

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

4435

00

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294572



xx
697

23/5



G. 45
110.

III. 08 14
RÉGENCE DE TUNIS — PROTECTORAT FRANÇAIS

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE, DU COMMERCE
ET DE LA COLONISATION

LA QUESTION
DE
L'HYDRAULIQUE AGRICOLE
EN TUNISIE

(Compte-rendu du Congrès de l'Hydraulique Agricole du 27 mars 1913)



TUNIS
IMPRIMERIE CENTRALE (GEORGES GUINLE & C^{ie})

1913

~~48~~
170

xx
697



114435

Akc. Nr. 2394 / 80

LA QUESTION

DE

L'HYDRAULIQUE AGRICOLE EN TUNISIE

(Congrès de l'Hydraulique Agricole du 27 mars 1913)

A l'occasion du 42^e Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, l'Association Agricole avait organisé une réunion de sa Section d'Etudes consacrée aux questions d'hydraulique agricole.

Pour porter à la connaissance de tous les intéressés les communications présentées à cette réunion, l'Administration a décidé d'en publier le texte dans le *Bulletin de la Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation*.

On ne peut donner une meilleure préface à cette publication que la lettre suivante adressée par M. le Résident Général à M. de Warren, Président de l'Association Agricole :

Tunis, le 5 avril 1913.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Vous m'avez fait part de votre intention de consacrer une édition spéciale aux diverses communications relatives à l'hydraulique agricole, dont votre Société avait pris l'initiative de faire donner lecture à l'occasion du 42^e Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, qui vient de se tenir à Tunis.

Je vous en félicite très sincèrement et je ne doute pas que cette publication soit accueillie avec faveur par tous ceux qui s'intéressent à l'avenir agricole de la Tunisie. Vous avez su retenir au Palais des Sociétés Françaises, en vous adressant aux colons et aux fonctionnaires, les hommes les plus qualifiés, pour entretenir la Colonie d'un problème qui s'impose à l'attention à la fois des pouvoirs publics, des colons et des indigènes. Les expériences faites, tant en Algérie qu'en Tunisie, la législation de l'hydraulique, les conditions climatiques de la Régence, ont fait tour à tour l'objet d'exposés nourris d'une documentation personnelle et sûre. Les adeptes de l'hydraulique agricole, doctrinaires et artisans, y trouveront matière à réflexion et à enseignement. Puisse la lecture de ces notes, dont on peut dire que certaines ont été vécues, leur inspirer en même temps l'ardeur à persévérer dans leur œuvre et la prudence indispensable lorsqu'il s'agit d'entreprises délicates où le travail ne trouve pas toujours sa rémunération, où parfois même de l'excès du bien naît un mal.

Pour ceux qui, moins directement intéressés, ne sauraient cependant rester indifférents à tout ce qui touche au développement économique de la Tunisie, votre publication sera la preuve que ce difficile et vaste problème de l'hydraulique, qui se pose d'une façon si impérieuse pour les contrées aux pluies insuffisantes, n'a pas été méconnu dans ce pays, dont la France s'efforce, sous tant de formes diverses, de revivifier les forces productives.

Recevez, Monsieur le Président, les assurances de ma considération très distinguée.

(Signé) : ALAPETITE.

L'ARCHÉOLOGIE ET L'HYDRAULIQUE

en Tunisie

Lorsqu'il s'occupa de l'organisation de ce qu'il appelle si justement un petit congrès, le distingué Président de l'Association Agricole a bien voulu faire appel au concours de l'Institut de Carthage en rappelant que cette Société s'occupait depuis longtemps de la question de l'hydraulique agricole.

On peut dire, en effet, que c'est depuis sa fondation qu'elle s'est intéressée à cette dernière (1). Aussi a-t-elle tenu à se faire représenter ici par deux de ses membres : M. Ginestous, et son Président. C'est à ce titre que je vais exposer brièvement quels enseignements généraux on peut tirer des innombrables restes de travaux d'art qui couvrent le sol de la Tunisie.

L'étude du passé, aussi bien je crois que celle du présent, permet de discerner quelques-unes des grandes règles qui doivent présider à la construction de ces ouvrages.

Celle qu'ont suivie les populations les plus primitives, c'est la nécessité de s'installer là où jaillissent les sources. C'est dans ces conditions

(1) Voici la bibliographie des articles relatifs à cette question et qui ont paru dans la *Revue Tunisienne*, organe de l'Institut de Carthage :

- 1895, p. 13. — Direction des Travaux publics : *Les puits artésiens de la Régence* ;
p. 201. — Dr L. Carton : *Oasis disparues* ;
1896, p. 87. — Dr L. Carton : *Note sur la diminution des pluies en Afrique* ;
p. 281. — Dr L. Carton : *Etude sur les travaux hydrauliques des Romains* ;
1904, p. 298. — Nicolas (Louis) : *Réservoirs d'eau naturels* ;
1905, p. 265. — Dr L. Carton : *Tunis sans eau ; leçons perdues ou comment on savait éviter la soif dans l'antique Carthage* ;
1906, p. 554. — Barrion : *Contribution à l'étude de la question forestière en Tunisie* ;
p. 572. — Dr L. Carton : *Le reboisement de la Tunisie* ;
p. 195. — Ginestous : *Barrages hydrauliques* ;
1907, p. 33. — Ginestous : *La montagne boisée* ;
1909, p. 116. — Bignens : *Utilisation de l'eau de la Medjerdah au moyen d'un barrage* ;
1911, p. 471. — Barrion : *L'hydraulique agricole en Tunisie* ;
1912, p. 79. — Dumont : *Barrages contre le ruissellement* ;
p. 101. — Bignens : *Utilisation des eaux de la Medjerdah* ;
p. 107. — Minier : *Utilisation des eaux du lac Sedjoui comme réservoir des eaux de la Medjerdah* ;
p. 111. — Hégly : *Quelques réflexions sur les communications précédentes* ;
p. 112. — Coignet : *Projet de barrage-réservoir de l'oued El-Hamam-Zriba* ;
p. 221. — Dr L. Carton : *L'hydraulique dans l'antiquité en Barbarie* ;
p. 319. — Ginestous : *Sur le problème de l'hydraulique en Tunisie*.

que furent créées beaucoup d'humbles bourgades qui, plus tard, devaient devenir de puissantes cités : *Siccā Veneria*, Le Kef, *Thukka*, Dougga, *Bulla-Regia*, par exemple.

La seconde règle fut d'amener l'eau en des points où, une agglomération humaine s'étant formée pour une cause quelconque, celle-ci n'en avait pas sur place. Elle est l'origine de tous ces magnifiques aqueducs qui ornent nos campagnes (Carthage, Chemtou, etc.).

En troisième lieu, lorsque par suite de l'accroissement de la population ou de ses exigences on eut besoin d'une plus grande quantité d'eau et que les sources primitives devinrent insuffisantes en été, on s'aperçut de l'inégale répartition des chutes pluviales, et on établit des régulateurs qui, sous forme de réservoirs, gardèrent l'eau tombée en hiver pour la fournir en été.

Mais de tels ouvrages étaient encore trop restreints en bien des cas pour jouer le rôle efficace de régulateur. L'eau tombe parfois si rapidement qu'il est impossible de l'empêcher, à l'aide de ces moyens, de se précipiter vers le bas-fonds. D'autre part, on a souvent intérêt à la recueillir et à la maintenir aussi haut que possible, en des points élevés du pays, parce que quand elle se trouve à un niveau trop bas, il est de grandes surfaces où on ne pourra la répandre au moment opportun.

L'homme serait impuissant à lutter contre de telles conditions par ses propres ressources et il a fait appel, dans ce cas, à la nature elle-même pour en dompter les éléments. Pour arrêter l'eau sur les hauteurs il a ajouté, à l'action des forêts, celle d'innombrables barrages échelonnés du haut en bas des ravins. Le liquide qu'il n'a pu fixer ainsi, il le conduit sur de grandes surfaces d'absorption qui le transmettaient au plus vaste, au plus salubre, au moins coûteux de tous les réservoirs : à la nappe souterraine. Et, dans ce réservoir, il a repris l'eau suivant ses besoins, soit à ses émissaires naturels, les sources, soit à l'aide de puits.

Ces règles, les anciens les ont suivies sans en avoir formulé les principes, ce qui n'est pas indispensable ; ils faisaient peut-être de l'hydraulique sans le savoir.

Telles seraient les divisions d'après lesquelles une étude d'ensemble et théorique de l'hydraulique pourrait être entreprise.

Mais je ne veux point perdre de vue qu'il s'agit ici d'une étude toute d'application et désireux surtout de présenter le côté pratique, je diviserai simplement cette communication en deux grands chapitres : *l'hydraulique urbaine et l'hydraulique rurale*, la première devant être traitée devant vous seulement dans la mesure où elle est nécessaire à la compréhension de la seconde.

I. — HYDRAULIQUE URBAINE

α) **Hydraulique urbaine privée.**— Les habitations des villes et les monuments pouvaient recevoir l'eau des aqueducs et des citernes publiques, mais ils étaient alimentés, surtout, par l'eau tombée sur les surfaces qu'ils offraient à la chute de la pluie : cours et terrasses ou toits. C'est un moyen encore courant dans les villes arabes. Je ne m'en occupe que pour faire, à son sujet, une remarque qui n'est pas sans intérêt à notre point de vue. Toutes les habitations, tous les monuments publics, à de rares exceptions près, possédaient des citernes. On sait que, cependant, les anciens captaient, par de grands travaux, des sources lointaines pour leurs villes. En multipliant ainsi les moyens d'approvisionnement, ils avaient grandement raison, dans un pays où les sources baissent considérablement en été.

On ne le sait que trop à Tunis qui reçoit les eaux de Zaghouan, lesquelles, la comparaison est piquante, suffisaient amplement à la ville autrement populeuse qu'était Carthage et dont pourtant les habitants usaient bien plus largement que nous des bains. L'année où une pénurie d'eau considérable frappa Tunis, en 1905, j'ai évalué à 2.250.000 mètres cubes d'eau les provisions de liquide que pouvaient recevoir, à elles seules, les citernes privées de la Carthage romaine, volume d'eau autrement considérable que celui collecté par les vastes groupes de ses citernes publiques et qui ne sont, du reste, qu'un très faible appoint auprès des 32 millions de litres d'eau que l'aqueduc fournissait journellement à la grande cité (1).

Or, si nous avons pour Tunis un réservoir public, il est, je crois, de capacité moins considérable que les anciennes citernes de Carthage, et cependant nos habitations françaises ont cette infériorité sur celles de Carthage de manquer toutes de citernes privées.

J'entends bien que les terrasses y sont employées à des usages qui souillent l'eau de pluie tombée sur elles. Mais en adoptant certaines dispositions on éviterait facilement cet inconvénient. On a soutenu encore que la construction de citernes mettrait l'eau qu'elles recueilleraient à un prix plus élevé que celle de Zaghouan. A quel prix, dans certaines circonstances, n'achèterait-on pas l'eau ? Et puis, si les particuliers doivent tenir compte de cette question parce qu'on ne peut leur demander de prévoir certains événements, c'est à l'Etat, aux municipalités, qu'il appartient de voir plus loin et d'imposer, au besoin,

(1) Phil. Caillat : *Revue archéologique*, XXVI, 1873, p. 292.

certaines obligations, ou d'encourager, par des primes, certains travaux.

En outre, il n'y a pas à Tunis que des maisons de rapport. La banlieue s'étend et se couvre de charmantes villas ; aucune n'a de citernes. Cependant, l'eau de pluie recueillie dans celles-ci serait autrement agréable, fraîche et saine, que celle d'adduction, malgré certain préjugé régnant à son sujet. Moi-même, il y a quelques années, en arrivant à Sousse avec la prévention que les hygiénistes ont en France contre les citernes, j'étais très contrarié à l'idée que je n'aurais à consommer que de l'eau en provenant. Je revins rapidement, à l'usage, sur cette impression. Est-il nécessaire de dire, du reste, que de l'eau tombée sur des terrasses, c'est-à-dire sur des surfaces dont l'état de propreté dépend de nous, offre plus de garantie que celle amenée de très loin par des conduites souterraines et qu'il faut parfois désinfecter à l'aide de produits chimiques ? Ai-je besoin de citer à ce propos les suspicions qui se sont élevées, à tort ou à raison, contre l'eau d'adduction de Tunis ?

J'ai dit que les anciens avaient aussi, tout comme nous, une distribution d'eau à domicile, alimentant les fontaines et les citernes privées. A Carthage il existait une disposition de ce genre ; à Bulla-Regia, à la colonie Thuburnica, j'ai découvert un grand nombre de tuyaux en plomb qui rayonnaient vers les différents points de ces villes.

b) Hydraulique urbaine publique. — Tout le monde a vu, en Tunisie, les admirables restes des grands travaux par lesquels les villes d'Afrique allaient, souvent très loin, chercher l'eau nécessaire à leur consommation. Les débris des aqueducs de Carthage, d'Utique, d'Oudna, de Dougga, de Chemtou, de Maktar, de Cherichera, pour n'en nommer que quelques-uns, ajoutent par leur présence à la beauté de notre campagne africaine. Il serait intéressant de décrire les dispositifs souvent ingénieux et assez variés que présentent ces travaux hydrauliques. Mais le cadre de cette communication ne le permet pas. Je me bornerai à signaler la supériorité que présentent ces conduites, lorsqu'elles sont aériennes, sur celles des tuyaux souterrains par lesquels nous les avons remplacées, mettant ainsi l'eau à l'abri de toute souillure. Je sais bien que les anciens n'élevaient de telles constructions que quand les reliefs ne leur permettaient pas de faire autrement. Mais je me demande s'il n'y aurait pas intérêt, quand on le peut, à se servir des tronçons encore utilisables des anciens aqueducs pour y mettre les tuyaux.

On sait aussi que les anciens édictaient des règlements très sévères, interdisant l'accès d'une large bande, le long de leurs aqueducs, quand

ils étaient souterrains. Une des conduites d'aménée de Lyon était protégée de cette manière par une loi dont on a trouvé la reproduction gravée sur la pierre. Il est à souhaiter que, sous ce rapport, nous imitions les anciens.

Mais ce qu'il est intéressant de signaler à propos des travaux d'alimentation en eau des villes, c'est que tous offraient, à leur origine, sur leur trajet ou à leur aboutissant, de très grands réservoirs que l'on remplissait d'eau pendant l'hiver, et dont le contenu, en été, fournissait un précieux appoint.

Dans la haute plaine de la Medjerdah, les villes de Thilari, Bulla-Regia, Simittu, celles d'une ville située près de l'Oued-Meliz et Thuburnic, offrent toutes de magnifiques citernes.

Il est regrettable de constater qu'à côté de ces ruines, les centres de Souk-el-Khémis, Souk-el-Arba et Ghardimaou, qui ont des adductions d'eau, ne possèdent aucun réservoir. Il en résulte que, très souvent, dans ces centres, on se plaint que des travaux d'adduction souvent très importants sont insuffisants, par ce qu'ils ne donnent pas assez d'eau en été.

Le fait est d'autant moins admissible que les sources qui les alimentent offrent toutes, dans un voisinage plus ou moins immédiat, de magnifiques réservoirs, comme les citernes de Bulla-Regia par exemple, qu'il serait très facile de restaurer.

Si on avait imité les anciens, on n'aurait pas eu à formuler de telles plaintes. Cette pratique offre encore un autre inconvénient considérable : c'est qu'elle entraîne un énorme gaspillage du liquide, tout l'excédent fourni par les eaux hivernales étant perdu. Dans ces conditions on ne trouve pas suffisantes des sources qui, captées suivant les règles, le seraient, et on réclame la captation d'autres plus éloignées ce qui entraîne de nouvelles constructions très coûteuses. En outre, on prive ainsi, et ce côté de la question intéresse l'hydraulique agricole, tout à fait inutilement, les riverains de ces sources d'une eau qui leur permettrait des cultures irriguées.

On voit, qu'en somme, l'action de l'hydraulique est exclusivement régulatrice, en recueillant l'excédent d'eau tombée à un certain moment pour l'employer ensuite, en la prenant aux endroits où elle arrive, soit en excès, soit sans utilité, pour la porter là où elle peut être employée.

II. — HYDRAULIQUE RURALE

Ce qui fait la grande différence entre l'hydraulique urbaine et l'hydraulique rurale, ou plutôt la branche la plus importante de cette dernière, qui est l'hydraulique agricole, c'est que la seconde nécessite des

quantités d'eau bien plus considérables que la première, et qu'elle doit la répandre sur d'énormes surfaces. C'est ainsi que souvent, ne disposant pas de réservoirs suffisants pour emmagasiner un tel volume de liquide, elle le répartit directement sur les points où elle vient l'utiliser. Ce n'est, au reste, comme on le verra, qu'une autre manière de l'emmagasiner.

c) **Hydraulique rurale privée.** — La question se ramène, en grande partie, comme pour l'hydraulique urbaine privée, à l'emploi de citernes ou à la captation de sources plus éloignées. L'invention des *aermotors* et l'utilisation de l'eau de puits sembleraient ici rendre moins importante que pour les maisons de la ville la question des citernes. Il n'en est rien. Les anciens employaient couramment les puits et s'ils ne connaissaient pas l'*aermotor*, ils avaient de multiples moyens d'élever l'eau, dont les mosaïques nous fournissent des exemples d'un grand intérêt, ce qui ne les empêchait pas de construire des réservoirs sous toutes leurs habitations, estimant, je le répète, que, dans ce pays, on ne saurait avoir une trop grande réserve de liquide.

On sait, en outre, que les puits offrent des dangers de contamination autrement considérables que les citernes, par suite des souillures du sol, si fréquentes dans les fermes, et il en est, du reste, peu dont on puisse assurer que durant une année de grande sécheresse, ils pourront suffire à l'alimentation des animaux et du personnel. En outre, beaucoup, même dans les régions du Nord, n'ont que de l'eau saumâtre.

Et la facilité qu'offre l'emploi de ces réservoirs de placer la ferme à l'endroit qui convient le mieux à l'exploitation, sans tenir compte de l'altitude et de la présence de sources, de puits ou de rivières ne constitue-t-elle pas aussi, à elle seule, un avantage précieux ?

Dans les régions de l'extrême Sud, le peu d'abondance des pluies a amené les anciens à développer ce procédé de collectionnement. Très souvent, en dehors des terrasses de la demeure, on avait ménagé, à proximité de celle-ci, un vaste espace cimenté servant d'impluvium pour augmenter la surface desservant le réservoir. Nos officiers, qui ont retrouvé plusieurs de ces ouvrages anciens, n'ont eu qu'à les réparer pour les utiliser.

