurs remarquables suivantes :

TABLEAU 2

*Débits caractéristiques de l'Oum er Rebia à Imfoute, d'après la courbe de débits classés de 1939 à 1956, pour les années pluviométriques (17 ans). Dans la colonne minimum minimorum, le chiffre entre parenthèses représente le débit minimum rectifié en ajoutant au débit mesuré les quantités d'eau prélevées à l'amont pour les besoins de l'irrigation.*

DEBITS.		Max. abs.	DC max. (10 j.)	DC 1 mois	DC 3 mois	DC 6 mois	DC 9 mois	DC 11 mois	DC étiage (10 j.)	Max. Minimum (16 (25))
		m <sup>3</sup> /s	2 500	436	240	110	56	36	26	23,5
l/s/km <sup>2</sup>	83,3	14,5	8	3,66	1,86	1,2	0,86	0,78	(0,83)	

On notera que les débits caractéristiques d'étiage et le minimum minimorum sont artificiellement abaissés par les retenues opérées à Bin el Ouidane, et que ces deux valeurs rectifiées sont voisines de 25 m<sup>3</sup>/s. Le plus faible étiage relatif est donc de 0,83 l/s/km<sup>2</sup>, valeur médiocre, comparable à celle de la Saône à Lyon. Mais le rapport de ce débit au module annuel est de 25 %, coefficient tout à fait honorable voire superbe, si l'on tient compte du régime pluviométrique et des particularités du bassin dans lequel, tous les affluents connaissant en même temps leur pénurie, aucune compensation ne joue pour amortir les étiages. Quant au débit maximum mesuré, 2 500 m<sup>3</sup>/s en 1942, il est seulement 100 fois supérieur à l'étiage minimum corrigé. Cette valeur paraît donc faible, alors que les conditions climatologiques et l'absence de débordement lors des crues laissent entrevoir la possibilité de valeurs bien plus élevées. Nous expliquerons pourquoi dans l'étude de la genèse des crues. Enfin le débit caractéristique de 6 mois ou débit médian est de 56 m<sup>3</sup>/s. Rapporté au module de la période correspondante (17 ans, 93 m<sup>3</sup>/s), il exprime la pondération de l'Oum er Rebia, l'absence de débits excessifs, une abondance quotidienne fort proche du module pendant 6 mois, et bien que ces mêmes modules puissent différer comme de 1 à 6 d'une année sèche à une année humide.

L'équation  $z = a \log Q + b$  déduite de la courbe expérimentale est pour Imfoute :  $z = 1,74 \log Q - 3,14$ .

Elle nous a permis de constater que l'ajustement mathématique de la courbe expérimentale était médiocre pour les débits inférieurs à 30 m<sup>3</sup>/s ou 35 m<sup>3</sup>/s, car le calcul donne des résultats inférieurs à ceux que l'on a observés. La distribution statistique des débits, qu'exprime l'équation, se trouve en effet faussée par la stabilité des restitutions karstiques. En revanche, le débit médian donné par le calcul (63,76 m<sup>3</sup>/s) est supérieur au débit médian obtenu par la courbe expérimentale. Ici l'ajustement est faussé par les prélèvements d'eau effectués à l'amont.

Mais la formule permet surtout de calculer les débits maxima centenaires et millénaires journaliers possibles :

- débit journalier maximum de 100 ans : 2 740 m<sup>3</sup>/s;
- débit journalier maximum de 1 000 ans : 4 400 m<sup>3</sup>/s.

Dotée d'un module brut honorable pour une rivière des marges désertiques et de variations saisonnières très pondérées, l'Oum er Rebia apparaît comme un cours d'eau exerçant l'action bienfaisante de la régularisation karstique, facteur azonal par excellence de l'hydrologie fluviale, avec le relief. Ces rétentions karstiques vont être maintenant étudiées plus en détail, dans l'examen de quelques aspects particuliers de l'écoulement.

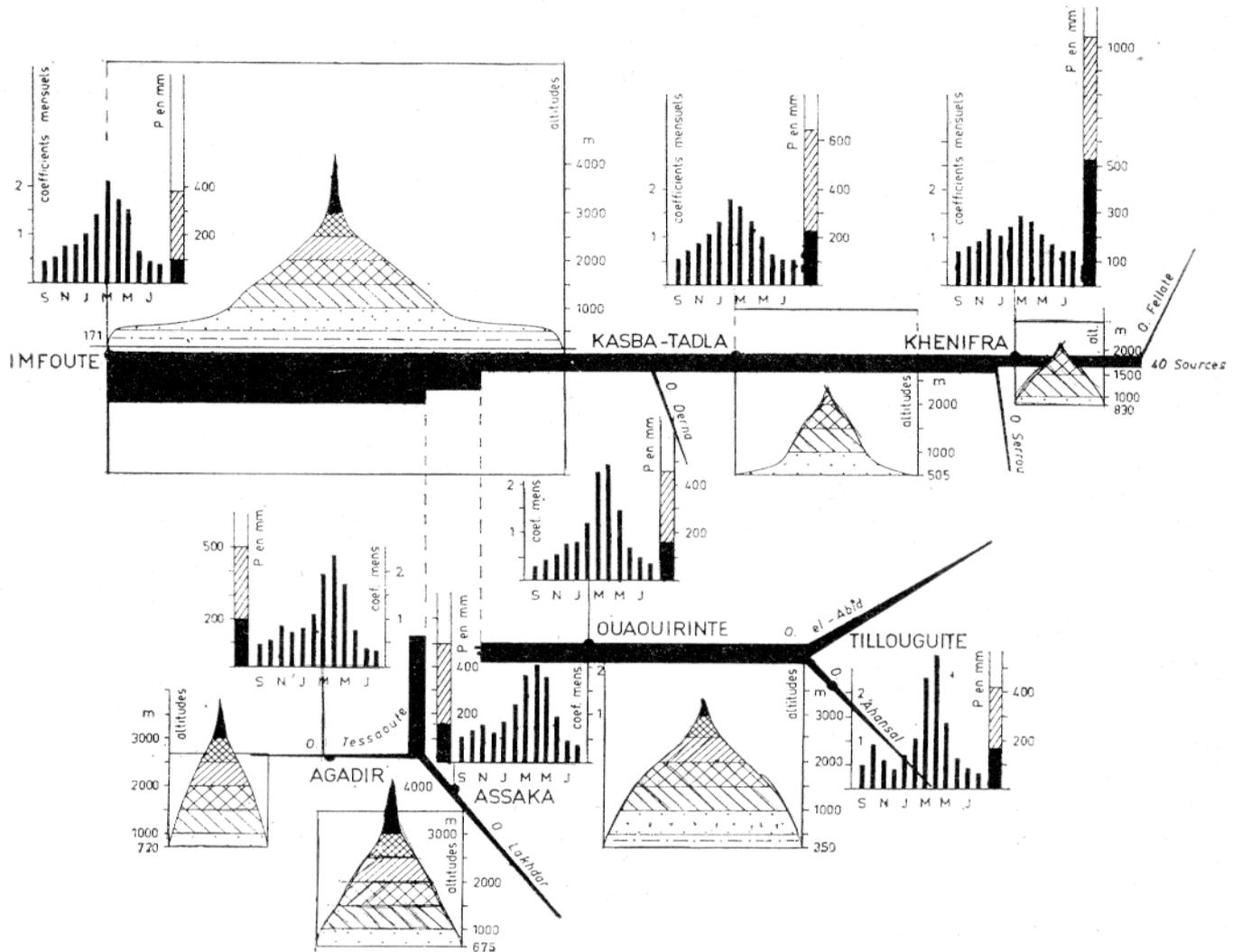


Fig. 3. — Croquis hydrologique général de l'Oum-er-Rebia.

Légende : longueur : 1 mm = 4 km. L'épaisseur des traits est proportionnelle au débit (1 mm = 20 m<sup>3</sup>/s ou fraction de 20 m<sup>3</sup>/s). Les carrés représentent les aires de réception des différents bassins versants : (1 cm<sup>2</sup> = 1 200 km<sup>2</sup> environ). A l'intérieur des carrés une montagne symbolique figure le relief du bassin par tranches d'altitude. La surface planimétrée à chaque niveau est donnée en pourcentage de la surface totale des bassins versants. Les graphiques surmontant les stations montrent les variations mensuelles moyennes aux différentes stations d'après les coefficients mensuels des débits. Tous les graphiques sont flanqués d'une échelle qui indique le bilan de l'écoulement. (P' en noir, P en noir et en hachures).

## TROISIEME PARTIE

ÉTUDES SPÉCIALES SUR QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS  
DE L'ÉCOULEMENT

Nous rassemblons dans cette troisième partie l'étude des problèmes posés par l'écoulement sur l'ensemble du bassin-versant. Nous examinerons d'abord les rapports entre précipitations et débits dans le bilan de l'écoulement; nous montrerons ensuite comment évoluent les modules journaliers pendant les périodes sèches en traçant les courbes de tarissement qui nous amèneront à évaluer la capacité de rétention des bassins. Enfin, nous étudierons la genèse des crues.

## Les bilans de l'écoulement

Si nous désignons par  $P$  l'indice pluviométrique en mm, par  $P'$  l'indice d'écoulement en mm, la différence  $P - P'$  représente le déficit d'écoulement ( $E$ ) en mm et le rapport  $\frac{P'}{P}$  est le coefficient d'écoulement  $C$ .

La valeur  $P$  est connue grâce aux relevés pluviométriques et nous savons que dans le bassin de l'Oum er Rebia, la densité des postes ne peut être considérée comme satisfaisante que dans les parties basses. En revanche nous ne savons à peu près rien sur les précipitations dans le Haut Atlas et dans le Moyen Atlas. H. Gaussen a cependant publié une carte des précipitations au Maroc qui tient compte du relief. Ce document n'est point parfait certes, mais faute de mieux nous l'avons utilisé pour connaître les lames d'eau moyennes annuelles, soit les valeurs  $P$  pour chaque bassin versant. Nous avons obtenu ces résultats en planimétrant les surfaces comprises entre les isohyètes de la carte H. Gaussen au 1/500 000°, en faisant la somme des produits  $S \times h$  (lame d'eau moyenne de chaque surface) et en divisant le résultat par la surface totale pour chaque rivière. Les valeurs  $P'$  ont été données dans l'étude des modules pour chaque rivière en convertissant les débits spécifiques en mm d'eau écoulés.

Les déficits d'écoulement sont de 300 mm à Khenifra, ce qui donne le coefficient d'écoulement particulièrement avantageux de 63 %, qui paraît énorme, même si l'on a la plus haute opinion sur l'efficacité de l'écoulement souterrain comme facteur favorable aux bilans de l'écoulement. On admettrait plus facilement 350 ou 400 mm, soit des valeurs de 52 ou 57 % pour C.