On peut considérer aussi, comme relevant de l'hydraulique privée, tous ces petits barrages en terre, en pierres sèches ou en maçonnerie, dont les anciens avaient couvert le pays. C'était là l'œuvre de particuliers et dont ceux-ci profitèrent immédiatement et directement. Mais leur action contribuait en outre à celle d'ouvrages d'ensemble considérables dont il va être question et dont le résultat était d'atténuer

le plus possible la violence du ruissellement, en augmentant la quantité de liquide qui pénétrait jusqu'aux sources.

J'ai eu l'occasion d'étudier en détail, et pas à pas, une région de la Tunisie où l'agriculture fut des plus prospères dans l'antiquité. Ce sont les environs de Dougga, où les empereurs romains possédaient de vastes domaines dont on a retrouvé les noms et dans lesquels, par de sages règlements, ils avaient favorisé l'extension de la culture des céréales, des arbres fruitiers, la plantation et le greffage des oliviers. Dans ce pays, il n'y a pas une source qui n'ait été captée, un ravin qui n'ait porté plusieurs barrages. La quantité de travaux de tous genres que j'y ai relevés est extraordinaire et leur seule énumération tiendrait plusieurs pages de cette étude (1).

Les anciens utilisaient les sources et les cours d'eau pour l'irrigation de leurs jardins. On en trouve un peu partout des exemples qui, par la variété de leurs dispositifs, témoignent de l'ingéniosité de leurs constructions (2). Beaucoup de ces petits travaux ne demanderaient que quelques réparations pour être utilisés de nouveau.

L'utilité des citernes est si évidente, et par elle-même, et par le grand nombre de celles qu'une pratique de plusieurs siècles avait amené les anciens à construire, qu'il ne peut y avoir de doute à ce sujet ; la plupart des colons seront amenés peu à peu, et par la force des choses, à imiter les colons romains en construisant des citernes ; plusieurs d'entre eux ont, du reste, déjà commencé.

d) Hydraulique rurale collective ou hydraulique agricole. — Cette classe de travaux demande une énorme quantité d'eau. Dans un pays où les pluies sont rares, elle n'a d'autre limite que celle de la surface même, puisque toute celle-ci pourrait, à un moment donné, être utilement irriguée. Ce qui la caractérise c'est l'adaptation des moyens employés par la nature même pour aider à une œuvre qui, sans cela, serait au-dessus des forces de l'homme, le but à atteindre étant de retenir la plus grande quantité de cette eau de ruissellement qui se précipite, vers les canaux naturels d'écoulement et les bas-fonds.

Si l'aménagement du pays avait été complet, la première règle à suivre serait d'arrêter ces eaux à la plus grande hauteur possible, pour les laisser descendre peu à peu, à mesure des besoins et aux endroits propices. Dans l'état de choses actuel, on s'est borné le plus souvent à

(1) V. D^r L. Carton : Mémoires de la Société des Sciences de Lille, 1895. *Découvertes épigraphiques faites en Tunisie.*

(2) V. D^r L. Carton : *Bulletin archéologique du Comité*, 1891, n^o 207. *Essai de topographie archéologique sur la région de Souk-el-Arba.*

prendre l'eau en un point d'où on pouvait, avec le moindre effort, la conduire aux surfaces cultivées. J'ai montré comment l'initiative privée pouvait néanmoins, par la constitution de barrages sur les montagnes, contribuer à l'œuvre générale. Les collectivités usaient dans l'antiquité de mêmes moyens. Dans l'extrême Sud on rencontre d'innombrables murs en pierres sèches, supportant des terrasses, derrière lesquels la terre, en s'accumulant, a formé des surfaces de culture d'une merveilleuse fertilité. Beaucoup, la majeure partie d'entre eux, sont ruinés; un certain nombre ont été entretenus par les successeurs des antiques Africains qui, sous l'impulsion française, en restaurent de plus en plus. On sait les beaux travaux de ce genre qui existent dans les régions de Kebilli et de Matmata. J'ai vu près de Metameur, dans une plaine d'une extrême aridité, une dépression très légère où la terre, retenue par un barrage très ancien renfermait une dizaine d'énormes oliviers, montrant à quelle haute antiquité devait remonter ce modeste travail.

Dans le Nord de la Tunisie, j'en ai rencontré un peu partout. En certains endroits, dans la région de Souk-el-Arba, et dans celle de Dougga, on voit en hiver de petits lacs qui sont en quelque sorte suspendus aux flancs des côteaux par d'antiques barrages. On conçoit les heureux effets que les innombrables travaux de ce genre, élevés bien avant les Romains par les antiques cultivateurs, ont dû avoir sur le régime de ces eaux de ruissellement.

Un autre moyen de lutte contre la violence de ces dernières, c'est le reboisement et le gazonnement.

Je ne pense pas que les anciens les aient employés méthodiquement, et de parti pris, comme nous le faisons ou plutôt comme nous devrions le faire (1). Mais leurs procédés de culture les ont amenés à faire du reboisement. On sait qu'ils ont couvert tout le pays de magnifiques plantations d'oliviers, ce qui est une excellente façon de reboiser. Il y avait des lois qui poussaient le cultivateur à planter des arbres fruitiers. L'une d'elles, dont j'ai retrouvé le texte il y a plusieurs années, édictée par l'empereur Hadrien, donnait la possession des parties

(1) V. D^r L. Carton : *Bulletin de l'Académie d'Hippone*, 1895 : *Climatologie et agriculture de l'Afrique ancienne*. — *Annales de la Société géologique du Nord*, 1896 : *Variations du régime des eaux dans l'Afrique du Nord*. — Congrès international de géographie, Bruxelles 1897 : *La Restauration de l'Afrique du Nord*. — Comptes rendus du congrès international des Sciences géographiques de 1889, Paris : *De l'utilité des études archéologiques au point de vue de la colonisation dans l'Afrique du Nord*.

incultes du Domaine impérial à ceux qui y planteraient des arbres fruitiers ou des oliviers (1).

Enfin, le labour est un autre moyen de fixer l'eau sur les hauteurs quoiqu'il s'applique surtout aux parties basses et aux plaines.

A ce titre il me sert de transition pour passer à des ouvrages d'eau d'un autre genre. Je n'ai pas à exposer, devant une réunion formée en grande partie de colons africains, avec quelle efficacité le labour retient l'eau et la fait pénétrer dans le sol. La mise en pratique du *dry farming*, qui est à l'ordre du jour des travaux de l'*Association agricole*, montre que l'on connaît toute l'importance de ce procédé.

Si les anciens ignoraient le nom du *dry farming*, on a beaucoup de raisons pour croire qu'ils en connaissaient les méthodes. Telle est du moins l'opinion d'un archéologue, M. Grelle, qui s'est beaucoup occupé des questions de climatologie et d'hydraulique anciennes (2). On a découvert dans la région de Souk-el-Khemis une inscription reproduisant une adresse des colons à l'empereur, et réclamant parce que les intendants du domaine impérial, dans lequel ils vivaient, leur imposaient trop de corvées pour les façons à donner à la terre. Il est intéressant d'avoir retrouvé ce document dans cette région de la Tunisie qui, pour les procédés de culture, est à l'avant-garde des autres.

Si le labour ne servait qu'à imbiber d'eau, pour la rendre plus tard aux céréales, le sol où on la recueille, ce mode relèverait de l'hydraulique rurale privée. Mais on doit admettre que très souvent, et du moins dans le Nord de l'Afrique, où les pluies sont abondantes, une partie de cette eau descend jusqu'à la nappe aquifère pour, à une distance plus ou moins grande, alimenter les sources et les puits.

Ce qui caractérise avant tout l'hydraulique agricole des anciens, c'est la manière dont ils maîtrisaient les eaux de ruissellement, en allant les chercher sur les déclivités pour les conduire dans les champs de la plaine. Tous les travaux d'envergure qu'ils nous ont laissés appartiennent à cette catégorie,

Il ne semble pas qu'ils aient édifié de ces immenses barrages-réservoirs que les modernes emploient et dont on a créé quelques-uns en Algérie. Presque toujours, on peut même dire constamment, leurs barrages avaient pour but la dérivation des cours d'eau et non le collectionnement sur place.

(1) V. D^r L. Carton : *Revue archéologique*, 1893, XVI, p. 21 : *La lex Hadriana et son commentaire par le procurator Patroclus*. — Comptes rendus des séances de la Société de géographie de Paris, 1893 : *La colonisation chez les Romains*.

(2) Grelle : *Le Climat de l'Afrique du Nord dans l'antiquité*, page 68, et *l'Histoire de l'Afrique du Nord*, *Revue politique et littéraire*, 21 et 28 décembre 1913, page 33.

Je m'arrêterai à une comparaison pour faire saisir l'économie de la méthode qu'ils appliquaient. Beaucoup d'entre vous savent ce que les Arabes des régions du centre appellent des *meskas*. Ce sont de grandes surfaces situées à la limite des olivettes et dans lesquelles on ne fait aucune plantation, aucune culture ; elles servent seulement à recevoir l'eau de pluie qui est dirigée dans les cuvettes placées au pied des oliviers voisins, en sorte que la quantité d'eau reçue par ces arbres est double, triple et même encore plus élevée que celle qui est tombée dans l'olivette (1). Pour l'antique colon, toute l'Afrique n'était en quelque sorte qu'une succession de *meskas* et de terres de culture. La Tunisie offre, on le sait, une heureuse alternance de massifs montagneux et de cuvettes. Les premiers où l'eau ne peut être employée aux cultures, facilement ou totalement, représentent la *meska* et la cuvette aux terres fertiles la surface à arroser.

On conçoit l'utilité d'une telle méthode dans une contrée où le grand défaut du régime des pluies est moins la rareté de celles-ci que la rapidité de leur chute et de leur ruissellement. Aussi peut-on dire que la population agricole, très dense, qui occupa l'Afrique à l'époque romaine l'avait complètement aménagée pour les utiliser, et on peut se représenter l'ensemble du pays comme une série de bombements non labourés, sur les déclivités desquels des barrages et des canaux de dérivation ralentissaient la précipitation des pluies pour en conduire l'eau, par des rigoles souvent très longues, dans les plaines situées à leur pied.

On rencontre partout, en Tunisie, les restes de travaux de ce genre et on peut être certain qu'ils contribuaient considérablement non seulement à la prospérité du pays, mais aussi à lui éviter des catastrophes. La preuve en est que, depuis leur abandon, il a été sillonné par de nombreux ravins qui, comme je l'ai observé dans la région de Dougga, n'étaient ni aussi étendus, ni aussi profonds que de nos jours (2).

L'abandon de ces ouvrages a été cause de la recrudescence de violentes inondations qui ravagent périodiquement le pays. On verra tout à l'heure qu'un des plus remarquables ensembles de travaux de ce genre que l'on connaisse se trouvait dans le domaine de l'Enfida, desservant la vaste plaine que traverse le chemin de fer de Tunis à Sousse. Le ruissellement des eaux venues du massif montagneux qui s'étend à l'Ouest et qui se précipitent vers la mer sans rencontrer d'obstacles, acquiert, à certains moments, une extrême violence, emportant tout sur son passage. Pendant de longues années, après la

(1) V. Dr L. Carton : *Monographie du Centre tunisien*. Sousse, 1906. *La Richesse de la Byzacène*.

(2) V. Dr L. Carton : *Découvertes...*, p. 51

construction du chemin de fer, la voie ferrée fut détruite régulièrement durant la saison des pluies (1).

Les travaux exécutés par les anciens avaient dû certainement contribuer à amortir l'intensité de tels phénomènes.

Dans un pays où la climatologie et la pluviométrie accusent des différences énormes suivant les régions, les moyens employés par les anciens pour utiliser l'eau de ruissellement devaient forcément sinon différer considérablement, du moins présenter des variantes importantes.

Dans les régions sahariennes, où les pluies, extrêmement rares, surviennent avec une brusquerie extrême (2), l'eau se précipite vers les torrents et les bas-fonds avec une violence inouïe, ce qui tient non seulement à l'abondance du liquide tombé, et à la brusquerie de sa chute, mais encore à ce que le sol très desséché n'en absorbe, au début, absolument rien. Cette rapidité d'écoulement est telle que, même avec des terres labourées, on ne pouvait, le plus souvent, se borner à déverser l'eau dans des surfaces qu'elle aurait ravinées sans les imbibes. Il fallait donc la contraindre à y séjourner et non pas à arroser, mais à submerger le sol. Ce n'est que dans les parties éloignées de la montagne et très planes qu'on pouvait se contenter de la simple irrigation.

J'ai souvent cité un magnifique exemple de travail hydraulique de ce genre qui existait à Mètameur. Je n'en reprendrai pas ici la description complète, mais je ne puis résister au désir de m'étendre sur quelques détails techniques qui montreront quelle était l'ingéniosité et la science de ceux qui l'ont élevé (3).

L'oued Hallouf est le canal de déversement d'un grand massif montagneux, formant une immense *meska* dont les eaux se précipitent, lors des pluies, à travers la plaine en passant au pied du djebel Tadjera. En ce point il y a un seuil où les bords du torrent sont assez encaissés. Les eaux ainsi resserrées ne pouvant, en cas d'obstacle, sortir de leur

(1) A l'époque romaine on avait dû prévoir l'afflux d'eau considérable que devaient causer certaines pluies. C'est ce qu'indique très nettement le beau pont en ruine, appelé le *Knatir*, bâti sur un petit ravin où il n'y a d'habitude que quelques mares; il avait une grande longueur et se composait de nombreuses arches élevées au-dessus d'une large mais peu profonde dépression du sol.

Tout cet ensemble ne devait servir que très rarement au passage de trombes d'eau pendant quelques jours de l'année et peut-être pas tous les ans. Voir *Bulletin de la Société archéologique de Sousse*, 1904, p. 104, fig. 1 et 2, et 1903, p. 110.

(2) J'ai pu un jour, dans la région de Médenine, précéder, au galop, pendant près d'une demi-heure, une trombe d'eau qui, derrière moi, recouvrait le sol d'une épaisse couche liquide.

(3) V. D^r L. Carton : *Bulletin archéologique*, 1888, p. 4 et 8, *Essai sur les travaux hydrauliques des Romains dans la Régence de Tunis*.

lit, un barrage placé au devant d'elles eut été emporté. Les antiqués ingénieurs ont placé le leur à un coude assez brusque de la rivière ; en sorte qu'au lieu d'être perpendiculaire à la direction du cours d'eau, il est dans le prolongement de la rive droite. Au sortir du torrent, le fond du canal de dérivation offre une pente plus atténuée que ne l'était celle de l'oued, et les eaux arrivent, ainsi ralenties, dans un vallon entouré de collines formant une espèce de cirque où leur violence achève de s'amortir considérablement. Il y avait là, à l'époque des pluies, un petit lac fermé en aval du vallon, par un ouvrage des plus remarquables qui était disposé de manière à permettre à l'eau de retourner directement et rapidement vers l'oued.

Voici comment il était disposé. La partie où il s'élevait, située sur le côté aval du bassin, formait un seuil d'une quarantaine de mètres de largeur limité de chaque côté par un mamelon. Ce seuil très large et par lequel toute l'eau qu'amenait le canal de dérivation aurait pu s'échapper facilement, était barré par une série de voûtes accolées dont l'axe était parallèle à celui du seuil. A la partie amont ces voûtes formaient donc comme un front de portes que l'on pouvait fermer à l'aide de vannes. Leur longueur, qui est de vingt mètres, montre à quelle énorme poussée elles étaient appelées à résister.

On voit quelle sécurité une telle disposition assurait à l'ensemble. Lors des crues violentes, et quand le bassin régulateur paraissait se remplir très rapidement, on ouvrait ou on entr'ouvrait, suivant le cas, une ou plusieurs des vannes. Si le péril devenait plus grand, on les ouvrait toutes, enfin si, par extraordinaire ou par suite d'un phénomène naturel imprévu : trombe, éboulement barrant l'oued, etc., le niveau de l'eau venait encore à monter, celle-ci pouvait passer par-dessus les voûtes sans endommager ce remarquable travail et en tout cas sans l'emporter. La présence de ces conduites voûtées et des vannes qui les fermaient devait en outre permettre de faire des chasses de manière à tenir constante la profondeur du bassin que des apports d'alluvion tendaient à remplir. On voit encore en ce point, les restes d'une maisonnette où logeaient les gardiens de cet ouvrage.

Une sécurité complète était donc acquise ainsi à la partie de l'ensemble qui se trouvait au-dessous du bassin. Celle-ci comprenait deux systèmes de distribution composés d'un canal et d'une série de surfaces à submerger. Les deux canaux partaient du bassin. L'un d'eux donnait dans une petite plaine, un peu plus élevée que celle où l'autre aboutissait et qui est très bien fermée par une enceinte de collines et de mame-lons. On pouvait, au besoin, y diriger les eaux pas trop sauvages avec l'espoir de voir celles-ci y perdre leur violence sans commettre de

dégâts. C'était donc encore une sûreté de plus pour l'ensemble. L'autre plaine longeait l'oued Hallouf et elle offrait une pente beaucoup plus prononcée en sorte que si les eaux y étaient arrivées avec une grande rapidité elles eussent raviné les champs et traversé ceux-ci sans s'y arrêter ou se seraient encore précipitées vers l'oued.

Il a donc fallu complètement transformer cette surface et l'ingéniosité déployée ici par les antiques cultivateurs est réellement admirable.

La surface de cette grande plaine avait été divisée en terrasses horizontales successives, de plus en plus basses, qui étaient séparées les unes des autres par des levées de terres et des murs. Ces derniers encadraient des vanes à l'aide desquelles on pouvait à volonté laisser passer l'eau d'un étage dans l'autre. Chacun de ceux-ci étant longé par l'oued, présentait, de ce côté, un mur pourvu de vanes qui permettait, en cas d'irruption trop violente, de laisser échapper l'eau vers le torrent.

Un fait très remarquable c'est que le talus qui entourait cette plaine avait près de deux mètres de hauteur. Comme il en est de même des vanes placées dans sa continuité, il faut admettre que l'on ne se bornait pas seulement à diriger l'eau à la surface de ces champs, mais qu'on maintenait, au-dessus d'elle, une couche plus ou moins forte de liquide, c'est-à-dire qu'on les submergeait.

Dans quel but avait-on adopté cette disposition remarquable ? Il est probable que c'était pour permettre au sol d'absorber le plus d'eau possible, et à l'eau d'y pénétrer profondément. Cela n'implique-t-il pas l'idée qu'il y aurait eu ici, des cultures d'arbres ? Je laisse à de plus compétents le soin de trancher la question. Mais cette disposition a eu un autre résultat, que ne recherchaient pas sans doute nos ingénieurs, et dont ils ont profité pourtant.