Les chiffres relèveraient l'indice pluviométrique à 870-920 millimètres dans cette partie du bassin. Ailleurs, les déficits d'écoulement dépassent 400 m et même 500 mm dans le Tadla et à Assaka. Les coefficients d'écoulement s'effondrent : ceux de l'Oum er Rebia à Kasba Tadla (28 %) et à Imfoute (20 %) paraissent acceptables pour ces grands bassins et concordent avec ce que nous savons sur l'intensité de l'évaporation. En revanche ceux de l'O. Tessaoute (29 %), de l'O. el Abid (27 %), de l'O. Lakhdar (22,8 %) semblent aberrants. Il est probable que l'O. el Abid a un coefficient un peu inférieur à celui de Kasba Tadla, soit 23 % ; en revanche celui de l'O. Lakhdar est trop faible pour ce petit bassin de haute montagne. Le coefficient réel doit être plus élevé que sur l'O. el Abid, sans doute de l'ordre de 25 %, et dans ce cas celui de l'O. Tessaoute ne devrait pas dépasser 27 %. Finalement les coefficients d'écoulement rectifiés sont légèrement inférieurs à ceux des rivières européennes du centre et de l'Ouest pour les mêmes indices pluviométriques. Ils ne leur sont donc pas supérieurs comme on l'a dit parfois, en fondant cette opinion sur les indices pluviométriques donnés dans l'annuaire hydrologique du Maroc, et qui sont calculés d'après les seuls relevés pluviométriques des parties basses.

Ce développement donne une idée des lacunes de nos connaissances dans le domaine de précipitations. Il est vain dans ces conditions de chercher à établir des corrélations pluvio-fluviales pour les années particulières.

TABLEAU 3

*Bilan de l'écoulement aux principales stations hydrométriques du bassin de l'Oum er Rebia.*

Oueds	Stations	P (mm)	P' (mm)	E (mm)	C (%)
Oum er Rebia..	Khenifra	830	529	301	63 %
	K. Tadla	746	208	538	28 %
	Imfoute	546	110	436	20 %
El Abid .....	Ouaouirinte	583	160	423	27 %
Lakhdar .....	Assaka	675	154	521	22,8 %
Tessaoute .....	Agadir bou Acheiba	653	193	460	29 %

### Courbe de tarissement et capacité de rétention

Quand le débit d'une source est alimenté exclusivement par l'eau accumulée dans les nappes souterraines profondes, on dit de la source qu'elle est en *régime propre* ou en *régime non influencé*. Son débit  $Q$  est alors uniquement une fonction du volume d'eau emmagasiné  $V$  au moment où les apports extérieurs cessent (précipitations ou fonte des neiges). On écrit :  $Q = f(V)$ .

L'observation a permis de constater que la décroissance, pour une source donnée, devait être toujours la même à partir d'un débit initial  $Q_0$  peu élevé. Elle ne dépendrait plus alors que du temps ( $t$ ). En d'autres termes, les courbes  $Q = f(t)$  pour des périodes différentes se superposeraient sensiblement une fois atteint le débit  $Q_0$ . La courbe expérimentale tracée, il serait donc possible de dire quel sera le débit  $Q$  de la source au bout de  $n$  jours de régime propre.

En partant de ce qui précède, des chercheurs ont essayé de mettre au point des équations qui donneraient le débit  $Q$  à l'instant  $t$  en fonction du débit  $Q_0$  au temps  $T_0$ . La formule de E. Maillet, la plus connue, interprète la courbe de tarissement des sources par une équation exponentielle unique :

- (1)  $Q = Q_0 e^{-\alpha t}$  qui peut encore s'écrire (2);  
 (2)  $\text{Log } Q_0 - \alpha \log e \times t,$

dans lesquelles  $e$  est une valeur fixe, à savoir la base des logarithmes népériens 2,71 828, et  $\alpha$  le coefficient d'épuisement ou de tarissement de la source calculé graphiquement.

L'équation (2) exprime que la courbe représentative de  $\log Q$  en fonction de la variable  $t$  est une droite.

Ces conclusions sont valables dans une large mesure pour les sources. On admet qu'elles peuvent être étendues aux rivières moyennant quelques précautions, tout au moins pendant les périodes sèches et en l'absence de toute fonte nivale sur les bassins versants. Dans le réseau de l'Oum er Rebia la saison sèche s'étale sur 3 mois au moins, caractère très favorable pour l'établissement de ces courbes, et la neige, à partir de juin, ne perturbe guère l'écoulement. En revanche, l'évaporation amenuise l'écoulement pendant la saison chaude, plus qu'elle ne le fait en saison froide. Certains auteurs en sont arrivés à tracer des courbes différentes pour la saison chaude et pour la saison froide. Ici, la saison sèche peut se prolonger pendant l'automne et même pendant le début de l'hiver, et de fait, sans que les bassins aient subi des précipitations, on constate que les débits se relèvent légèrement à certaines

stations à partir du mois de novembre. Enfin les bassins de l'Oum er Rebia sont alimentés non par une source unique, mais par plusieurs sources dont les courbes de décroissance ne sont pas semblables. On ne peut donc pas attendre des formules évoquées plus haut une précision mathématique absolue. Du moins nous donneront-elles quelques indications précieuses.

Elles permettent en effet de calculer les volumes d'eau retenus et leur équivalent en millimètres d'eau répartie sur le bassin, ainsi que le temps  $t$  que mettra le cours d'eau pour passer du débit origine  $Q_0$  à un débit choisi. Nous nous bornerons à donner ici les résultats, sans entrer dans le détail de ces calculs.

- Oued el Abid à Ouaoirinte :  $V = 6$  milliards de  $m^3$  ou 750 mm. Il faudrait 29 ans de régime non influencé pour passer de 26  $m^3/s$  à 1  $m^3/s$ .
- Oued Tessaoute à Agadir bou Acheiba :  $V = 140$  millions de  $m^3$  ou 93,3 mm.
- Oum er Rebia à Khenifra : 11 270 millions de  $m^3$  ou 9 600 mm. Il faudrait 85 ans de régime non influencé pour que le régime tombât de 22  $m^3/s$  à 1  $m^3/s$ .
- Oum er Rebia à Imfoute : 35 940 millions de  $m^3$  ou 1 198 millimètres, soit une retenue comparable à celle du barrage Boulder, aux Etats-Unis.

Des calculs identiques faits aux Etats-Unis, en Californie, ont indiqué pour de petits bassins des retenues de 600 à 700 mm. Au Moyen-Orient, le bassin du Khabour aurait 2,5 milliards de  $m^3$  en réserve et il faudrait 4 ans pour le tarir. Les rétentions dans les Atlas sont donc autrement considérables. Elles signifient qu'à l'amont de Khenifra la roche est imprégnée sur plusieurs dizaines de mètres de hauteur, voire 200 ou 300 m. Deux interprétations sont plausibles :

— D'abord l'évaluation des réserves repose sur le postulat que la décroissance de  $\log Q$  en fonction du temps ( $t$ ) reste linéaire au-delà du fragment de droite expérimentale. Mais on peut aussi se demander si, au-delà d'une certaine période, l'épuisement des sources n'intervient pas brusquement à la suite du désamorçage des siphons karstiques, bien avant les délais calculés. Dans ce cas, les réserves réelles seraient bien inférieures aux réserves théoriques.

— Mais si les réserves théoriques correspondent même très approximativement avec la réalité, la lenteur des restitutions est due aux propriétés particulières des Karsts atlasiques, peut-être à la fissuration très fine de la roche qui entraîne un filtrage extrême-

mement lent des eaux et davantage encore à la puissance, dans les séries liasiques inférieures, de sables dolomitiques et de dolomies sableuses beaucoup moins perméables que les dolomies litées ou bréchiques sus-jacentes. Ces dolomies sableuses constituent un gigantesque filtre naturel *fonctionnant en charge* sous la pression de l'eau accumulée au-dessus de lui dans les roches du Lias moyen et supérieur grâce au ralentissement imposé par le filtre à la circulation verticale de l'eau. Les fluctuations de la pression hydrostatique ne varient guère. Pourquoi ?

Sans doute parce que la tranche d'eau emmagasinée est considérable : quelques mois de régime non influencé enlèvent à la lame d'eau quelques centimètres. Cela entraînerait une forte baisse à la base d'une colonne liquide de un ou deux décimètres de hauteur; mais sous une colonne d'eau de plus de 9 m la baisse de la pression est très petite relativement. Si donc la réalité est conforme aux hypothèses avancées, les hauteurs d'eau calculées par les équations des courbes de tarissement sont très plausibles. Qu'elles soient peu élevées dans le bassin de l'O. Tessaoute apporte un appui supplémentaire à la réalité de cette retenue considérable. C'est dans l'état actuel des connaissances un record mondial. L'incidence sur les étiages est évidente; mais cette énorme capacité de rétention a-t-elle une action modératrice sur les débits de crue ?

### La genèse des crues

Les crues de l'Oum er Rebja n'attirent guère l'attention du grand public : elles sont rares (en 32 ans, 3 débits de pointe seulement ont dépassé 2 000 m<sup>3</sup>/s à Imfoute) et ne causent pas de dégâts, car elles sont exemptes de débordement en raison de l'encaissement des lits. Les minuscules oueds établis à fleur de sol dans le Tadla ou la Meseta côtière sont en crue autrement redoutables. C'est le cas pour l'O. Faregh que nous étudierons en premier lieu. L'Oum er Rebja nous intéressera pour la possibilité des concordances monogéniques que son réseau rend possible et par les conditions météorologiques qui provoquent les crues sur ce fleuve.

#### *Crues de l'O. Faregh.*

Les plus grosses crues se sont toutes produites au moins d'octobre, sauf celle de 1927 qui intervint fin novembre début décembre. Les plus fortes ont écoulé respectivement 3 424 000 m<sup>3</sup> en

octobre 1953 et 4 925 000 m<sup>3</sup> en octobre 1955. Les coefficients de ruissellement furent de 18,6 % dans le 1<sup>er</sup> cas et de 12 % dans le second. D'autre part les fortes pluies de décembre 1954, qui ont déversé sur le bassin 46 millions de m<sup>3</sup> en 3 jours (ce sont les plus fortes pluies connues en plaine pendant la période) n'ont donné qu'un coefficient d'écoulement de 3 % et un volume d'eau total de 1 391 000 m<sup>3</sup> seulement. En somme, seules les pluies qui interviennent au début de l'automne donnent un écoulement notable. Mais pourquoi ?