L'excédent de l'eau qui avait ainsi pénétré dans le sol devait y descendre jusqu'à la première couche imperméable et y former une abondante nappe aquifère. Or, la création de cet établissement si remarquable est due certainement à la présence d'une ville prospère : *Augarmi*, Augarmi, dont les ruines s'élèvent sur un mamelon qui domine la plaine. Et on peut faire, à ce propos, une observation des plus curieuses pour ne pas dire extraordinaire, c'est que, dans ce climat saharien, dans cette région où il n'y a pas de sources, on ne trouve ici que très peu de citernes privées, et pas de citernes publiques, et en tous cas par de travaux d'adduction de source. En revanche, les puits y étaient nombreux. Et je me demande si, en présence de ces constatations on ne peut admettre que les habitants d'*Augarmi* ne se sont si bien passés de réservoirs artificiels que parce qu'ils avaient

dans les nappes aquifères souterraines, alimentées comme il a été dit, un réservoir autrement vaste, autrement à l'abri des souillures, autrement frais que tous ceux qu'ils auraient pu construire.

Les travaux hydrauliques qui se rapprochent plus ou moins de celui de l'oued Hallouf se rencontrent fréquemment dans l'extrême Sud de l'Afrique du Nord, aussi bien en Tunisie qu'en Algérie. Je suis heureux de rendre hommage, à propos de ceux qui existent dans ce dernier pays, à l'auteur qui, le premier, s'est rendu compte de l'importance pratique qu'avaient les travaux hydrauliques anciens. Je veux parler de M. le Commandant Payen qui, dès 1863, publia une étude remarquable sur ceux dont on voit les vestiges dans la plaine du Hodna. Il était arrivé à une conclusion que je ne saurais trop rappeler aux colons ici présents : les travaux hydrauliques des anciens, relevés par lui à la surface du Hodna, permettaient d'irriguer plus de 100.000 hectares.

J'ai moi-même découvert et étudié sommairement, à 100 kilomètres au Sud de Tébessa, dans la région du djebel Onk, un vaste ensemble de canaux venant de ce massif montagneux qui formait la *meska* de la grande plaine le séparant de Négrine (1). Ils prenaient les eaux sur les déclivités et les distribuaient sur un sol divisé en nombreux champs de peu d'étendue, entourés de murs en pierres sèches dont on reconnaît encore la direction. La division du terrain montre à elle seule quelle était la fertilité de ces plaines maintenant si arides (2).

Aux environs de Biskra, dans la région de l'oued Ittel, on a reconnu aussi l'existence d'un grand système d'irrigation.

On verra plus loin que l'on trouve, dans les régions du Centre, des ouvrages à peu près semblables à ceux dont il vient d'être question. Mais avant de quitter le Sud, je dois parler d'un autre côté de l'hydraulique ancienne relatif à cette région. Ce sont les oasis. Ces admirables surfaces de culture sont alimentées par des sources abondantes qui, la plupart, offrent les caractères de l'eau fournie par des puits artésiens. S'agit-il là, toujours, d'un phénomène naturel? C'est possible pour une partie d'entre eux. Mais il est probable, ainsi que certaines observations me poussent à l'admettre, que les anciens ont du créer plusieurs d'entre elles (3). Comme Duveyrier l'a remarqué, les Garamantes étaient

(1) V. D^r L. Carton: *Recueil de not. et mem. de la Socoarchen de Constantine*, 1909, p. 103. *Travaux antiques d'irrigation et de culture dans la région du djebel Onk*.

(2) On sait que le djebel Onk renferme des gisements considérables de phosphates de chaux et les eaux devaient répandre l'élément fécondant dans la plaine.

(3) V. D^r L. Carton: *Annales de la Société de Géologie du Nord*, 1886, T. X. O., Lettre de Méta-meur.

d'habiles foreurs et les habitants de certaines oasis savent encore parfaitement creuser des puits artésiens.

L'archéologie n'a du reste rien à enseigner, à ce point de vue, aux modernes, dont l'excellent outillage a permis de transformer en admirables jardins des parties du désert jadis complètement arides. Mais cette science peut cependant donner d'utiles indications sur les points où il y eut autrefois des plantations, des cultures, des villages, et où il serait peut-être facile de reconstituer des oasis.

Tout d'abord, les études archéologiques ont montré que la plupart des oasis avaient considérablement diminué d'étendue par suite de l'abandon ou du mauvais état des travaux hydrauliques. C'est ainsi que le capitaine Monlezun (1) a montré que la rive gauche de l'oued Gabès, actuellement aride, offrait un vaste système de canaux d'irrigation indiquant que l'oasis formait autrefois comme un immense croissant encadrant la plaine où s'élève le camp et dont la majeure partie était recouverte par la mer.

J'ai montré aussi comment, dans l'espace aride qui s'étend entre Gafsa et Tozeur, s'élevaient des plantations entourant des villes et des villages, absolument comme actuellement dans les oasis voisines (2).

Une des raisons qui occasionnent le gaspillage de l'eau dans les oasis est la mauvaise distribution de celle-ci et l'insuffisance de la réglementation. Dans l'antiquité, celle-ci avait été soigneusement établie, et on a retrouvé dans certaines localités, notamment dans l'antique Lamasba, des inscriptions indiquant les tours d'eau de chacun des propriétaires. Je dois reconnaître du reste, que la manière dont ceux-ci sont encore établis maintenant dans les oasis est très remarquable dans ses grandes lignes, Ce n'est du reste qu'une survivance des antiques règlements. Il semble même que l'emploi de la marmite trouée servant de mesure fonctionne absolument de nos jours comme autrefois ; son nom lui-même, *caddous*, semblant n'être autre que celui du récipient romain du nom de *cadus*.

Dans les régions centrales de notre pays, les travaux hydrauliques, quoiqu'assez semblables à ceux qui ont été décrits, en diffèrent par certains côtés importants. Ici les précipitations atmosphériques sont déjà moins rares et on n'avait pas besoin d'employer des moyens semblables à ceux qui ont été rencontrés sur les bords de l'oued Hallouf.

Les plus justement célèbres des ouvrages que l'on rencontre dans ces régions sont ceux de l'Enfida, dont l'oued Boul est un des mieux

(1) V. Monlezun : *Bulletin archéologique*, 885, p. 26, *Les ruines de Tacape*, avec plan.

(2) Voir : *Oasis disparues*, loc. cit.

conservés. Je n'en entreprendrai pas ici la description (1), me bornant à rappeler que les eaux tombées sur le massif montagneux qui s'élève à l'Ouest de la plaine, recueillies par des canaux qui allaient les chercher assez avant dans les déclivités étaient dirigées par des pentes atténuées qui en diminuaient la vitesse, dans les parties basses à irriguer. On ne trouve plus dans celles-ci les talus et les murs élevés pourvus de hautes vannes destinées à retenir une grande masse d'eau. Néanmoins on appliquait encore ici le même principe, dans une certaine mesure : toutes les dépressions, même légères, de la plaine, par où l'eau aurait pu s'échapper, ce qui l'eût empêché de recouvrir uniformément le sol et aurait produit des ravinelements, étaient coupées par des talus ou des murs pourvus de petites vannes. J'ai retrouvé un de ces petits ouvrages, en bon état de conservation, dans une plaine située entre Bou-Ficha et Bir-bou-Rekba (2).

Je dois faire à propos de ces travaux une observation importante : c'est que les ouvrages maçonnés, restes d'antiques travaux hydrauliques, que nous rencontrons ne nous donnent qu'une faible idée de tous ceux qui ont existé autrefois.

En effet, il est certain que les Romains, quand ils sont arrivés en ce pays, ont trouvé l'œuvre de régularisation des eaux sauvages très avancée. Dans beaucoup de régions, ils se sont bornés à régulariser et consolider les travaux antiques, remplaçant les ouvrages en terre par des constructions maçonnées. Mais ce qui, chez eux, fut une mesure générale en ce qui concerne l'hydraulique urbaine et l'hydraulique rurale privée, demeura l'exception, ce qui se comprend, pour l'hydraulique agricole. D'abord parce que, dans les cas précédents, il s'agissait d'eau de boisson pour la protection de laquelle on ne saurait jamais prendre trop de précautions. Ensuite parce que les travaux dont il est question ici sont beaucoup trop considérables pour que, sans nécessité absolue, on les ait faits en maçonnerie. Les populations agricoles qui s'en servaient n'avaient du reste, pas les moyens de le faire. Enfin

(1) Voir de la Blanchère : *Nouvelles archives des missions scientifiques*, VII. *L'aménagement de l'eau et l'installation rurale dans l'Afrique ancienne*.

On trouvera dans l'enquête sur les installations hydrauliques des Romains en Tunisie, Direction des Antiquités et Beaux-Arts, une liste assez complète de travaux maçonnés, appartenant à cette catégorie, mais je dois rappeler à ce sujet que beaucoup de ces ouvrages étaient en terre et ont dû par suite ne pas être vus ou signalés.

(2) Voir Dr L. Carton : *Bulletin de la Société archéologique de Sousse*, 1909, n° 92, fig. 1, 2 et 3. L'imprimeur a séparé les fig. 1 et 3 qui doivent n'en former qu'une, la troisième étant à la droite de la première, l'ensemble devant indiquer la situation des barrages par rapport au puits.

parce qu'en raison de la violence même des eaux et des déplacements fréquents de leurs déversoirs on avait intérêt à faire des ouvrages qui pussent être reconstruits à bon compte et changés de place.

J'ai dit qu'on retrouve beaucoup de restes de ces antiques travaux, maçonnés ou non. Les plus connus sont ceux de Kasserine, de Sbeïtla, de la Kessera. Mais il s'agit là de constructions mortes en quelque sorte, puisqu'elles ne sont plus utilisées.

A côté d'eux, il en existe d'autres qui ont été soigneusement entretenus jusqu'à nos jours et dont les indigènes se servent pour arroser leurs champs par des moyens et par des règlements tellement ingénieux ou prévoyants qu'on est autorisé à penser qu'ils remontent à une haute antiquité. En les rapprochant de l'étude des restes des travaux antiques on peut avoir une idée très exacte, à mon sens, de ce que fut toute l'hydraulique agricole de l'antiquité (1).

Nous savons du reste, à n'en pas douter, par des textes très précis que les anciens employaient les mêmes procédés que les modernes (2).

Et ceci vous montre, une fois de plus, combien est erronée l'opinion qui attribue aux Romains la création de tous ces ouvrages. Ceux-ci n'ont fait, en général, que donner les qualités de régularité, de solidité, qui caractérisent leur architecture, aux travaux que les Berbères avaient élevés bien avant leur arrivée dans le pays (3).

Dès que, par suite du manque d'entretien, ces ouvrages dits impérissables ont cessé de pouvoir être employés, les Africains sont revenus à leur mode de construction qui, s'il est éphémère, donne rapidement et sans grand effort le résultat recherché. Ailleurs et en beaucoup d'endroits, les Romains n'ont même pas transformé ces travaux, que

(1) Des études très complètes des travaux par lesquels les indigènes modernes dérivent l'eau vers leurs cultures, notamment pour l'oued Merguellil et l'oued Zeroud, constituent de véritables reconstitutions et les scènes que l'on voit sur les bords de ces rivières, à certaines époques de l'année, doivent être tout à fait semblables à celles qui s'y sont déroulées il y a plusieurs milliers d'années. On peut en voir de curieuses photographies dans le travail de M. Penet : *Les syndicats d'inondation de la plaine de Kairouan*, in *Bulletin de la Direction de l'Agriculture de Tunis*, 1908. Voir aussi, à ce sujet, Penet : *Les irrigations dans la plaine de Gamouda*, ibid., 1910. Monchicourt et Penet, ibid., 1911, p. 510, *Règlements d'irrigation dans le Haut-Tell*.

(2) Corippus : *In laudem Justinii*, IV, 215. « Dès que les nuages s'accroissent, que le tonnerre gronde, le cultivateur cure, nivelle les canaux par où il doit diriger l'eau vers les cultures, ou apporte des tas de sable pour former des barrages, on trace des rigoles ».

(3) Contrairement à l'opinion généralement répandue, les Romains trouvèrent ce pays à leur arrivée dans un merveilleux état de prospérité agricole, et c'est peu de temps après leur occupation que les symptômes de décadence agricole commencèrent à apparaître. Voir D. L. Carton : *Congrès de l'Afrique du Nord*, Paris 1908. *Organisation de la propriété foncière dans l'Afrique romaine et la Tunisie*.

depuis des siècles, avant, pendant et après la domination de l'Italie, les indigènes ont maintenu dans leur forme antique.

Et si j'insiste ici sur la part qui doit revenir aux seuls Africains dans l'œuvre déjà considérable, quoiqu'on en dise, que nous avons trouvée chez eux, c'est à cause de l'impression très encourageante que cette constatation doit nous causer. Si l'indigène est incapable d'élever des travaux considérables et maçonnés, il est très capable d'en comprendre le but, l'économie et la technique. Combien de fois ne l'ai-je pas constaté au domaine de Thuburnic, en les voyant, pour l'irrigation des jardins, et avec les moyens les plus simples, sans niveau, sans jalons, sans aucun instrument, élever des barrages aux bons endroits, conduire leurs *seguias* par une pente régulière et rationnelle, construire de primitifs bassins en argile gardant parfaitement l'eau qu'on y accumulait. De tout ceci, nous pouvons conclure que l'indigène est capable de devenir notre collaborateur dans la restauration de l'hydraulique agricole du pays.

Dans le Nord de la Tunisie la question de l'hydraulique ne se pose plus comme précédemment. La plupart des rivières et des sources y ont de l'eau, sinon en été du moins jusqu'à une période assez avancée de la saison pour permettre d'irriguer les cultures jusqu'à leur maturité. En outre les pluies y sont le plus souvent suffisantes pour assurer une moisson plus ou moins abondante, et l'indolence des indigènes préfère s'exposer aux risques de manquer une récolte qu'à entretenir des travaux qui ne lui seraient indispensables qu'à des périodes assez espacées. L'irrigation par l'eau de ruissellement est donc ici, le plus souvent, un précieux appoint, très rarement une nécessité.

Il est certain d'autre part qu'on aurait un sérieux intérêt, surtout avec la culture intensive, à tirer un meilleur parti des eaux de ruissellement. En effet, le plus souvent, durant les mauvaises années, ce n'est pas pour avoir été privées d'eau en hiver, que les récoltes ne viennent pas en ce pays, mais parce que les pluies qui, en automne permettent les labours et les semailles précoces ont été insuffisantes ou parce qu'au printemps la pluie, souvent unique, qui aurait suffi à conduire le grain à maturité n'est pas tombée en assez grande abondance. Il suffirait donc de multiplier la quantité d'eau reçue à cette époque en conduisant dans les champs le liquide qui s'écoule vers la mer par les torrents pour assurer la récolte. C'est ce que les anciens faisaient (1).

(1) L'utilisation des premières pluies tombées à la surface du sol devrait être faite à un autre point de vue. L'eau de ruissellement charrie, au début, une grande quantité de matières organiques, de débris d'excréments des troupeaux. C'est donc un précieux agent de fertilisation qu'on ne devrait pas perdre dans un pays où le fumier est chose rare.

Mais les travaux de beaucoup les plus nombreux dont ils ont laissé des vestiges, dans ces régions, étaient surtout des ouvrages de captation et d'adduction établis sur de véritables cours d'eau pour les utiliser de la même manière qu'on le fait dans les pays du Sud de l'Europe. Comme c'est un mode connu, je ne m'y appesantirai pas, me bornant à citer parmi les ouvrages les plus importants, le barrage puissant qui détournait les eaux de la Siliana à hauteur de Coreva (1) et surtout l'admirable pont-barrage de Chemtou, avec ses magnifiques arches monumentales et un système assez compliqué de vannes qui a été étudié par M. Saladin.

Je dois en rapprocher le beau barrage moderne de Tebourba, élevé aussi sur la Medjerdah et dont l'existence montre que les Africains de notre époque apprécient tout l'intérêt qu'offrent des travaux de ce genre et savent les utiliser.

L'enseignement principal à tirer, au point de vue pratique, de l'exposé qui précède, est que les Romains n'ont pas, de toutes pièces et comme nous nous apprêtons, semble-t-il, à le faire, organisé un service de l'hydraulique en ce pays. Ils ont trouvé celle-ci en plein fonctionnement et pourvue de la plupart des ouvrages d'eau nécessaires à la culture. Depuis des siècles, les Africains étaient arrivés, par de nombreux tâtonnements, à établir ces travaux dans les conditions les plus favorables.

Très sagement, les Romains se sont bornés à leur donner, quand cela leur a paru nécessaire, plus de régularité, plus de solidité en même temps que la correction et la majesté qui caractérisent leur architecture.

Après eux, beaucoup de ces travaux ont été abandonnés, et il en est un assez grand nombre dont, probablement, il n'existe pas traces. Mais on retrouve les vestiges de beaucoup d'entre eux. Dans l'ouvrage de restauration que nous allons entreprendre nous aurons souvent intérêt à les étudier de près et à nous en inspirer, car ils recèlent, on peut le dire, les fruits de l'expérience acquise au cours de plusieurs siècles par les anciens Libyens. Cette expérience, les Romains l'ont mise à contribution en se bornant à suivre les enseignements qu'elle leur donnait. Nous aurions, je crois, tout intérêt à les imiter et nous éviterions ainsi des tâtonnements qui ont marqué en Tunisie bien de nos travaux publics. Ces tâtonnements étaient du reste inévitables, je m'empresse de le reconnaître, quand il s'agissait d'ouvrages pour les-

(1) Actuellement l'henchir Dermoulya. Voir Dr L. Carton: *Découvertes, loc cit.*, page 8.

quels, comme pour nos voies ferrées, nous ne pouvions prendre exemple sur les anciens.

Il y a lieu de remarquer aussi que beaucoup de ces travaux relèvent bien plus de l'initiative privée, ou de celle d'une collectivité restreinte, que de l'action de l'Etat. Très souvent le propriétaire peut être un collaborateur très utile de l'œuvre générale en barrant, chez lui, tous les ravins, en boisant les parties montagneuses de son domaine, de même qu'il y participe déjà, et d'une manière très active, par les labours profonds et les façons multiples du *dry farming*. Ailleurs ce sont des propriétaires de surfaces desservies par un même cours d'eau, par une surface de réception qui se déverse sur l'ensemble de leurs cultures, qui auront à s'entendre pour l'œuvre commune.

Et ici, se pose une autre question. On a très justement dit que ce qui mettrait l'entrave la plus grande au développement des travaux en ce pays c'était le caractère draconien de la législation. Rien de semblable n'existait dans l'antiquité et il est certain que Rome a laissé, en Afrique, les colons et les indigènes s'entendre, je dirai même se débrouiller au mieux de leurs intérêts, se bornant à trancher les litiges en prenant pour base les traditions et les usages. Ceux-ci, du reste, très anciens et consacrés par plusieurs siècles de pratique, devaient être nettement établis.