A cause de l'état des sols à cet époque de l'année : les pluies d'octobre frappent des sols nus, dallés par la sécheresse et par le piétinement des troupeaux. Elles ne pénètrent donc pas dans ces terrains (sauf pour en saturer la couche superficielle), puis elles ruissellent. Ces toutes premières pluies autorisent les labours, de sorte que les terres sont ensuite travaillées ou pourvues d'une végétation cultivée. Les pâturages reverdissent. Il est possible que les premières pluies brisent la croûte superficielle imperméable. Les infiltrations postérieures sont donc favorisées et la végétation entrave le ruissellement. Il ne peut plus y avoir ni de gros volumes d'eau ni des coefficients d'écoulement élevés, même si les pluies sont fortes.

L'évolution des crues est brève. Elles sont caractérisées par une irruption brutale et une baisse non moins rapide du flot de crue. Dans l'intervalle de ces phénomènes, le ruissellement est nul.

Ainsi, la violence des averses ne suffit pas à expliquer les caractères des stream floods. Il faut encore que ces pluies tombent sur des bassins imperméables, privés de végétation et non cultivés. C'est pour cette raison que ce type d'écoulement se limite aux zones arides ou steppiques.

#### *Crues de l'Oum er Rebia.*

L'Oum er Rebia a connu 4 crues notables entre 1919 et 1956 : le 17 décembre 1933 on jaugeait un débit de 2 400 m<sup>3</sup>/s; le 24 décembre 1938, 2 000 m<sup>3</sup>/s. Le 24 février 1942, en enregistrait la crue maximum : 2 500 m<sup>3</sup>/s à Imfoute. La crue de mars 1954 a produit 1 950 m<sup>3</sup>/s en pointe, mais le débit eût atteint de nouveau 2 500 m<sup>3</sup>/s si l'on ajoute le flot retenu à Bin el Ouidane, derrière le barrage.

L'étude des premières crues est difficile faute de renseignements nombreux. Les crues générales sont dues aux dépressions du front polaire, lorsque ce dernier occupe une position très méridionale. La confrontation du réseau montre la possibilité des concordances monogéniques, les flots maximums des différentes branches constitutives du réseau intervenant à peu près en même temps à Imfoute. En fait cette concordance monogénique ne s'est jamais produite pleinement au cours de la période étudiée, car les conditions climatologiques qui pouvaient la provoquer n'ont pas été réunies : les pluies océaniques classiques apportées par les dépressions du front polaire ont frappé le Nord du bassin et ont épargné relativement les bassins méridionaux de l'O. Ahansal, de l'O. Tessaoute et de l'O. Lakhdar, qui n'ont reçu que de faibles lames d'eau et qui n'ont apporté qu'une contribution modeste au débit de pointe à Imfoute. Les dépressions du front polaire ne débordent guère sur le Sud du bassin et n'engendrent que de faibles écoulements sur les affluents méridionaux. Lors de ces types de temps, seule l'aire de réception septentrionale concourt à la crue, soit à peu près la moitié du bassin versant.

En revanche le Sud du bassin est souvent frappé au printemps par les dépressions dites du front des alisés (ou front méridien) nées du contact de l'air tropical continental (saharien) avec l'air tropical (ou polaire) océanique. Ces dépressions peuvent produire de fortes précipitations dans les bassins supérieurs des Oueds Ahansal, Tessaoute et Lakhdar. Mais elles se manifestent au printemps (mars, avril, mai ou en été) quand l'évaporation est forte. D'autre part ces dépressions sont le plus souvent isolées. Elles ne frappent donc pas un bassin préalablement saturé par des pluies antérieures. Ensuite, si ces pluies engendrent les plus fortes crues sur les rivières du Haut Atlas, en contrepartie le Nord du bassin n'est que peu arrosé. Ainsi, par précipitations du front polaire, c'est le Nord du bassin qui alimente les crues. Par pluies dues aux dépressions du front des alisés, c'est au contraire le Sud du bassin qui provoque les débits de pointe à Imfoute. Il n'existe pas d'exemple qu'un de ces types de temps ne soit étendu à tout le bassin versant du fleuve.

Enfin, les coefficients d'écoulement paraissent très faibles. Ainsi, lors de la crue des 9-10 mars 1954, les coefficients d'écoulement ont été respectivement de 19 % à Kasba Zidaniya et de 23 % à Kasba Tadla. Ces faibles pourcentages indiquent que les coefficients d'infiltration restent énormes dans les bassins du Moyen Atlas calcaire, même dans le cas d'averses drues et répétées.

Enfin, les facteurs de pondération l'emportent sur les influences accélérantes du relief et du climat, mais on peut se demander si les débits de pointe actuels ne peuvent pas être dépassés. Il suffirait pour cela que les dépressions du front polaire frappassent les totalités du bassin versant, c'est-à-dire que leur trajectoire s'infléchît de cent ou deux cents kilomètres vers le Sud. Dans ce cas, quels débits pourrait-on craindre à Imfoute ?

On peut les apprécier de différentes manières : la plus simple consiste à faire la somme de tous les débits maximums relevés sur les branches constitutives de la rivière, c'est-à-dire d'admettre la possibilité d'une concordance monogénique jouant pleinement. On obtient alors 3 500 ou 4 000 m<sup>3</sup>/s à Imfoute pour le débit de pointe. D'un autre côté différents auteurs ont mis au point des équations qui permettent de calculer le débit maximum probable. M. Coutagne par exemple lie le débit *maximum moyen annuel M* à la racine carrée de la surface en km<sup>2</sup> du bassin versant S et propose la formule :

$$M = 20 \sqrt{S}$$

Appliquée à l'Oum er Rebia, cette équation donne pour M, 3 460 m<sup>3</sup>/s; chiffre beaucoup plus élevé que le maximum de pointe connu et, à fortiori, que le maximum moyen annuel qui n'est que de 880 m<sup>3</sup>/s.

Puis différentes équations permettent, lorsque l'on connaît la distribution statistique des débits journaliers pour une longue période, d'extrapoler le fragment de courbe expérimental dessiné, pour obtenir les débits centenaires ou millénaires maximums probables. Les calculs nous ont donné les débits de 3 500 m<sup>3</sup>/s pour le maximum maximum d'un siècle et 5 250 m<sup>3</sup>/s pour celui du millénaire.

Ces chiffres paraissent énormes si on les compare à ceux que nous avons relevés au cours de cette période. On peut se demander pourtant si la terrasse de niveau 7 m qui domine les eaux moyennes d'étiage dans le cours inférieur, et que l'on attribue communément aux oscillations du niveau océanique, ne constitue pas le lit majeur du fleuve actuel façonné par les crues qui dépassent le niveau d'étiage de 7 m<sup>4</sup> et qui pourraient correspondre aux débits centenaire et millénaire de la rivière. Or, de tels flots n'ont pas été prévus lorsqu'on a calculé la capacité des évacuateurs de crues sur les barrages du cours inférieur. Ils font donc peser une menace redoutable sur les aménagements réalisés à l'aval.

---

<sup>4</sup> Les crues actuelles plus fortes ont une hauteur de 5 ou 6 m au-dessus des eaux moyennes d'étiage.

## QUATRIEME PARTIE

### L'UTILISATION DES EAUX

L'eau est une des grandes richesses du Maroc central. Or, l'Oum er Rebia offre un débit abondant et soutenu; les ruptures de pente sont nombreuses sur tout le cours, y compris dans la section d'aval; les sites de barrages sont pléthoriques; le bassin de l'O. el Abid est suspendu au-dessus du Tadla. Il n'y a qu'une ombre au tableau : la forte salure des eaux émanant du Moyen Atlas.

#### Les transports solides ou en dissolution

Les transports d'éléments fins sont abondants à la suite surtout des apports de l'O. Serou dont le bassin se développe dans les argiles et les grès du Permo-Trias. Les atterrissements que l'on constate derrière les barrages de Kasba Tadla et d'Imfoute sont appréciables mais on n'en a pas évalué le volume. De toute façon, ils ne menacent pas l'existence des lacs artificiels.

On attache beaucoup plus d'importance aux transports de matières dissoutes. Les eaux de l'Oum er Rebia, dans le Tadla, contiennent ordinairement plus d'un gramme de résidu sec à 100° par litre. La teneur en calcium et en magnésium est élevée. D'autre part, si les eaux de l'O. el Abid ne renferment que des traces de chlorure de sodium, en revanche les eaux de l'Oum er Rebia supérieure, avec plus d'un gramme/litre, apparaissent fortement chargées, notamment pendant l'été, lorsque l'écoulement réduit n'est plus alimenté que par les nappes profondes qui restent longtemps au contact des assises triasiques. Cette eau salée échange son sodium contre le calcaire des terrains qu'elle irrigue. Ce processus laisse craindre la transformation des sols en solonetz. Différentes mesures ont été prises pour empêcher l'adsorption du chlorure de sodium par les parcelles irriguées : on a amélioré les drains; on a entrepris le lessivage des secteurs compromis à l'aide des eaux de l'O. el Abid; l'irrigation se fait désormais avec les eaux mélangées de l'Oum er Rebia et de l'O. el Abid, grâce à de grands travaux d'aménagement.

### Les grands barrages

Une petite dérivation de l'Oum er Rebia à l'amont de Khenifra entraîne deux groupes de turbo-alternateurs qui fournissent l'énergie électrique à Khenifra. Dans le secteur amont, le principal barrage est celui de Kasba Tadla, long de 170 m, haut de 8 m, qui permet de dériver une partie des eaux dans un canal à faible pente, parallèle au lit naturel, qui se déverse dans un bassin de décantation et d'accumulation de 100 000 m<sup>3</sup>, établi au-dessus de Kasba Zidaniya, 24,4 km à l'aval. L'usine de Kasba Zidaniya utilise la différence de niveau de 37 m qui existe entre le bassin et la cote de restitution dans l'Oum er Rebia.

Dans le secteur aval, le fleuve est équipé de trois barrages; le principal, celui d'Imfoute, terminé en 1946, de type « poids », d'une hauteur de 50 m, retient 85 millions de m<sup>3</sup>. L'usine au pied du barrage a une puissance équipée de 31 000 kVA. Une surélévation ultérieure doit porter la hauteur du barrage d'Imfoute à 83,5 m et sa retenue à 1 640 millions de m<sup>3</sup>. A 50 km de là, le barrage de Daourate crée une chute artificielle de 23 m utilisée par une usine hydro-électrique incorporée au barrage, équipée de deux groupes turbo-alternateurs de 8 600 kVA chacun. Enfin, à 35 km seulement de l'embouchure de l'Oum er Rebia, le barrage de Si Saïd Maachou est le plus ancien du bassin et du Maroc. C'est un barrage de dérivation composé de 5 piles et de 4 pertuis munis de vannes mobiles. Il est construit à l'origine d'une boucle de méandre. Il permet d'entonner l'eau du fleuve dans une galerie de dérivation qui court-circuite le méandre, en traversant le pédoncule de celui-ci. L'eau est emmagasinée dans une chambre rectangulaire de 24 000 m<sup>3</sup>, qui domine de 17 m une usine électrique. L'eau est ensuite restituée au fleuve.