En terminant, et quoique je ne doive m'occuper ici que du passé de l'hydraulique agricole, je dois signaler une question qui me paraît mériter toute l'attention de nos collègues. Il ne suffit pas seulement de retenir, pour les utiliser, les eaux de ruissellement, ou de diriger dans les champs le liquide d'irrigation dont on dispose. Il faut encore savoir quelles sont les cultures qui, rendues possibles par leur emploi, récompenseront le mieux le colon de ses efforts. Il semble que l'on n'ait pas encore fixé de règles à ce sujet. Il en est de même en Algérie, si j'en crois ce que M. Gounot a écrit dernièrement à ce sujet.

En ce qui me concerne, je dois avouer que je suis très embarrassé pour employer utilement une eau dont je me suis procuré la précaire jouissance d'une manière plutôt coûteuse. J'avais pensé en faire du fourrage vert, et voici que l'ensilage remplace avantageusement celui-ci, donnant à la plante mise ainsi en réserve des qualités nutritives que l'autre n'aurait pas. Le meilleur emploi que j'aie pu faire de cette eau, en dehors d'un peu de culture de légumes et d'arbres fruitiers qui ne sauraient être d'un grand rapport dans nos régions, c'est encore d'irriguer les céréales et voici aussi que le *dry farming* est en train de faire disparaître l'avantage que je pensais avoir de ce côté.

Il serait donc, semble-t-il, nécessaire de faire des recherches métho-

diques pour préciser quelles sont les cultures qui bénéficieront le plus de l'hydraulique.

Pour en revenir au côté archéologique de cette question, vous voyez, Messieurs, que si, dans l'antiquité, l'empirisme et une pratique séculaire paraissent avoir résolu de manière suffisante le problème qui se pose devant vous, il n'en est pas de même aujourd'hui. L'étude demande à être reprise et nécessitera le concours de beaucoup de compétences. Un journal de Tunis racontait dernièrement que l'éminent Directeur général des Travaux publics de la Tunisie aurait dit que la question de l'hydraulique n'existait pas en Tunisie. Au risque de vous paraître paradoxal, je dois avouer que cette réflexion, si elle a été faite, ne m'étonne pas trop et que ce haut fonctionnaire aurait peut-être raison en ce qui concerne son service. Les ingénieurs ont, à mon avis, beaucoup moins à faire ici que d'autres pour solutionner les problèmes que soulève cette question. Certes, leur concours sera précieux, il est même indispensable pour l'exécution des travaux qui seront décidés, mais ils n'auront guère qu'à appliquer là leurs connaissances générales en matière d'hydraulique.

Vous avez vu, du reste, que ceux auxquels il appartient dès maintenant de commencer le mouvement ce sont d'abord nos législateurs : sans un bon règlement qui favorise les initiatives au lieu de les entraver, aucun travail hydraulique ne pourra être entrepris. De même sans savoir de quelle manière devra être utilisée toute l'eau mise à la disposition de la culture, le résultat du grand effort que l'on se propose de faire serait en partie perdu.

La législation, les méthodes culturales sont donc des questions primordiales pour nous et qui étaient secondaires pour les anciens. L'utilité réelle que peut avoir l'étude des nombreux ouvrages hydrauliques dont ils ont couvert le pays consiste dans la reprise et la restauration de ceux dont nous retrouvons les vestiges. Il est certain que pour arriver à donner à ceux-ci la disposition la plus favorable, la résistance qui leur a permis d'exister jusqu'à notre époque, ils ont dû passer par les essais, les tâtonnements, les déboires que nous connaissons. En étudiant et en reprenant leur œuvre, nous bénéficierons de leur expérience.

La constatation de la prospérité atteinte par ce pays à l'époque romaine et dont l'hydraulique agricole a été un des principaux facteurs, doit être pour nous un précieux encouragement.

Le colon français, aidé par le cultivateur indigène, se montrera le

digne successeur de l'antique agriculteur ; il le dépassera certainement, car il dispose de moyens autrement puissants que ceux dont se servait ce dernier.

Comme en l'espèce je suis orfèvre, puisque colon moi-même, je n'insisterai pas sur ce sujet. Mais puisque j'ai pris la parole devant vous pour vous indiquer comment nous pouvons tirer parti des leçons fournies par le passé, permettez-moi, Messieurs, de vous montrer quels espoirs l'archéologie nous autorise à nourrir, quelle magnifique perspective se prépare, en ce pays, l'activité si éclairée de nos colons.

Voici ce que disait dernièrement, dans une conférence au Musée Guimet un des savants de la Métropole qui connaissent le mieux les antiquités et le passé de ce pays : M. René Cagnat (1).

« Rome avait donc mis plus de deux siècles à se décider (c'est-à-dire à prendre la domination directe de l'Afrique).

« Telle n'a point été notre méthode ; nous avons brûlé les étapes, nous avons franchi en moins de quatre-vingts ans le chemin que Rome avait mis trois fois autant de temps à parcourir, et cela, malgré nos divisions intérieures, malgré les jalousies de l'étranger, à cause peut-être de ces jalousies mêmes et pour les mettre en présence de faits accomplis...

« Notre œuvre est actuellement comparable à celle des Romains, aussi riche en brillants faits d'armes, aussi féconde en résultats et pour la prospérité du pays et pour la cause de la civilisation. A nous de faire en sorte que, dans l'avenir, les caprices de la politique et le mépris de l'intérêt général en faveur des intérêts particuliers ne viennent pas compromettre des résultats si honorables. »

Je suis heureux de terminer sur cet hommage rendu et à nos soldats et aux colons, les deux principaux facteurs de la prépondérance française en ce pays et du développement de la civilisation à laquelle nous voulons élever les indigènes.

D^r L. CARTON.

Correspondant de l'Institut.

(1) *Comment les Romains se rendirent maîtres de toute l'Afrique du Nord*, p. 47.

LE BARRAGE-RÉSERVOIR DE HAMMAM-ZRIBA

près ZAGHOUAN (Tunisie)

MONSIEUR LE MINISTRE,
MESSIEURS,

Ceux d'entre vous qui habitent notre capitale ou qui s'intéressent aux choses de la Tunisie, ne sont sans doute pas sans avoir entendu parler du projet de *Hammam-Zriba*, il a fait l'objet d'une discussion approfondie à la Conférence Consultative, lors de sa dernière session. et a été voté à l'unanimité des membres présents, au cours de la séance plénière du 26 novembre dernier.

Notre Assemblée consultative, en effet, a bien voulu reconnaître le parti qu'on pouvait tirer du *barrage* de *Zriba*, et s'est parfaitement rendu compte qu'il résoudrait enfin le problème si inquiétant de l'alimentation de Tunis en eau potable.

Je crois devoir vous signaler les principaux passages du rapport présenté par la Commission des Travaux publics à la Conférence Consultative (1) :

« Il est de toute évidence que l'alimentation en eau de la ville de Tunis n'est pas en rapport avec l'importance de cette ville et de sa banlieue. Les pouvoirs publics se sont depuis déjà longtemps émus de cette situation qui pouvait devenir sérieuse, dangereuse même, à certaines époques de l'année et pendant les années de sécheresse toujours à craindre dans ce pays.

« De plus la ville de Tunis ne cesse de s'accroître de jour en jour, et la situation devient de plus en plus inquiétante.

« Aussi, la population tout entière ne cesse-t-elle de réclamer, avec énergie, que l'alimentation en eau soit considérablement augmentée.

« C'est dans ces conditions que divers projets ont été établis dans le but justement de parer à ce manque d'eau qui pouvait d'un jour à l'autre dégénérer en une pénurie contraire au premier chef aux intérêts économiques de Tunis et de sa banlieue, nuisible et dangereuse pour la santé et l'hygiène de sa population.

« Nous avons aujourd'hui simplement mission de rapporter le projet Coignet.

« *Nous devons, tout d'abord, rendre ici un hommage mérité à son*

(1) Extrait du *Journal Officiel Tunisien*, n° 403^{bis}, du 6 décembre 1912.

auteur qui nous a présenté un travail remarquablement établi, absolument complet jusque dans ses moindres détails qui sont minutieusement étudiés.

« Le projet Coignet a pour économie principale les grandes lignes suivantes :

« L'établissement d'un barrage de 35 mètres de hauteur, construit à l'origine amont des gorges de Hammam-Zriba, à 9 kilomètres environ au Sud Est de Zaghouan, permettrait de créer un réservoir d'environ 100 hectares alimenté par un impluvium de 6.000 hectares et pouvant contenir 11 millions de mètres cubes d'eau.

« Du barrage, les eaux seraient conduites par un aqueduc de 18 kilomètres de développement jusqu'à l'aqueduc de Moghrane qui sert à l'alimentation de Tunis.

« Telles sont, brièvement rappelées, les lignes fondamentales du projet de M. Coignet. »

Voulez-vous me permettre maintenant, Messieurs, de vous dire deux mots sur les barrages-réservoirs.

Depuis la plus haute antiquité, la conquête de l'eau a été l'objet des efforts incessants de l'humanité.

C'est autour des sources ou le long des ruisseaux que se formèrent les premières agglomérations ; celles-ci se multipliant peu à peu dans une même contrée et devenant plus importantes, la première source utilisée ne fut plus suffisante, et l'on songea à utiliser les sources voisines ; de là l'origine des adductions d'eau. Plus tard, le débit des sources n'a plus suffi à l'alimentation des bourgs, devenus quelquefois d'importantes cités ; il fallut constituer des réserves pendant la saison favorable ; ainsi furent créées les premières citernes. Plus tard enfin, à mesure que les besoins agricoles et aussi industriels exigèrent l'emploi d'une plus grande quantité d'eau, *on a eu l'idée de retenir, au moyen d'un digue quelconque, dans une dépression favorable du sol, les énormes masses liquides que roulent les rivières pendant les saisons pluvieuses, et qui vont inutilement se perdre à la mer : telle a été l'origine des premiers barrages-réservoirs.*

Ces ouvrages sont en nombre si considérable aujourd'hui dans toutes les parties du monde, qu'il est impossible de les citer tous.

Dans le seul arrondissement de Saint-Etienne (Loire), on en compte jusqu'à sept, desservant les centres peuplés de cette région. Beaucoup de touristes connaissent le magnifique site de Roche-Taillée, près de Saint-Etienne, où se trouve le plus important de ces ouvrages, dénommé

le barrage du *Gouffre-d'Enfer*, dont le double but est de fournir une partie de l'eau nécessaire à cette ville industrielle et de la protéger contre les inondations dont elle avait autrefois à souffrir périodiquement : *Tel est, en effet, le rôle doublement bienfaisant de tous les barrages-réservoirs : absorber les crues, pour en distribuer ensuite le produit aux pays qu'elles auraient ravagés.*

Une nouvelle et fort intéressante utilisation des barrages-réservoirs vient d'être faite en Amérique ; c'est grâce à une digue formidable à écluses (celle de Gatun sur le Chagres), créant un lac artificiel de plus de 15.000 hectares, que les navires pourront bientôt franchir l'isthme de Panama.

L'utilité des barrages-réservoirs n'étant plus à démontrer aujourd'hui, il semble que l'on devrait en doter toutes les régions où l'eau abondante fait défaut, celles surtout dont le climat est caractérisé, comme celui de la Tunisie, par de longues périodes de sécheresse alternant avec des époques de pluies torrentielles ; mais la solution du problème est plus complexe qu'elle ne le paraît de prime abord, de nombreuses conditions s'imposant à l'édification de pareils ouvrages.

Nous les avons décrites dans notre brochure du 16 février 1912, il serait trop long, Messieurs, de les développer toutes devant vous, aussi vous entretiendrai-je seulement de celles ayant trait à la pluviométrie et au ruissellement du bassin versant de l'oued El-Hammam.

Je vous parlerai ensuite, tout particulièrement, de l'étanchéité des barrages-réservoirs, car cette question nous a semblé être mal connue en Tunisie, et cela n'a rien de surprenant, quand on pense que le premier barrage-réservoir est encore à construire dans la Régence.

PLUVIOMÉTRIE

Les nombreuses études que nous avons entreprises depuis bientôt quatre ans, nous ont permis de constater combien étaient incomplètes les observations faites jusqu'alors sur la pluviométrie, très particulière, il est vrai, du djebel Zaghouan.

En effet, que possédait-on pour fournir des indications sur cette pluviométrie ?

Une station météorologique au poste optique fonctionnait irrégulièrement, mais son altitude trop élevée (près de 1000 mètres), ne lui permet pas de recevoir les mêmes chutes d'eau que celles qui intéressent l'ensemble de la montagne.

A Zaghouan (ville) existait bien une autre station météorologique, située trop bas, celle-là ; elle a aussi mal fonctionné, jusqu'en 1909, que

celle du poste optique; M. de Fages le reconnaît lui-même, dans une de ses notes: « Malheureusement les observations pluviométriques faites à Zaghouan n'ont pas été régulièrement poursuivies, et les données font défaut ».

Aussi avons-nous été forcé d'établir, nous-même et à nos frais, une petite station météorologique à l'emplacement même du barrage projeté, et d'y installer un observateur dont le seul travail a consisté, presque uniquement, à enregistrer les chutes de pluie et aussi les hauteurs d'eau aux échelles de jauge de l'oued Hammam, pour permettre de comparer le débit de cet oued avec les quantités d'eau que reçoit son bassin versant.

Dès le début de nos observations, et même bien avant, lorsque des recherches minières nous appelaient à Zriba, nous avons remarqué que l'oued Hammam, cet oued presque toujours à sec, roulait parfois des volumes d'eau considérables; un fait nous avait surtout frappé, le débit de cette rivière, de ce torrent devrions-nous dire, nous avait paru quelque fois beaucoup supérieur à celui qu'aurait dû occasionner une pluie peu importante que nous avons vu tomber à Hammam-Zriba.

Nous en déduisions naturellement que le bassin versant de l'oued Hammam devrait être alimenté par des chutes d'eau plus considérables que celles que nous étions à même de constater à Hammam-Zriba, et cela, surtout à cause du voisinage de la montagne de Zaghouan.

Nous lisons en effet, dans l'intéressant ouvrage de M. Ginestous, *Les Pluies en Tunisie* :

« Les chaînes de montagnes, les obstacles placés en travers d'un courant d'air chargé d'humidité sont de véritables condensateurs naturels qui expriment mécaniquement la vapeur d'eau contenue dans cet air ».

Cette théorie s'applique parfaitement au massif du Zaghouan (dont le côté Est constitue, comme on le sait, la plus grande partie de notre impluvium), nos observations l'ont démontré surabondamment, et quelques auteurs l'ont constaté bien avant nous, notamment M. Loth, qui, dans un passage de son livre, sur *L'Enfida et Sidi-Tabet*, nous dit :

« Quant aux grands courants aériens, ils ne parviennent à l'Enfida qu'après avoir achevé de répandre sur les pentes du Zaghouan, leurs réserves liquides. »

L'arabe El Bekri, il y a bien quelques siècles, écrivait :

« Il arrive souvent que les flancs du Zaghouan sont inondés par des averses, alors qu'il ne pleut pas sur son sommet,..... ni dans la plaine. »

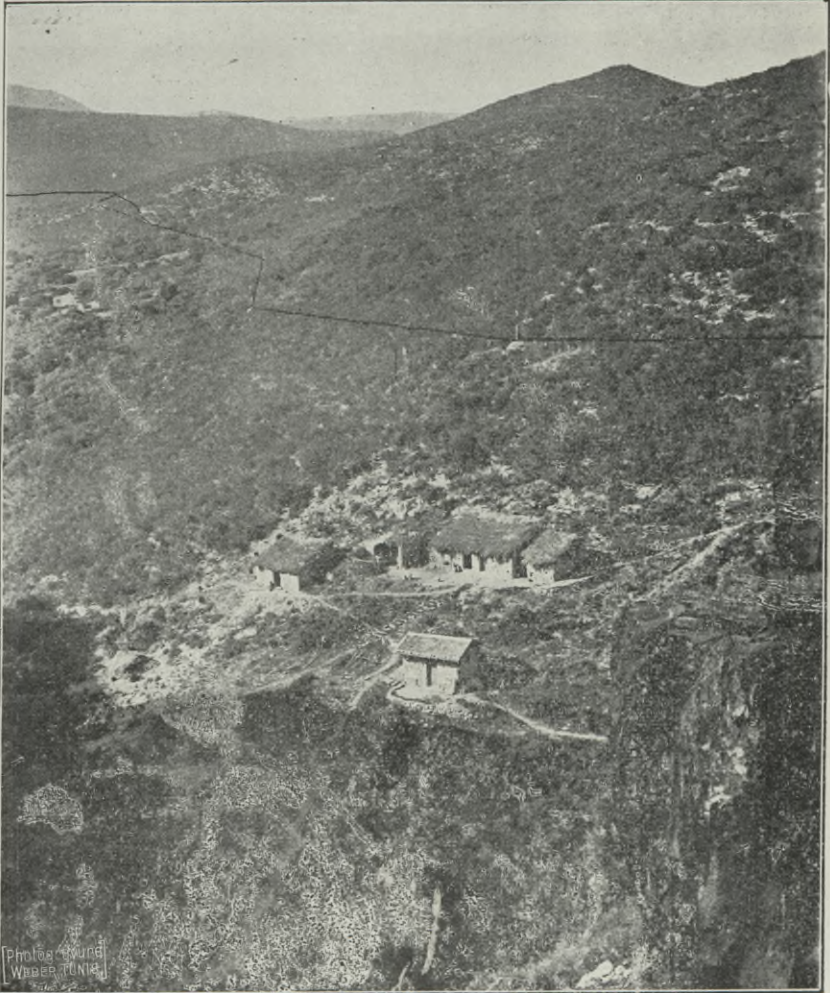
DÉPRESSION DE 95 HECTARES



Cote 205

← Direction de l'oued El-Hammam ; au fond le djebel Zriba

OU CUVETTE DU FUTUR RÉSERVOIR



Cote 205

La station météorologique et le poste d'observations de Hammam-Zriba
en face de l'entrée des gorges

Nous lisons également dans l'ouvrage : *Enquête sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie*, p. 123 :

« Le djebel Zaghouan, cette barrière continue, arrête les vents bienfaisants du Nord et de l'Ouest, les nuages saturés d'humidité qui viennent se heurter à ses pentes septentrionales y précipitent leur trop-plein et une fois délestés poursuivent leur route au dessus de l'Enfida.... »

« Les orages du Sud-Est prennent l'écran montagneux à revers, par sa face concave, ils entassent les nuées au fond du cirque formé par la chaîne zeugitane, elles s'y accumulent comme dans un entonnoir, s'entrechoquent en déchargeant leur électricité et se condensent tout d'un coup. »

Nous faisons remarquer que le cirque dont il est question et dans lequel les nuages se condensent, est tout simplement, ainsi que vous pouvez vous en rendre compte sur les cartes au 50.000^e et au 200.000^e le bassin versant de notre futur réservoir.

Ceci dit pour détruire une légende, celle qui veut que le côté Ouest du Zaghouan reçoive une quantité d'eau bien plus grande que le côté Est.

Je ne sais ce qui a donné naissance à cette légende; en tout cas, nous sommes aujourd'hui à même de bien prouver qu'elle est fautive, en vous montrant les nombreux tableaux, graphiques, cartes pluviométriques, etc., que nous avons établis pour tout ce qui a trait à la pluviométrie de la région de Zaghouan.

J'appelle, Messieurs, tout particulièrement votre attention sur les cartes de 1907 à 1912, vous remarquerez combien leurs courbes se rapprochent de celles des cartes établies pour le département des Bouches-du-Rhône, surtout dans la région qui va de Marseille à la montagne de la Sainte-Beaume, et qui présente une grande analogie, au point de vue orographique, avec celle qui nous intéresse, et qui va de la mer au djebel Zaghouan. Tous cela nous démontre une fois de plus que la théorie exposée dans le livre de M. Ginestous est bien exacte : « *Les montagnes sont les véritables condensateurs de l'air chargé d'humidité.* »

Je m'empresse, Messieurs, de vous faire remarquer que tous les chiffres qui nous ont servi à établir les documents que nous avons l'honneur de mettre sous vos yeux, sont officiels (à part bien entendu nos observations personnelles relatives à Hammam-Zriba); ils nous ont tous été communiqués par le Service Météorologique de la Régence.

Grâce aux renseignements que nous avons puisés à ce Service, nous avons pu, en y joignant nos propres observations, établir d'une façon

absolue que l'importance des chutes d'eau sur l'impluvium de l'oued Hammam était au moins le double de celle qui nous est nécessaire pour justifier l'établissement d'un barrage-réservoir à Hammam-Zriba. Nous savons en effet aujourd'hui qu'il ne tombe pas moins de 6 à 700^{mm} d'eau pendant les années ordinaires sur les flancs du djebel Zaghouan.

En 1911, notre impluvium a reçu plus de 1.000^{mm}.

RUISELLEMENT

Une objection qu'on a souvent faite à notre projet est celle-ci : « Votre impluvium étant calcaire ne doit pas ruisseler », et l'on ajoutait : « En admettant qu'il pleuve suffisamment sur le bassin versant de l'oued Hammam, il n'y a pas lieu, tout de même, de construire un barrage sur cette rivière pour en retenir les eaux, elle est presque toujours à sec, car le Zaghouan, d'où elle provient, ne ruisselle pas, la presque totalité des eaux qui tombent sur cette montagne s'infilte et va alimenter les sources de Zaghouan, le reste s'évapore ou est absorbé par la végétation. »

Tout d'abord, faisons disparaître encore une légende ; on veut que notre impluvium soit calcaire, cela au fond nous est parfaitement égal car il y a calcaires et calcaires ; cependant mettons les choses au point, et citons pour cela l'opinion de M. Noël Eugène, ingénieur-géologue, à qui nous avons communiqué les résultats plus que satisfaisants de nos observations concernant la pluviométrie et le ruissellement de notre impluvium. Le 29 juin 1912, il nous écrivait : « Les données que vous m'avez envoyées sur la pluviométrie et le ruissellement du versant Est du Zaghouan, ne m'étonnent pas, *car elles sont surtout relatives au compartiment éocène..... presque imperméable.* »

Du reste, ce même géologue avait écrit en 1909 :

« Le massif du Zaghouan butte au Sud-Est, par contact anormal, contre l'éocène supérieur ; ces terrains imperméables forment une ceinture étanche autour du massif des calcaires jurassiques. »

Voici maintenant un extrait du rapport de M. Sogno, ingénieur civil des Mines :

« L'impluvium de l'oued Hammam est constitué en grande partie par des marnes grises et noires du terrain éocène, et des marnes gris clair du crétacé ; un cinquième environ est représenté par les grès du djebel Zriba. »

Nous croyons inutile d'insister sur cette question, notre impluvium qu'on disait calcaire, est surtout marneux ; au surplus, quelle que soit sa composition géologique, il s'agissait pour nous de démontrer qu'il

ruisselait, et que beaucoup d'eau passait à certains moments donnés dans l'oued Hammam.

Vingt-sept mois consécutifs d'observations pluviométriques et de jaugeages de l'oued Hammam ont confirmé, nous devrions dire dépassé, nos prévisions. Les résultats de nos études sont indiqués par les tableaux et les graphiques que j'ai l'honneur de vous communiquer.

Vous voudrez bien remarquer, Messieurs, les diagrammes de comparaison relatifs à une période d'observations qui va du 6 octobre 1910 au 16 février 1911 (quatre mois et demi).

D'après ces diagrammes, et si l'on voulait s'en tenir aux seules indications des pluviomètres de Zaghouan et de Hammam-Zriba, il serait passé dans les gorges de l'oued Hammam, plus d'eau qu'il n'en est tombé sur son bassin versant, les 31 décembre 1910, 8, 12 et 16 janvier 1911; or, comme cela n'est guère possible, il faut bien admettre que les indications des pluviomètres existants sont insuffisantes; il pleut davantage sur l'ensemble de notre bassin versant que sur les stations du Poste Optique, de Zaghouan ville, et de Hammam-Zriba; c'est du reste ce que nous avons exposé au chapitre précédent.

Disons aussi que, dans la région de Zaghouan, le ruissellement est beaucoup plus considérable que ce qu'on le croit généralement, non pas seulement à cause de la nature des terrains, mais surtout à cause de la violence des orages qui s'abattent chaque année sur le pays. Les relevés du Service Météorologique et nos propres études vous édifieront à ce sujet : s'il pleut assez rarement en Tunisie, il y tombe parfois, et cela en quelques heures, des quantités d'eau invraisemblables. *La Dépêche Tunisienne* du 19 octobre 1912 a publié un article à ce sujet, il a trait aux pluies diluviennes qui, quelques jours auparavant, avaient occasionné la catastrophe de Djebel-Oust; cet article est trop long pour vous en donner lecture, je me contenterai d'en faire circuler parmi vous quelques exemplaires et d'en extraire le passage suivant provenant du livre : *Enquête sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie*, p. 124 :

« D'autre part, les orages du Sud-Est sont généralement très courts, très violents, l'eau s'abat en véritables trombes qui ne durent qu'un instant. Le 12 septembre 1884, il tombe à l'Enfida 96^{mm} en une heure; le 15 novembre 1898, le pluviomètre reçoit, en 5 heures, 173^{mm} et plus de 200 dans les 24 heures. *Le sol qui reçoit ces paquets d'eau, si perméable soit-il, n'a pas le temps de rien absorber.* La douche glisse à sa surface, les torrents qu'elle forme descendent en cascades des pentes qu'ils ravinent, inondent la plaine qu'ils traversent en courant, et vont se perdre dans les sebkas du littoral; l'orage ajoute un désastre aux

méfais de la sécheresse qu'il n'interrompt du reste que quelques heures à peine. »

Je ne m'étendrai pas davantage, Messieurs, sur cette question de ruissellement. Si nous avons pu l'étudier sérieusement à Hammam-Zriba, c'est surtout parce que, pendant plus de deux années consécutives, nous avons installé à demeure un observateur sur les bords de l'oued Hammam. Il serait malheureusement trop coûteux d'en faire autant pour tous les oueds tunisiens dont on voudrait connaître le régime, mais nous sommes persuadé que, *partout où des jaugeages méthodiques seraient effectués, on constaterait un ruissellement dont on est loin de soupçonner l'importance.*

ÉTANCHÉITÉ

DE LA CUVETTE D'UN BARRAGE-RÉSERVOIR

Cette question paraît capitale à première vue (1), elle est cependant loin d'avoir l'importance qu'on lui attribué dans le public, qui ignore généralement que tous les grands barrages-réservoirs, *sans exception*, dans quelque terrain qu'ils soient implantés, ne sont que d'une étanchéité relative, et cela se conçoit quand on pense aux difficultés que l'on a quelquefois à retenir l'eau dans un réservoir en maçonnerie, dont les parois sont cependant autrement imperméables que le fond ou les côtés d'un barrage-réservoir, établi la plupart du temps sur des terrains bouleversés, ou tout au moins soulevés aux époques géologiques, et présentant des cassures, des failles, des fissures plus ou moins grandes par lesquelles une partie de l'eau emmagasinée est appelée à disparaître.

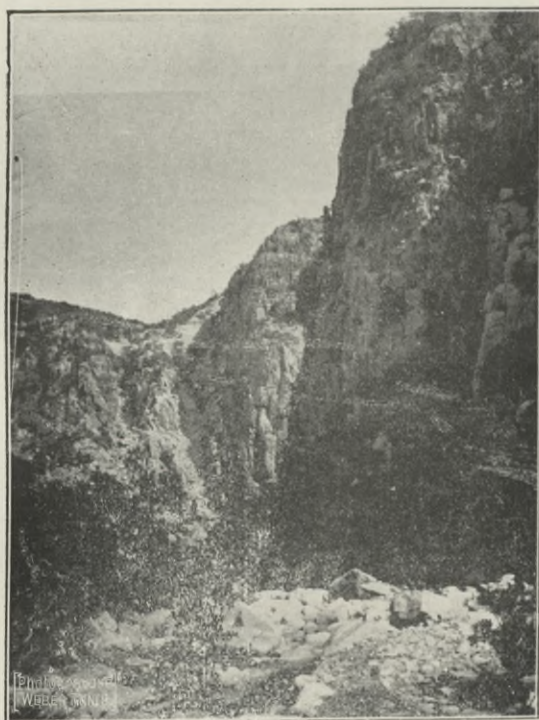
Nous avons visité de nombreux barrages-réservoirs et étudié sur place, avec un soin tout particulier, la question relative à l'étanchéité plus ou moins imparfaite de leurs cuvettes ; en parcourant les abords de celle-ci, nous nous sommes dit bien souvent :

« Comment se fait-il que l'eau puisse tenir sur de pareils terrains : gravier, rochers fissurés granitiques ou calcaires, alluvions, etc., qui, à première vue, paraissent d'une nature très perméable ? »

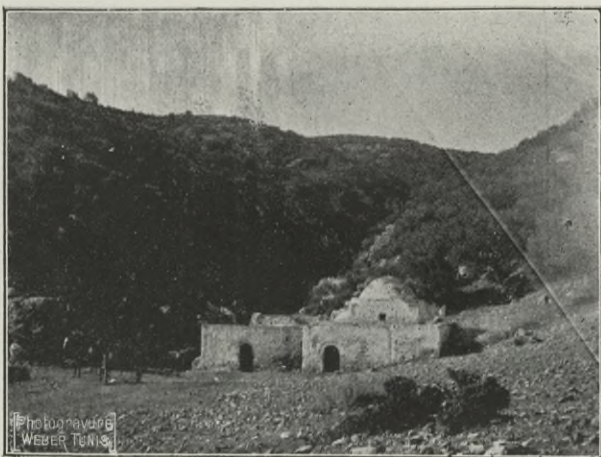
En réalité l'eau ne tient pas *sur* le terrain d'un barrage-réservoir, elle s'infiltré à travers les couches perméables, jusqu'à ce qu'elle ait rencontré un sous-sol plus étanche qui l'arrête et la retient en grande

(1) Nous avons nous-même partagé cette opinion, avant d'être renseigné comme nous le sommes aujourd'hui, et surtout avant de savoir *qu'il n'existait pas un seul grand barrage dont la cuvette soit trop perméable.*

Emplacement
du barrage

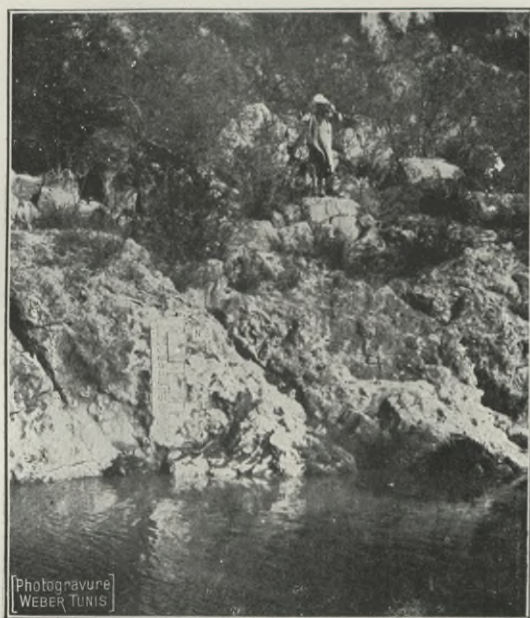


Entrée des gorges de l'oued El-Hammam



Le hammam Zriba sur l'oued El-Hammam
(vue de l'aval sur l'amont)

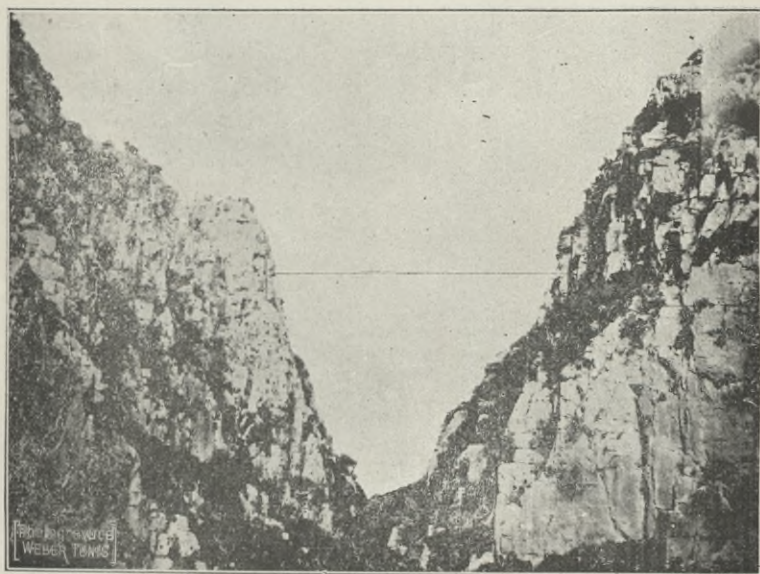
L'OUED EL-HAMMAM A 100 MÈTRES EN AMONT DES GORGES



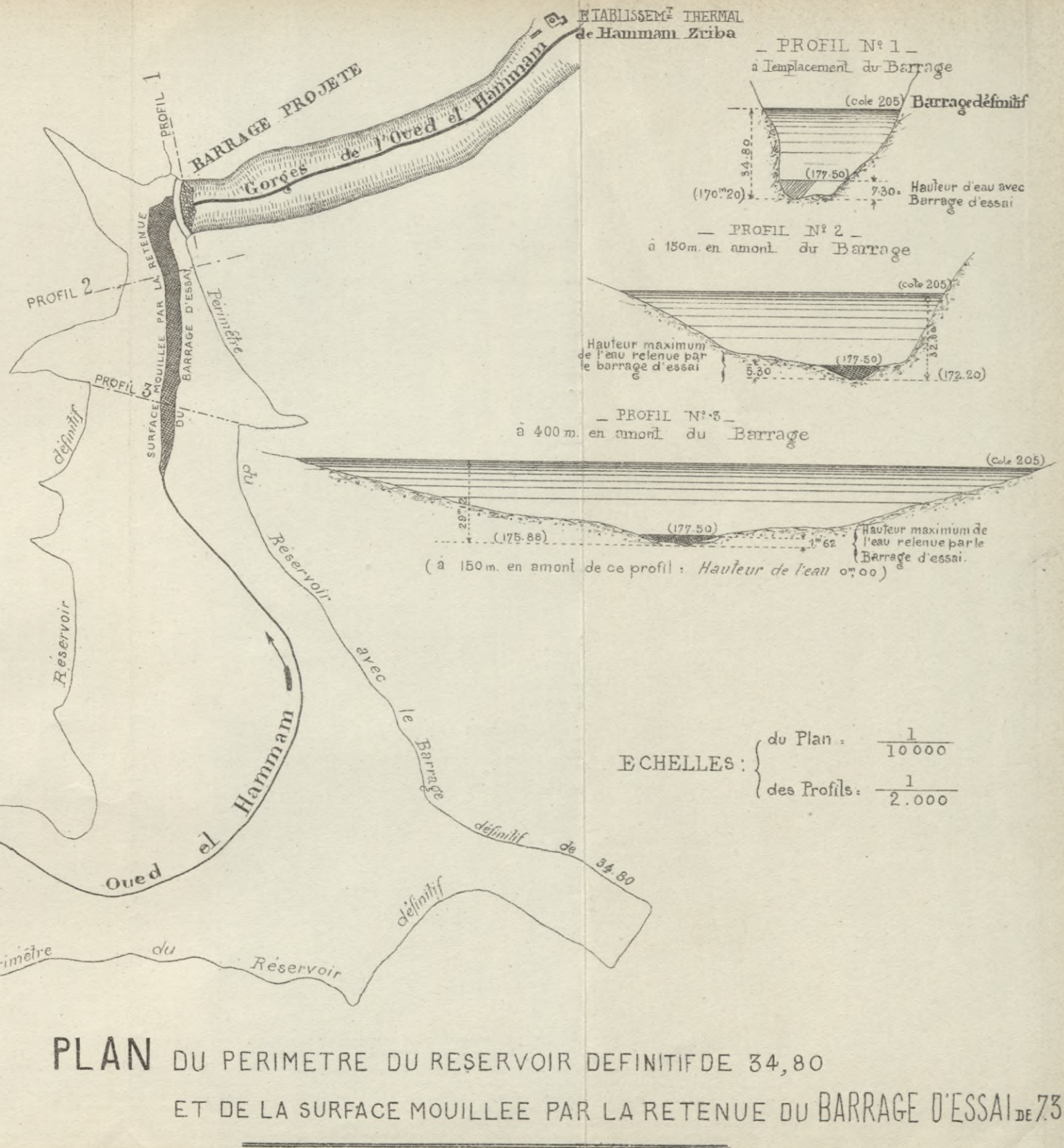
←
Hauteur atteinte
par les eaux
le 21 décem-
bre 1910.