Toutefois, le gros ouvrage par excellence du bassin est celui de Bin el Ouidane, sur l'Oued el Abid. La rivière des Esclaves traverse à l'issue de la cuvette d'Ouaouizarthe un relais calcaire entre deux anticlinaux. Elle y a entaillé une gorge étroite et profonde, dont la fermeture à Bin el Ouidane, par un barrage du type voûte mince de 132,5 m de hauteur au-dessus des fondations a permis de constituer un lac de 1,5 milliard de m<sup>3</sup>. Une usine électrique au pied du barrage, équipée de 3 groupes turbo-alternateurs développant une puissance totale de 120 000 kVA, utilise une première fois les eaux du lac. Celles-ci sont ensuite arrêtées à 3,5 km de là par le petit barrage des Aït Ouarda qui les dérive dans une galerie de 10,5 km qui traverse le jbel Tazekount, anticlinal qui domine le bassin du Tadla. Les eaux arrivent alors dans

une cheminée d'équilibre qui régularise le fonctionnement hydraulique de tout l'ensemble. Elles sont enfin projetées par des conduites forcées vers l'usine d'Afourer située dans le Tadla. Celle-ci utilise deux turbo-alternateurs de 46 000 kVA chacun, fonctionnant sous une charge de 235 m, avec un débit de 24 m<sup>3</sup>/s. Les eaux d'Afourer débouchent ensuite dans un bassin de 25 000 m<sup>3</sup>, où s'alimentent les canaux d'irrigation du Tadla.

L'ouvrage de Bin el Ouidane est la pièce majeure de tout l'équipement du bassin. Il est capable de retenir la totalité du débit moyen de l'Oued el Abid pendant un an et demi. On attend de ce grand réservoir non seulement la possibilité de régulariser les débits mensuels, notamment d'augmenter ceux de la saison chaude, mais aussi la régularisation des débits annuels moyens, c'est-à-dire l'augmentation des débits naturels, en cas de pénurie grave dans le bassin. Cette régularisation est un facteur de bon fonctionnement dans la production hydro-électrique, les irrigations, les adductions d'eau.

#### La production d'électricité

L'Oum er Rebia est le principal fournisseur d'énergie électrique du Maroc. Les différentes centrales établies sur son cours donnèrent, en 1957, 880 millions de kWh sur un total de 1,2 milliards de kWh, soit les 73 % de l'énergie produite dans le royaume chérifien. Depuis cette date, la production a sensiblement diminué, car la demande a baissé, avec le ralentissement de l'activité industrielle qui a suivi l'accession du Maroc à l'indépendance politique. Le potentiel énergétique de la rivière n'est donc pas utilisé à plein. En 1957, la répartition entre les différentes centrales montrait la faible part de l'usine de Kasha Zidaniya (20 millions de kWh) dont la production doit d'ailleurs diminuer encore, le caractère subordonné des ouvrages établis sur le cours inférieur (310 millions de kWh), et enfin la part énorme des usines établies sur l'Oued el Abid : 540 millions de kWh. La principale centrale est celle d'Afourer (390 millions de kWh), suivie par celle d'Imfoute (170 millions de kWh), de Bin el Ouidane (160 millions de kWh), etc...

L'énergie produite est dirigée par des lignes de 150 kilovolts vers les différentes régions du Maroc. La plupart convergent vers Tit-Mellil au Sud de Casablanca, point où aboutit, pour le Maroc, la plus grande partie de l'énergie produite par les eaux de l'Oum er Rebia, à proximité du principal centre de consommation qui est Casablanca.

La vente de l'énergie assure la rentabilité des ouvrages établis dans le bassin avec le concours des grands travaux d'irrigation.



### Les irrigations

Les eaux turbinées sont utilisées, en partie du moins, pour l'irrigation d'immenses surfaces de steppes. Les principaux périmètres à irriguer se trouvent dans le Tadla et dans la plaine des Abda Doukkala.

Dans le Tadla, la plus ancienne région irriguée est la plaine des Beni Amir sur la rive droite de l'Oum er Rebia. L'eau nécessaire est prise dans le bassin d'accumulation de Kasba Zidaniya, sur la rive gauche, transportée sur la rive droite par un siphon creusé dans les argiles compactes, 26 m au-dessous du lit fluvial, puis distribuée par un canal principal bétonné de 42 km de longueur qui domine et limite la région à irriguer. Le débit du canal principal peut atteindre 12,5 m<sup>3</sup>/s. Sur ce canal se greffent des canaux secondaires qui suivent la ligne de plus grande pente. Les prises de ces canaux sont commandées soit par des vannes simples, soit par des régulateurs de débit à niveau amont constant. Enfin des canaux tertiaires tracés géométriquement desservent les réseaux de canaux quaternaires en terre qui irriguent les parcelles. Ces canaux en terre offrent nombre d'inconvénients. En particulier les pertes en eau sont considérables par le fait des infiltrations. Aussi les remplace-t-on progressivement par des canaux semi-circulaires en béton, commandés par un système de régulation automatique. La moitié de la surface irriguée est maintenant équipée par ce réseau perfectionné. Le seul grave mécompte est finalement la teneur élevée du chlorure de sodium dans ces eaux. Elle risque de transformer à la longue ces sols en solonetz et elle élimine les plantations d'agrumes. Pour atténuer cet inconvénient, on mélange actuellement les eaux de l'Oum er Rebia supérieure à celles de l'O. el Abid, moins minéralisées, dans le bassin d'accumulation de Kasba Zidaniya. Les eaux de la rivière des Esclaves sont transportées depuis le bassin d'Afourer jusqu'au bassin de Kasba Zidaniya par le canal D. On irrigue actuellement 25 000 ha et l'on prévoit l'irrigation totale de 38 000 ha dans l'avenir.