Après la crue du 21 décembre 1910

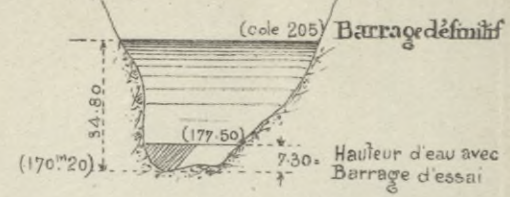
(Le déversoir de jauge a été emporté ainsi qu'une partie des échelles)



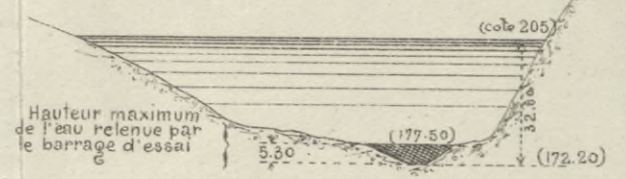
Emplacement du barrage à l'entrée des gorges de l'oued El-Hammam
vue de la face amont



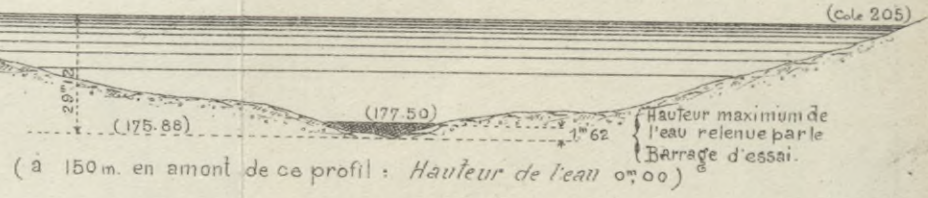
PROFIL N° 1
à l'emplacement du Barrage



PROFIL N° 2
à 150m. en amont du Barrage



PROFIL N° 3
à 400m. en amont du Barrage



ECHELLES : $\left\{ \begin{array}{l} \text{du Plan : } \frac{1}{10\,000} \\ \text{des Profils : } \frac{1}{2\,000} \end{array} \right.$

COMPARAISON
des résultats à obtenir avec un
BARRAGE D'ESSAI de 7.30 de hauteur
par rapport à ceux que doit donner
le **BARRAGE DEFINITIF** de 34.80 de
hauteur. —

BARRAGE D'ESSAI :
Hauteur : 7.30
Surface mouillée en plan : 1^m 40^a
Quantité d'eau retenue : 28.000^m³
Pour 1 mètre carré mouillé :
2 mètres cubes retenus

BARRAGE DEFINITIF
Hauteur : 34.80
Surface mouillée : 95^h
Volume de la retenue : 11.430.000^m³
Pour un mètre carré mouillé :
12 mètres cubes retenus.

PLAN DU PERIMETRE DU RESERVOIR DEFINITIF DE 34,80
ET DE LA SURFACE MOUILLEE PAR LA RETENUE DU BARRAGE D'ESSAI DE 7,30

partie ; ou bien elle imbibe, ou plutôt elle sature le terrain autour du barrage, suivant une courbe qui va toujours s'abaissant.

Cette imbibition s'étendant de plus en plus, il y a alors perte de charge, le chemin que l'eau a à se frayer est de plus en plus pénible, sa vitesse à travers les couches perméables se réduit au fur et à mesure que l'on s'éloigne du réservoir, *autour duquel il s'établit alors un nouveau niveau hydrostatique*, servant pour ainsi dire de support à l'eau contenue dans la cuvette.

Maintenant, supposons qu'au lieu d'une simple infiltration de l'eau à travers les berges ou le fond d'un réservoir, il y ait au contraire, par des trous, des fissures, de véritables fuites ; où celles-ci peuvent-elles bien se donner une issue ?

Un barrage-réservoir est toujours une cuvette, traversée autrefois par un cours d'eau qu'un mur a barré ; dans cette cuvette il est impossible qu'il se forme des trous, des renards, comme par exemple dans les berges d'un canal, qui ont, dans la plupart des cas, seulement quelques décimètres ou quelques mètres d'épaisseur ; les parois amont et latérales d'un barrage-réservoir ont toujours une épaisseur tellement considérable qu'il est inutile de l'évaluer ; à l'aval, c'est-à-dire du côté du mur de retenue, si nous prenons pour exemple Hammam-Zriba que nous avons sous les yeux, (tout au moins sur la carte), cette paroi n'a pas moins d'un kilomètre d'épaisseur. Il est difficile d'admettre que sur une pareille longueur, des fissures, s'il y en a, soient sans solution de continuité, ou qu'elles ne se boucheront pas par suite de l'apport des matériaux charriés par l'eau : sable, terre végétale, limon, etc. Un seul point peut présenter quelque aléa, celui immédiatement voisin du mur, dans les angles formés par la rencontre du barrage avec les parois de la gorge, mais là, comme cela a eu lieu dans plusieurs réservoirs, il est possible d'apercevoir ou de rechercher les fuites et de les boucher ensuite. On peut aussi en récupérer le produit à l'aide de travaux peu importants.

À l'intérieur ou sur les côtés d'un barrage-réservoir, les fentes, les fissures se bouchent d'elles-mêmes, *car elles ne peuvent avoir une profondeur indéfinie*, puis un sol perméable repose toujours sur un autre plus ou moins étanche.

Nous avons cherché pendant longtemps à connaître quel pouvait être le degré d'étanchéité de tel ou tel barrage-réservoir, *nous n'avons jamais pu y arriver* ; aucune expérience, aucune constatation précise n'a été faite à ce sujet. Du reste on ne sait même pas quelle est exactement la quantité d'eau que reçoit un barrage, les rivières, talhwegs et pentes qui l'alimentent ne pouvant être calibrés ni jaugés ; à peine

peut-on apprécier la quantité d'eau qui en sort, et encore dans bien des cas cela est impossible, notamment quand pendant une crue les déversoirs de trop plein fonctionnent (on ne peut pratiquement évaluer leur débit).

Faisons remarquer maintenant que *plus un barrage est grand, plus il a des chances, à degré de perméabilité égale, de conserver la plus grande partie de l'eau qu'il reçoit* ; car il est évident que la surface mouillée d'un petit réservoir est plus grande relativement au cube qu'il emmagasine, que celle d'un réservoir plus grand.

Prenons un exemple pour bien fixer les idées à ce sujet :

Un réservoir cubique de 10 mètres de côté contient 1000 mètres cubes, sa surface mouillée, fond et côtés, est de 500 mètres carrés, *soit 2 mètres cubes contenus pour un mètre carré mouillé*.

Un plus grand réservoir, supposons-le cubique aussi, mais de 50 mètres de côté, aura une contenance de 125.000 mètres cubes et une surface mouillée de seulement 12.500 mètres carrés, *soit 10 mètres cubes contenus pour un mètre carré mouillé* ; le grand réservoir retient donc cinq fois plus d'eau que le petit pour une même surface d'imbibition.

Il est évident que les calculs seraient moins simples dans la pratique pour un barrage-réservoir, dont les formes sont la plupart du temps très irrégulières (mais les résultats seraient comparables).

Nous avons néanmoins fait la comparaison exacte entre un grand barrage et un petit, lorsque M. de Fages (par sa lettre du 8 janvier 1912) nous conseillait de construire à Hammam-Zriba, un petit barrage d'essai de 7 à 8 mètres de haut, afin de démontrer l'étanchéité ou la perméabilité de la cuvette de notre futur réservoir.

Sans partager la manière de voir de M. de Fages, nous avons cependant établi les plans de ce barrage de 7 à 8 mètres de haut, il nous ont donné les chiffres suivants :

La surface du bief créé par une retenue de 7^m30 de haut serait de 14.000^m2 et le volume emmagasiné de 28.000^m3.

On sait que notre barrage-réservoir de 35 mètres environ de haut doit avoir une surface de 950.000^m2 et une contenance de 11.430.000^m3.

L'examen de ces chiffres nous a fait vite comprendre l'inutilité d'une pareille expérience, inutilité qui n'a pas besoin d'être démontrée, un simple coup d'œil jeté sur le plan ci-joint suffit.

Ce n'est pas parce qu'on aura prouvé que 14.000^m2 sont étanches dans le fond d'une cuvette, que les 936.000^m2 restant doivent l'être aussi. Maintenant supposons que l'essai de cette cuvette de 14.000^m2 de superficie et d'une capacité de 28.000^m3, ait donné de mauvais résultats, qu'à la suite même de deux remplissages successifs si l'on veut, toute l'eau

amenée, soit 56.000^{m³}, ait fui souterrainement; que faudrait-il en déduire? Rien du tout, car, ainsi que nos études l'ont démontré, le sol de la cuvette qui serait baigné par le barrage d'essai est constitué par de la terre végétale, des alluvions perméables, des graviers, des galets quelquefois énormes occupant le lit actuel et les anciens lits de l'oued Hammam; les 56.000^{m³} d'eau n'auraient donc pas suffi probablement à imbiber la couche superficielle du fond de la cuvette, avant d'atteindre les couches de marnes imperméables, que nos sondages ont révélées à une profondeur plus ou moins grande.

Tout ceci n'est qu'une simple supposition; en réalité voici ce qui se serait passé si on avait construit le mur de 7^m30: la cuvette de 28.000^{m³} obligée de recevoir toutes les eaux du bassin versant, aurait été immédiatement comblée par les apports de l'oued, et transformée en une *terrasse* de gravier, sable, limon, etc., l'expérience n'aurait rien démontré, ni dans un sens ni dans un autre.

Pour en terminer avec les expériences en petit, disons que malgré nos recherches et nos investigations il nous a été impossible de découvrir trace d'un seul essai tenté en vue de démontrer l'étanchéité d'une cuvette de réservoir; toutes les expériences (recherches, fouilles et sondages, etc.), citées par quelques auteurs, et faites en Durance ou à Génissiat, sont *uniquement* relatives à l'examen de terrains appelés à supporter des murs de retenue (voir rapports Yvan Wilhem, de la Brosse, Delafond, Kilian, etc.).

Faisons remarquer aussi qu'il ne faut pas croire qu'un barrage-réservoir soit appelé bien souvent à créer des sources dans son voisinage, si ce n'est immédiatement à l'aval du mur de retenue, là où l'on peut toujours récupérer les eaux qui en proviennent. Nous avons exposé plus haut qu'un barrage-réservoir était toujours une cuvette entourée de trois côtés par des terrains qui la dominent, et à son aval par d'autres terrains dont l'altitude n'est généralement que très peu inférieure à celle de ladite cuvette; la dispersion d'une partie des eaux que reçoit un grand barrage-réservoir, ne se produit donc pas du tout comme celle des eaux recueillies sur les pentes des montagnes par des petits barrages d'absorption, créés pour aider aux infiltrations qui vont plus loin, et à une altitude toujours très inférieure, alimenter ou même créer des sources.

On comprendra facilement que ces minuscules barrages, dont la surface d'imbibition est considérable par rapport à leur faible capacité, soient presque toujours à sec. L'évaporation à elle seule suffirait, dans la plupart des cas, à absorber toute l'eau qu'ils peuvent contenir.

Le défaut de retenue de l'eau dans ces petits ouvrages a fait dire, très

imprudemment, que telle ou telle montagne ne devait pas ruisseler, parce que les quelques mètres cubes de barrage d'absorption que l'on créés sur ses flancs escarpés, étaient presque toujours à sec.

Par contre, un fait qui prouvera combien l'on doit peu se préoccuper de la question d'étanchéité d'un grand barrage-réservoir est celui-ci :

De nombreux et savants auteurs ont publié des études remarquables à tous les points de vue sur les barrages-réservoirs ; il est de toute évidence qu'ils ont dû donner plus d'ampleur aux questions qui leur paraissaient les plus importantes. Or, veut-on savoir comment ils ont traité cette question, soi-disant si essentielle de l'étanchéité ?

Prenons quelques-uns de ces auteurs : Bellet, Lévy Salvador, de Mas, Bechman, etc.

Le premier a jugé inutile de soulever la question. Lévy Salvador (1) nous dit, p. 206 : « Conditions s'imposant à l'adoption d'un emplacement de réservoir..... 2^o Un sol assez étanche pour retenir l'eau dans la dépression..... »

M. de Mas, vol. 3, p. 370 : « Il faut que le sol de la vallée soit suffisamment étanche pour que les eaux puissent être conservées *sans déperdition notable*, par infiltration ou imbibition ».

M. Bechman, professeur à l'école des Ponts et Chaussées : « Il est indispensable d'apprécier la superficie du bassin versant, etc., d'apprécier *l'influence des infiltrations*, celle de l'évaporation..... *l'importance des besoins*, etc... » (2).

En somme, toutes ces citations peuvent être résumées par la phrase suivante :

« Pour être, ou plutôt paraître étanche, c'est-à-dire pour être utile, un barrage-réservoir doit recevoir un volume d'eau supérieur à celui des besoins qu'il a à satisfaire, ainsi qu'aux pertes résultant des infiltrations, de l'évaporation, etc. »

On peut donc dire que l'étanchéité d'un réservoir réside surtout dans l'importance du régime pluviométrique et du ruissellement de son bassin versant, et non pas, comme beaucoup de personnes le croient encore, dans l'étanchéité plus ou moins problématique de sa cuvette, *étanchéité qu'on ne peut matériellement démontrer qu'en remplissant complètement le barrage-réservoir.*

Celui de Zriba se trouvera donc dans des conditions éminemment favo-

(1) Dans le *Génie Civil*, tome LIX, n^o 20, p. 405, le même auteur ne parle même pas de l'étanchéité d'une cuvette comme condition s'imposant à l'établissement d'un barrage-réservoir.

(2) M. le D^r Imbeaux, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a bien voulu nous faire connaître personnellement son opinion sur les barrages d'essai.

rables, puisqu'il recevra chaque année plus de *vingt millions* de mètres cubes-d'eau, et aura à en livrer seulement *deux millions* pour que son exploitation soit rémunératrice. *Pour être inutile, le barrage-réservoir de Zriba devrait laisser fuir pendant toute l'année au moins 500 litres à la seconde, soit plus de quatre fois le débit moyen des sources du Zaghouan.* On avouera que c'est beaucoup pour un barrage dont la cuvette a été étudiée, et reconnue aussi étanche que celle de l'ensemble de tous les réservoirs connus, et qui de plus est appelée à recevoir des eaux contenant quelquefois, par litre, plus de dix centimètres cubes d'argile impalpable, et qui colmaterait rapidement n'importe quelle cuvette de réservoir.

Il est du reste impossible de citer un seul barrage dont on ait à regretter l'établissement, parce que sa cuvette manque d'étanchéité.

Nous n'ignorons pas qu'on a mis souvent en doute la compacité des rochers jurassiques qui se trouvent à l'entrée des gorges de l'oued Hammam, et qui constitueront plus tard, une partie des parois de notre réservoir.

Dans le rapport complémentaire que nous avons remis à la Direction générale des Travaux Publics, le 20 novembre 1911, nous avons dit que les rochers incriminés étaient seulement crevassés à l'extérieur; cela est facile à vérifier, en suivant le trajet, il est vrai assez pénible, même dangereux, qui consiste à longer le haut des falaises, là où l'on peut voir en plan le rocher jurassique lorsqu'il n'est pas masqué par les assises du crétacé.

On a prétendu aussi, ou du moins émis l'opinion, que ce rocher jurassique (qui figure sur les cartes au 50.000^e sous les noms de djebel Bou-Krouf et de djebel Bou-Hamida), pouvait bien être très perméable, perméable en grand, comme disent les géologues, parce que lesdites cartes n'indiquent pas de sources froides dans les environs (on sait qu'il existe une source thermale à Hammam-Zriba, à 800 mètres à l'aval du barrage); on a voulu en déduire, mais sans l'affirmer bien entendu, que toute l'eau qui tombe sur le djebel Bou-Krouf et le djebel Bou-Hamida, devait s'infiltrer rapidement en profondeur.

Or, voici ce qui se passe en réalité, nous l'avons souvent constaté nous-même. Au moment d'un gros orage, tous les talhwegs de ces montagnes sont transformés en véritables petits torrents, qui avec un bruit assourdissant, un véritable fracas de tonnerre, se précipitent en cascade dans le lit de l'oued El-Hammam. C'est là un beau spectacle à contempler et qui explique bien vite l'absence de sources froides le long des flancs du Bou-Krouf et du djebel Bou-Hamida, *il ne peut y avoir de sources, là où toute l'eau ruisselle.*

IRRIGATIONS

Abordons maintenant la question qui vous intéresse le plus, celle de l'utilisation d'une partie des eaux du barrage de Zriba, pour l'irrigation de quelques centaines d'hectares de terrains se trouvant à l'aval du Hammam.

Chaque année en effet le barrage de Zriba pourra livrer à l'agriculture quelques millions de mètres cubes d'eau, et cela à des moments opportuns, puisque l'eau sera tenue en réserve à la disposition des usagers.

Là est le grand avantage des barrages-réservoirs, non seulement ils absorbent les crues, mais encore, ils peuvent en restituer le produit au gré des intéressés.

Les recherches et les études que vous poursuivez sur les irrigations, jointes à l'expérience déjà acquise en Algérie et en Provence, vous fixeront sur le meilleur parti à tirer de l'eau emmagasinée dans le barrage de Zriba. Il y a tout lieu de croire qu'elle devra particulièrement être employée pour la culture des plantes industrielles, des primeurs, et aussi celle des arbres fruitiers : orangers, abricotiers, etc., etc.

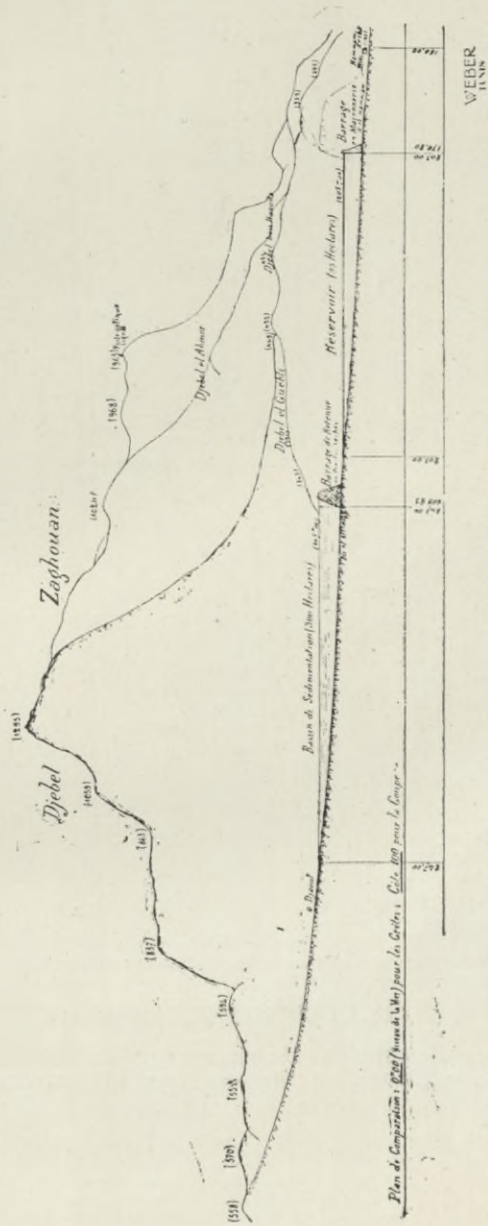
LE BARRAGE DE ZRIBA

et les autres projets d'adduction d'eau en Tunisie

Nous avons souvent entendu dire que l'exécution du barrage de Zriba irait à l'encontre de projets ayant pour but d'amener à Tunis des eaux de seconde qualité spécialement destinées aux irrigations dans la banlieue.

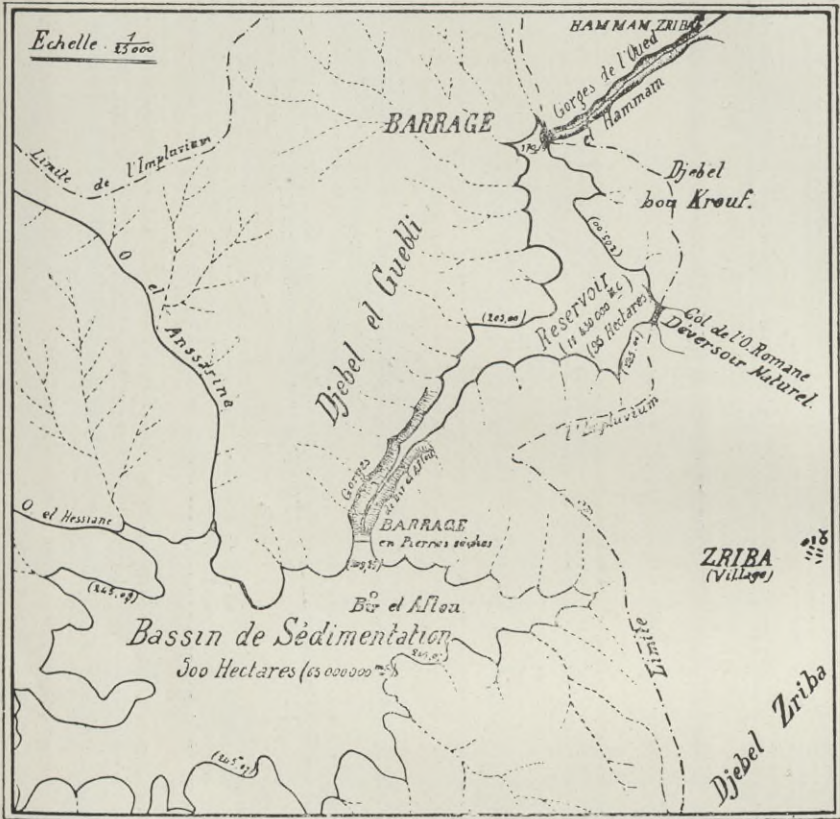
Il n'en est rien : l'aqueduc qui conduira les eaux de notre barrage à Tunis, est trop faible pour permettre l'adduction des énormes quantités d'eaux qu'exigent les irrigations ; son débit ne sera guère que de 14.000 mètres cubes par jour, volume qui, dans quelques années seulement, devra être entièrement consacré aux usages domestiques ou aux Services publics ; *même si une certaine quantité d'eau était disponible pour les irrigations, elle ne pourrait être vendue qu'à raison de 0 fr. 15 le mètre cube, les conventions avec la Compagnie des Eaux et les conditions de l'alimentation de Tunis s'opposant d'une manière formelle à tout abaissement de tarifs.*

Coupe par le Bassin de Sédimentation et le Réservoir
et N^o Schematique de la ligne des Crêtes limitant l'Impluvium au N-O



Capacité } du Bassin de Sédimentation — 65 000 000 de Mètres cubes.
 du Réservoir — 11 430 000 M³

NORD.

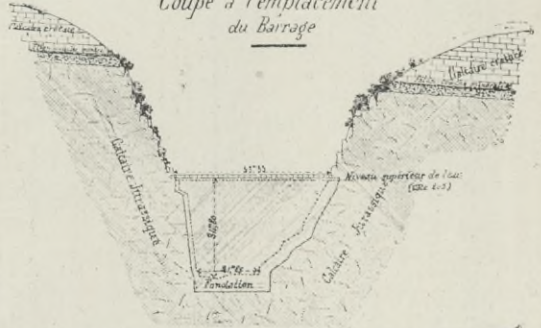


PLAN D'ENSEMBLE indiquant :

- Le bassin de sédimentation et le barrage en pierres sèches de Bir-el-Afrou ;
- Le réservoir, le barrage, les gorges de l'oued El-Hammam et le Hammam-Zriba.

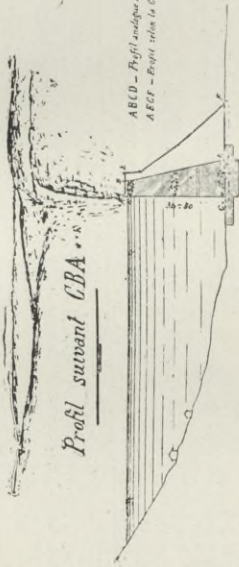
Echelle: 0 5 10 15 20 25 30 35 40

Coupe à l'emplacement
du Barrage

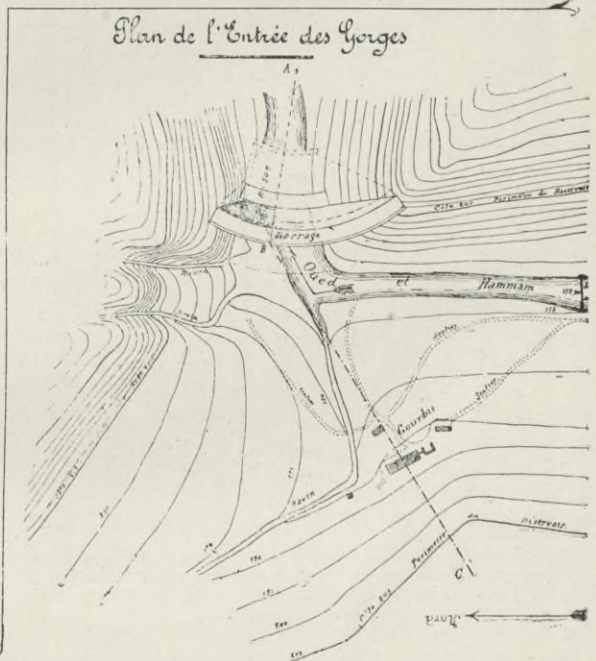


ABCD - Profil indiquant celui du Barrage du Trésorier (1897)
 ABEF - Profil selon la Commission Ministérielle du 12 Juin 1897

Profil suivant CBA



Plan de l'Entrée des Gorges



LE BARRAGE DE ZRIBA

(Plan et coupes à l'emplacement du mur de retenue)

Diagrammes de Comparaison

entre la quantité d'eau tombée sur l'impluvium.

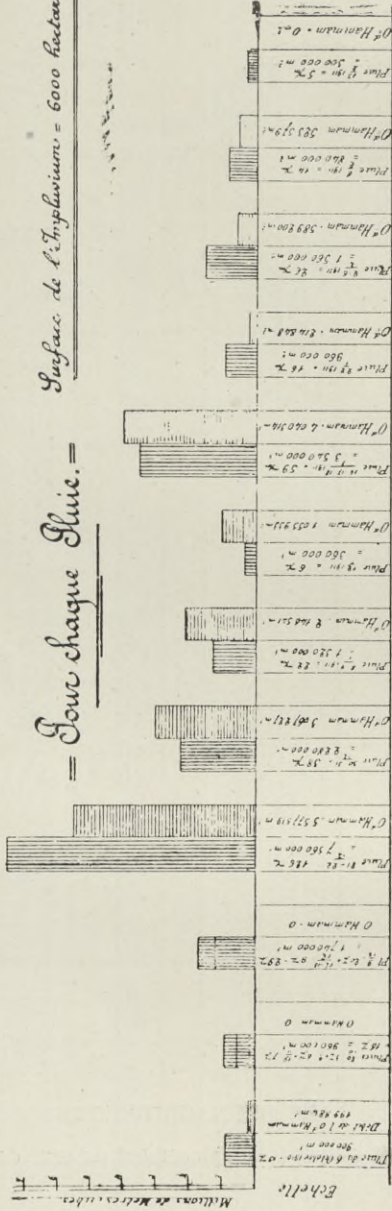
(d'après les seules indications du Niveau-mètre d'Ed. Zieba.)

et celle passée dans les Gorges de l'Or Hamman.

du 6 Octobre 1910 au 16 Février 1911.

Jour chaque Pluie.

Surface de l'Impluvium = 6000 hectares



Pour la totalité des Pluies tombées

du 6 Octobre 1910 au 16 Février 1911

Pluie totale 379 m = 22.120.000 m³

Débit de l'Or Hamman 11.615.000 m³

TOURISME

Dans tous les pays, les grands barrages-réservoirs sont un but d'excursion ou de promenade; la vue de ces murs gigantesques, est en effet, impressionnante, ils semblent placés là, en travers d'une vallée, comme pour rectifier les erreurs de la Nature, ou plutôt celles de l'Homme qui n'a rien fait pour empêcher le déboisement des montagnes, et n'a pas su atténuer le ruissellement excessif de leurs pentes dénudées.

Le barrage de Zriba constituera plus que tout autre un centre d'excursions; lorsqu'une route empierrée le reliera à Zaghouan il sera facile au touriste d'aller admirer, en même temps qu'un ouvrage imposant et un lac de cent hectares, les gorges si curieuses qui se trouvent entre l'emplacement du barrage et les bains thermaux de Hammam-Zriba. Bien peu connaissent ce site, pourtant si pittoresque, un seul auteur l'a dépeint, le Docteur X... Voici ce qu'il en écrivait il y a 25 ans, à la suite d'une excursion à Hammam-Zriba :

«Le site est à la fois grandiose et pittoresque, on se trouve subitement placé en face d'une gorge étroite à bords taillés à pic, au devant de plusieurs bassins fouillés dans le roc, remplis d'une eau claire et limpide, se succédant en petits gradins dans un val rétréci. On croit vivre en pleine mythologie, aux temps des dieux et des Titans ».

Nous faisons remarquer que ces bassins naturels ne sont pas visibles du chemin que l'on suit habituellement, pour aller à l'emplacement du barrage : leur accès en est particulièrement difficile, et bien rares sont les personnes qui ont pu les admirer.

Que quelques mots soient dits en passant sur l'intérêt historique qui s'attachera peut-être désormais aux gorges de Zriba. Voici pourquoi : M. Courtiau, le distingué professeur d'histoire au collège Allaoui, lisant un jour notre notice, fut frappé de l'analogie qui existe entre les gorges de l'oued El-Hammam, et la description faite par Flaubert du fameux défilé de la Hâche, où furent massacrés les mercenaires de Carthage.

On ne peut nier, en effet, que cette description ne ressemble étrangement à celle qui peut être faite non seulement des gorges de l'oued El-Hammam, mais aussi de leurs environs.

Sans aucun doute, nous disait M. Courtiau, si l'auteur de Salammbô avait connu : « Ce défilé ⁽¹⁾ dévalant dans une plaine ayant la forme d'un fer de hâche, environnée de hautes falaises ⁽²⁾, et au bout de laquelle se trouve un long couloir ⁽³⁾, ça et là fendu par des crevasses »,

(1) Celui de Bir-el-Affou.

(2) La cuvette du futur réservoir.

(3) Les gorges de l'oued El-Hammam.

il n'aurait pas hésité à placer là le *défilé de la Hâche* qu'il a tant cherché sans pouvoir le découvrir, mais que par une sorte de divination ou une coïncidence bizarre, il a dépeint avec tant de précision.

Le barrage et les gorges de Zriba ne seront pas les seules curiosités à visiter dans la région, il faut y ajouter :

Le défilé de Bir-el-Affou, à l'origine duquel sera installé un barrage de décantation; le village berbère de Zriba, véritable nid d'aigles d'où l'on jouit d'une vue admirable; l'établissement thermal indigène de Hammam-Zriba; les ruines qui l'avoisinent, et enfin, Zaghouan, sa montagne, ses sources et ses jardins.

Tout cela (à part le djebel Zaghouan) pourra être parcouru dans la même journée; aucun point de la Régence ne sera aussi attrayant, ni aussi facilement accessible.

CONCLUSIONS

Je souhaite, Messieurs, que les études assez complètes que j'ai faites sur le barrage-réservoir de Hammam-Zriba, puissent servir d'exemple, ou de base, à tous ceux qui, jusqu'alors étrangers à la question, découvriraient un emplacement favorable de barrage-réservoir.

Je ne saurais trop les engager à poursuivre leurs études, quelles que soient les objections que l'on ne manquera pas de faire à leur projet. Ces objections ne nous ont, à nous même, pas fait défaut. Aussi avons-nous dû mettre plusieurs années pour arriver à démontrer que toutes les conditions nécessaires à l'établissement d'un barrage-réservoir se trouvaient réunies à Hammam-Zriba.

Mais il faut reconnaître que la question était nouvelle pour la Tunisie; à juste titre l'Administration des Travaux Publics a cru devoir nous engager à étudier très à fond notre projet avant de le présenter à la Conférence Consultative. Aujourd'hui, la question des barrages-réservoirs est mieux connue en Tunisie, puis, grâce aux nombreuses stations météorologiques installées depuis quelques années dans la Régence, la pluviométrie est suffisamment indiquée, pour que l'on puisse apprécier à l'aide des seuls relevés du Service Météorologique, la hauteur de pluie que doit recevoir n'importe quel bassin versant.

En ce qui concerne le ruissellement d'un impluvium, quelques observations locales attentives, rapprochées de celles que nous avons faites à Hammam-Zriba, suffiront pour déterminer approximativement l'importance du débit annuel de l'oued qui lui sert d'exutoire.

Quant à la question d'étanchéité, nous conseillerons de l'étudier de très près pour un réservoir peu important; mais lorsqu'il s'agira d'une cuvette destinée à recevoir quelque dizaine de millions de mètres cubes

d'une eau limoneuse, on se rappellera, qu'à moins de se trouver dans des conditions absolument désavantageuses, il n'y a pas lieu de s'en préoccuper ; le seul moyen de démontrer l'étanchéité ou la perméabilité d'une cuvette de réservoir, étant comme nous l'avons déjà expliqué, de remplir d'eau complètement cette cuvette..., après, bien entendu, avoir construit le mur-barrage lui-même sur toute sa hauteur.

En résumé, les études d'un barrage-réservoir peuvent être aujourd'hui bien simplifiées, et nous ne doutons pas que cela ait comme conséquence heureuse, l'examen définitif des nombreux emplacements de barrages que l'on connaît dans le Centre et dans le Nord de la Régence ; car, il ne faut pas se le dissimuler, au point de vue alimentation en eau des villes et des campagnes, l'avenir est aux barrages-réservoirs ; la population mondiale s'accroît sans cesse, mais le débit des sources reste immuable et avant qu'il soit longtemps, il faudra s'adresser aux eaux actuellement inutilisées, à celles qui sans profit pour personne vont se perdre à la mer.

J. COIGNET,

Ingénieur civil à Tunis.

LE RÉGIME LÉGAL DES EAUX EN TUNISIE

La situation actuelle ; les modifications à demander ; le régime qui convient pour les grands barrages-réservoirs.

MESSIEURS,

La conférence de M. le Docteur Carton, membre correspondant de l'Institut, vous a montré quels travaux importants les Carthaginois et les Romains avaient exécutés pour l'aménagement des eaux ; les conférenciers que vous entendrez dans quelques instants vous feront connaître les conditions techniques à satisfaire pour réussir les travaux de captation ou d'aménagement et les avantages économiques à en retirer. Je dois vous montrer le côté spécial de la législation qui permet ou entrave ces aménagements et qui règle la propriété des eaux. Il est impossible, en effet, de rechercher les meilleurs modes d'utilisation soit économiques, soit techniques de l'eau d'irrigation, sans se préoccuper tout d'abord des droits à la propriété ou à l'usage de l'eau, et des moyens dont on pourra disposer pour l'amenée des eaux sur les lieux d'utilisation.

La législation tunisienne sur les eaux s'appuie sur un premier décret du 24 septembre 1885 ; elle est complétée par les décrets des 25 janvier, 25 juillet, 16 août 1897 et l'arrêté du 16 août 1897.

Un rapport sur l'*Aménagement des eaux dans la Régence de Tunis*, publié en 1896 par la Direction générale des Travaux publics, sous les signatures de MM. Paviller et Boule, forme le véritable exposé des motifs qui ont inspiré la législation actuelle. Les extraits suivants en font plus particulièrement ressortir l'esprit :

.....

Les procédés techniques à employer pour l'utilisation des eaux encore disponibles en Tunisie ne seront donc point différents de ceux que l'on est habitué à appliquer en France et qui sont eux-mêmes très voisins des procédés anciens qu'on peut reconstituer d'après les ruines qui couvrent le sol de la Régence.

Les moyens administratifs sont en revanche tous nouveaux. Rappelons, tout d'abord, qu'aux termes du décret du 24 septembre 1885, font partie du Domaine public :

- Les cours d'eau de toutes sortes et les terrains compris dans leurs francs-bords ;
- Les sources de toute nature ;

Les aqueducs, puits et abreuvoirs à l'usage du public, ainsi que leurs dépendances ;

Les canaux de navigation, d'irrigation ou de dessèchement exécutés dans un but d'utilité publique, les terrains qui sont compris dans leurs francs-bords et les autres dépendances de ces canaux :

Toutes ou presque toutes les eaux susceptibles de servir à l'arrosage font donc partie du Domaine public et, à moins de droits antérieurs au décret du 24 septembre 1885, leur jouissance ne peut être concédée qu'à titre *temporaire et révocable* par le Directeur général des Travaux publics administrateur-né du Domaine public.

Aucun règlement ne fixe les formalités à suivre pour accorder ces concessions; on suit les errements de la Métropole, en les simplifiant comme il convient; ainsi, qu'en France une demande en autorisation de prise d'eau comporte toujours deux enquêtes dont la durée totale est de plus de deux mois, en Tunisie on n'en fait qu'une seule, et encore dans les espèces offrant une certaine importance. A l'inverse de ce qui se passe dans la Métropole on impose toujours au concessionnaire une redevance que l'on proportionne aux bénéfices directs qu'il peut tirer de l'entreprise; elle est, en général, très minime et n'a pas d'autre but que de bien marquer le caractère précaire de la jouissance.

Dans le cas où il n'y a qu'un propriétaire intéressé, l'affaire est terminée sitôt après la concession; l'intervention de l'Administration ne se manifeste plus que pour vérifier que la jouissance est bien conforme aux stipulations de l'arrêté d'autorisation et que, notamment, les droits du Domaine public et ceux des tiers sont bien respectés. Cependant, si le propriétaire le demande, des indications détaillées lui sont fournies gratuitement au sujet des travaux à exécuter, de la dépense qu'ils peuvent entraîner, du mode d'exploitation des eaux, etc.