Le canal D concourt aussi à l'irrigation des Beni Moussa, plaine homologue de celle des Beni Amir, sur la rive gauche de l'Oum er Rebia, et divisée en 3 secteurs pour la distribution des eaux : le secteur oriental est alimenté par le canal D de 35 km de longueur qui permettra l'irrigation totale de 28 000 ha. Le secteur sud-occidental est desservi par le canal G, de 48 km de longueur. Il alimentera en eau 29 000 ha et son prolongement éventuel, au-delà de l'O. Tessaoute, autoriserait la mise en culture de 27 000 hectares de terres collectives au Nord d'El Kelaa

des Srharna. Enfin, le canal M, greffé sur le canal G à 8,5 km d'Afourer, doit dominer en définitive un périmètre de 29 000 ha. En 1957, on avait mis en eau 15 000 ha dans les Beni Moussa. Après une pause à l'époque de l'Indépendance, les travaux ont repris sur un rythme moins soutenu que par le passé.

L'irrigation dans les Abda Doukkala est encore moins avancée, car elle a été entreprise en dernier lieu. Il s'agit d'un plateau situé sur la rive gauche du fleuve en aval d'Imfoute. L'eau est puisée dans la retenue d'Imfoute puis conduite dans la région à irriguer par une galerie de 16,773 km de long et de 5,3 m de diamètre qui débouche à Boulaouane et qui peut écouler 48 m<sup>3</sup>/s dans un canal qui pourra irriguer 55 000 ha de terres. C'est la première étape d'un plan ambitieux : trois autres canaux, dont deux seront alimentés par pompage, doivent permettre avec celui de Boulaouane l'irrigation de 147 000 ha au total.

Finalement les eaux de l'Oum er Rebia pourraient irriguer 360 000 ha vers 1975. Nous sommes encore loin du compte, car les terres actuellement traitées ne représentent encore que 60 000 hectares environ. D'autre part, le rythme des travaux a, là aussi, fortement baissé. Interrompus à l'Indépendance, ils ont repris, mais au ralenti. Les gains annuels sont maintenant de 3 000 ha en moyenne, alors que l'on tablait sur 5 000 ou 10 000 ha dans les projets. Ce ralentissement est d'autant plus inquiétant que tous les ouvrages principaux sont réalisés, ainsi que la plupart des canaux primaires.

Ces travaux d'irrigation sont accompagnés par un remembrement foncier, particulièrement difficile dans les Abda Doukkala, plaine très peuplée par des agriculteurs sédentaires nombreux, et où la très petite exploitation et le morcellement parcellaire sont la règle. Les frais de mise en œuvre en sont notablement accrus. Dans le Tadla, steppe fréquentée par des bergers nomades ou demi-nomades, il a fallu fixer les populations et leur construire des maisons d'habitation et des bâtiments d'exploitation. L'implantation annuelle est de l'ordre de 500 à 1 000 familles. Un organisme spécial, l'Office des Beni Amir-Beni Moussa, coordonne l'activité des différents services techniques, aide matériellement les nouveaux fellahs, réalise les travaux secondaires d'irrigation, exploite et entretient les réseaux. Ensuite l'Office se charge du conditionnement des produits et contrôle la commercialisation de la récolte. Les ingénieurs et techniciens de cet organisme éduquent les fellahs et les conseillent. Toutes les terres conquises sont affectées à des familles marocaines. La colonisation de type européen n'est représentée que par quelques fermes témoins.

Avec le laisser-aller qui a précédé et suivi l'Indépendance, cette œuvre a failli être compromise. Heureusement cette période d'anarchie fut courte et l'ensemble de l'œuvre n'a pas été mis en péril.

### Les adductions d'eau

Les eaux de l'Oum er Rebia servent à fournir en eau potable les principaux centres du Tadla. Elles alimentent la ville portuaire d'El Jadida (Mazagan). C'est sur elles que l'on compte pour satisfaire les besoins de l'énorme agglomération de Casablanca dont l'accroissement est très rapide. L'eau prélevée dans la retenue de Si Saïd Maachou est d'abord épurée puis amenée jusqu'à la grande ville par 118 km de canalisation. Le débit actuel est de 1 m<sup>3</sup>/s. On envisage de le doubler.

Le rôle économique actuel de l'Oum er Rebia est déjà considérable. Si tous les projets établis étaient réalisés, cette modeste rivière dont le débit n'est que de 105 m<sup>3</sup>/s pourrait fournir environ 1 450 millions de kWh et irriguer 3 600 km<sup>2</sup>, la moitié d'un grand département français. La « Mère du printemps » apparaît donc comme le principal facteur de prospérité dans le Centre Sud marocain.