En un mot, l'Administration se charge volontiers d'étudier les grandes lignes du projet d'irrigation, laissant à l'intéressé la charge et la responsabilité de l'exécution.

Il est bien rare, quand il s'agit d'un aménagement hydraulique de quelque importance, qu'il n'y ait, comme intéressé, qu'un seul propriétaire.

S'il y en a plusieurs, il convient, avant toute mesure, soit de concession, soit d'exécution, de les réunir et de constituer de la collectivité une personne morale, à laquelle sont conférés, dans le but spécial en vue duquel elle a été créée, les attributions, les droits et les obligations qui incombent au propriétaire unique.

Ces personnes morales, représentant les intérêts d'une collectivité plus ou moins importante, sont habituellement désignée sous le nom d'*Associations syndicales*. Les questions qui se rattachent à leur formation et à leur fonctionnement ont fait l'objet, dans les divers états de l'Europe, d'une législation très complète. Nous ne nous attarderons pas à analyser ces diverses législations, nous nous bornerons à signaler que c'est surtout dans l'ingérence de l'Etat, soit dans la constitution, soit dans le contrôle des associations, que se manifestent les divergences; elles sont la caractéristique du régime de chaque pays.

En Allemagne, par exemple, les associations peuvent toujours être obligatoires,

PLUVIOMÉTRIE DE LA RÉGION COMPRISE ENTRE TUNIS-ZAGHOUAN ET ENFIDAVILLE

ANNÉES 1907, 1908, 1909, 1910 et 1911

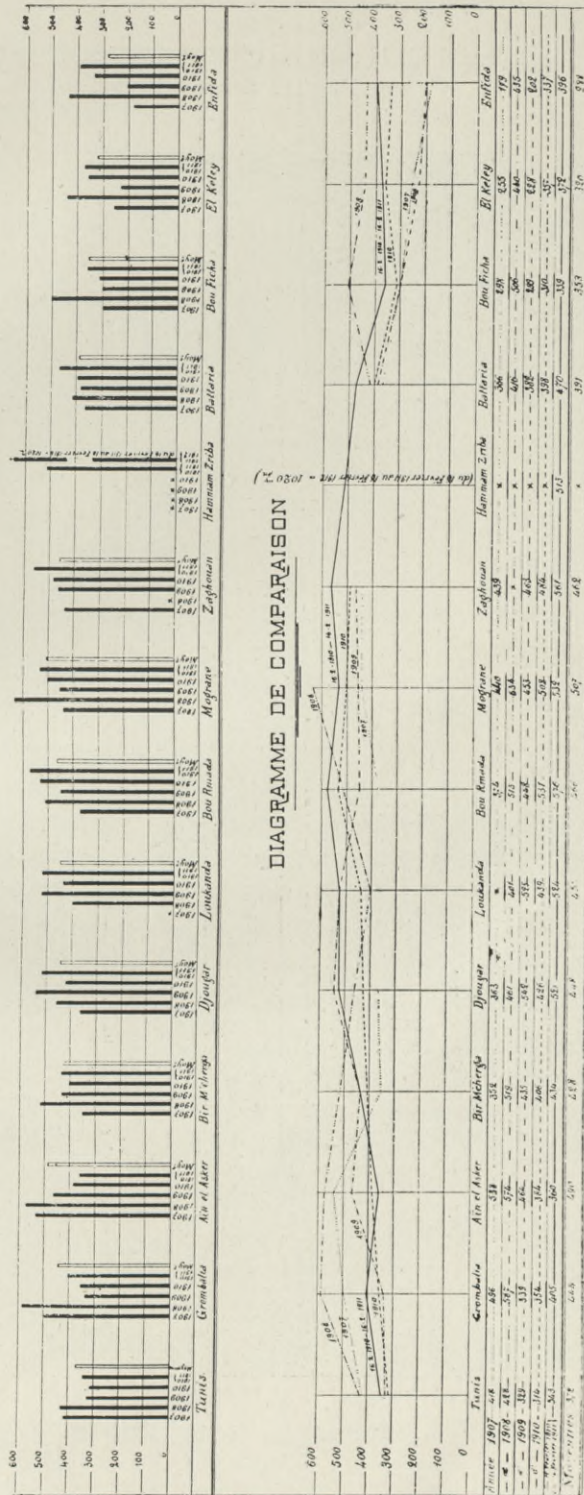
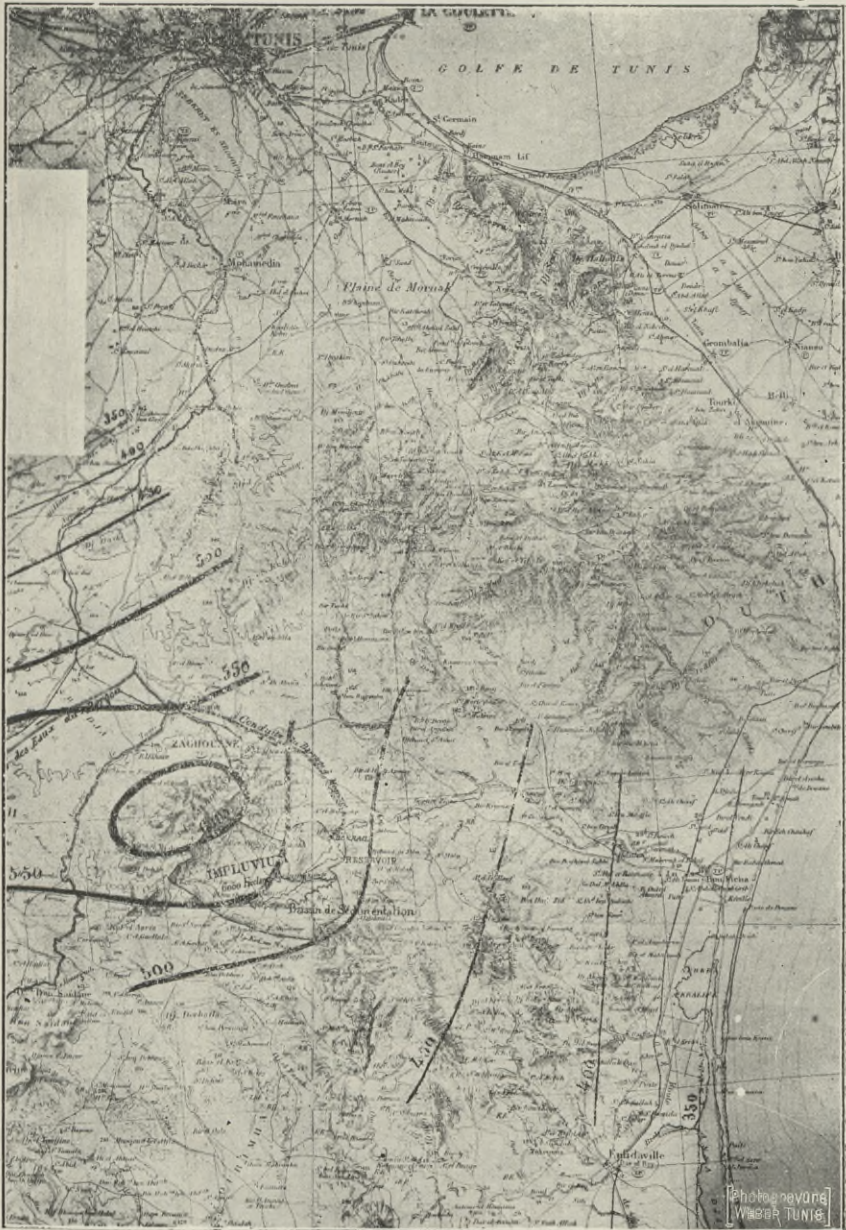


DIAGRAMME DE COMPARAISON

Photographie de la carte au 1/200.000^e de Tunis à Enfidaville
Pluviométrique, année 1910-1911



Échelle 1 à 500.000^e

c'est-à-dire que l'Etat a le pouvoir de contraindre un propriétaire à faire un travail, à bénéficier d'une amélioration, même si l'intérêt général n'est point engagé.

.....

En Tunisie, le régime de liberté complète institué par la nouvelle législation française n'aurait pas été justifié pour les indigènes et pour les étrangers ; il aurait probablement assez mal réussi avec les colons qu'il importe de guider et de soutenir dans leurs efforts plutôt que de les laisser abandonnés à eux-mêmes.

On s'est inspiré, quand s'est posée pour la première fois la question des associations agricoles, plutôt de l'ancienne législation métropolitaine que de la nouvelle ; on s'est efforcé aussi de faire cadrer ces dispositions nouvelles avec celles qui régissent les municipalités dans la Régence ; enfin, on a étudié, avec un grand soin, les textes en vigueur en Algérie pour la constitution et l'administration des associations d'arrosage dans l'oued Rhir.

Mais on n'a pas cru qu'il convenait, dans un pays où cohabitent tant de peuples différents, d'adopter un cadre inflexible dans lequel on aurait fait rentrer tous les cas possibles ; on a étudié des dispositions plus ou moins larges, laissant plus ou moins d'initiative aux syndiqués, suivant qu'ils sont européens ou indigènes et suivant que l'aménagement poursuivi a plus ou moins d'importance.

La première association agricole qui ait été formée en Tunisie est le Syndicat d'arrosage par les eaux du puits artésien n° 1 de Zarzis.

Un décret du 1^{er} juillet 1896 a approuvé le règlement constitutif de l'association et lui a accordé la concession du puits.

Aux termes de ce décret, la concession est donnée sans aucune limitation de durée, mais elle n'en est pas moins précaire et révocable ; une redevance annuelle d'un franc marque ce caractère.

En cas de non fonctionnement de l'association, la concession peut être retirée.

.....

Ainsi, la législation tunisienne n'a aucune règle pour accorder les concessions d'eau, sauf l'absence de garantie contre les prétentions des tiers ; conformément à ces principes, les cahiers des charges proposés pour les concessions qui ont été demandées, ont maintenu la précarité des concessions et les droits éventuels des tiers ; l'Etat n'a donc pas voulu ou pas su garantir l'intégralité des droits qu'il concédait, à titre onéreux cependant. Dans ces conditions, la réponse du public a été ce qu'elle devait être : l'abstention. M. le Directeur général des Travaux publics a dû constater dans une communication faite à la Conférence consultative, qu'en 1910, après quatorze ans d'application de la législation actuelle, on n'avait pu employer que 200.000 fr. sur 1.950.000 fr., et encore ces fonds ont-ils été employés dans des conditions spéciales, pour les associations syndicales qui ont été contraintes d'utiliser les eaux des puits artésiens forés par l'Etat, dans le Sud, à Zarzis.

Les exemples d'irrigation avec les eaux du domaine public, rares

dans le Nord, y existent cependant ; les deux centres d'irrigation les plus importants sont Sidi-Tabet et La Djedeïda ; leurs concessions sont antérieures à l'occupation et exemptes de précarité.

Dans le centre, les irrigations de la plaine de Kairouan sont connues ; elles ont été pratiquées de tous temps ; elles ont été restaurées et améliorées récemment sous l'influence des Contrôleurs civils.

Ces irrigations ont un caractère spécial ; on utilise sur de véritables cônes de déjection de torrents, les eaux sauvages des grandes crues ; ces eaux divaguent toujours par suite de leurs colmatages ; elles coupent des digues qu'il faut réparer et redresser en hâte, ce qui est incompatible avec les règlements de l'Administration des Travaux publics, qui prescrivent des enquêtes, dépôts de plans, devis de travaux, etc. Le maintien et même le développement de ces irrigations s'est fait malgré les règlements sur la conservation et la police du domaine public, et non sans soulever à l'origine de nombreux conflits entre les diverses administrations.

Ce n'est pas parce que l'eau ne paye pas en Tunisie, que les particuliers, certainement bons juges de leurs propres intérêts, ne recherchent pas les concessions d'eau du domaine public : c'est parce que ces concessions sont toujours précaires, révocables et sans garantie contre les prétentions des tiers, qu'ils s'abstiennent et qu'ils continueront à s'abstenir.

C'est la législation actuelle qu'il faut réformer dans son esprit et ses textes, pour donner à la Tunisie un régime qui puisse être aussi bien-faisant pour la mise en valeur de ses eaux que l'a été la législation minière tunisienne pour l'exploitation du sous-sol.

La législation minière a posé le principe que toutes les mines sont à l'Etat, que le tréfonds exproprie la surface pour le service de l'exploitation, que les concessions de mines sont perpétuelles exemptes de toute précarité, moyennant l'exécution des clauses d'un cahier des charges.

En matière d'eau, la législation de 1885 a posé le principe que toutes les eaux sont à l'Etat, sauf au cas de titre reconnu. Pour que ce principe fondamental puisse donner tous ses effets utiles, il faut le compléter par les mesures qui semblent nécessaires et les mieux appropriées pour garantir les concessions de tout arbitraire et de toute précarité et permettre la meilleure utilisation de l'eau. Ces mesures sont :

1^o Institution d'une publicité analogue à celle des purges hypothécaires pour connaître les droits vrais ou prétendus des riverains ;

2^o Octroi de concessions fermes, exemptes de toute précarité, pour une durée limitée, comme il est fait dans le droit italien, suivant un

cahier des charges et à des conditions que nous examinerons ultérieurement ;

3° Institution d'une servitude d'aqueduc, analogue à celle qui peut grever tous les fonds agricoles pour le service des mines, et analogue à la servitude d'aqueduc du droit italien ;

4° Modification de la loi de 1885 en ce qui concerne les sources.

Ces diverses mesures doivent faire l'objet d'études spéciales ; nous ne pouvons que signaler ici le but principal qu'elles doivent chercher à atteindre.

II. Publicité à l'encontre des tiers. — On a pu craindre dans divers cas que les concessions de barrage données par les beys ne soient pas atteintes par la prescription et que les tiers puissent revendiquer ces droits ; on a craint également que des concessionnaires d'une prise d'eau sur le lit inférieur d'une rivière puissent se plaindre d'un détournement ultérieur d'eau dans les parties amont. Une publicité pourrait être organisée ; elle aurait pour effet de mettre les personnes qui pourraient prétendre à des droits, en demeure de les réclamer et de les justifier ; faute par elles de les faire valoir dans les délais impartis par les décrets, elles pourraient ou être déchues complètement, ou être privées de toute jouissance directe pendant la durée de la concession annoncée ; leurs droits d'usage des eaux, sans être frappés de déchéance complète, pourraient être transformés en un simple droit à une partie de la redevance qui serait payée par le concessionnaire.

II. Précarité, conditions et durée des concessions. — La précarité des concessions, l'absence de toutes règles fixes dans leur révocation sont les conditions formellement voulues par les législateurs de 1896 ; ces conditions constituent le principal obstacle à la mise en valeur du Domaine public, ainsi que la prétention de l'Administration *d'imposer au concessionnaire une redevance proportionnée aux bénéfices directs qu'il peut tirer de l'entreprise.*

Ces conditions constituent le mal qu'il est nécessaire de combattre, d'extirper complètement de la législation tunisienne pour permettre la mise en valeur des eaux du Domaine public, mise en valeur qui sera pour l'Etat une source importante de bénéfices directs ou indirects.

En Italie, où le régime des eaux est arrivé à un point de développement tel qu'il est cité comme le plus perfectionné du monde, les concessions sont généralement données en adjudication aux enchères et pour une durée de trente années au maximum.

Ces conditions devraient être imitées en Tunisie ; la concurrence fixerait la valeur des concessions ; elle serait vraisemblablement faible

à une première adjudication, mais il est probable que les prix se relèveraient dans la suite ; la concurrence entre agriculteurs et industriels serait dans beaucoup de cas une cause de hausse.

La durée des concessions n'exécède pas trente ans en Italie ; un pareil terme est suffisant pour les établissements industriels et les cultures annuelles ; le serait-il suffisamment pour les plantations de palmiers dans le Sud ? Sur ce point spécial, une enquête seule peut donner les éléments d'une réponse approfondie. Les concessions d'eau pour l'alimentation publique sont toujours perpétuelles.

III. **Servitude d'aqueduc.** — Nous avons déjà rappelé que la législation minière tunisienne prévoit la nécessité, pour le concessionnaire d'une mine, d'occuper une partie des terrains du dessus et de créer des chemins d'accès aux gisements, sans que le propriétaire de la surface puisse s'y opposer ; il n'a droit qu'à une indemnité équitable qui peut être fixée à l'amiable ou, en cas de contestation, par le Directeur général des Travaux publics. En Italie, pour permettre, d'une part, à l'Etat, propriétaire des eaux, de les concéder aux prix les plus élevés et, d'autre part, aux concessionnaires de les amener sur leurs lieux d'emploi avec les moindres frais et dans les meilleures conditions d'utilisation, on a établi la servitude obligatoire d'aqueduc. Cette servitude a pour effet de permettre l'établissement des conduites, soit à ciel ouvert, soit souterraines, sur les fonds intermédiaires ; les propriétaires de ces fonds ne peuvent s'y opposer et n'ont droit qu'à une indemnité calculée en raison de la gêne qu'on leur fait subir. Cette servitude permet d'obtenir de toutes les eaux leur maximum de rendement, soit qu'on veuille les employer comme force industrielle, soit qu'on veuille les conduire sur les terres les plus favorables aux irrigations.

Cette servitude obligatoire d'aqueduc, inconnue dans la législation métropolitaine française (1), ne serait donc pas, en raison de l'exemple de la législation minière tunisienne, une innovation complète en Tunisie.

(1) NOTE DE L'AUTEUR. — Depuis cette conférence, il m'a été signalé l'existence d'une loi française du 29 avril 1845, sur les irrigations dont l'article 1^{er} est ainsi conçu :

« ART. 1. — Tout propriétaire qui voudra se servir pour l'irrigation des eaux naturelles ou artificielles dont il a le droit de disposer, pourra obtenir le passage de ces eaux sur les fonds intermédiaires, à la charge d'une juste et préalable indemnité. »

Cette loi constitue un heureux précédent pour les modifications à demander en Tunisie ; toutefois elle est peu connue parce qu'elle est peu usitée ; et elle est peu usitée parce qu'elle est trop restrictive. On ne peut obtenir le droit au passage de l'eau que pour l'irrigation ; or, si l'on veut s'en servir pour l'alimentation ou un usage industriel on est exposé à une demande de suppression de la servitude.

La législation tunisienne, pour assurer la meilleure utilisation des eaux, devra donc autoriser la servitude d'aqueduc, sans se préoccuper du mode d'emploi.

IV. Sources. — Le décret de 1885, confirmé par les décrets de 1896, a maintenu les sources dans le Domaine public. Cette prétention excessive n'existe, à notre connaissance, dans aucune législation; la législation italienne elle-même, qui a cependant reconnu à l'Etat la propriété de toutes les eaux courantes, a maintenu au bien-fonds la propriété des sources. Il est difficile, en effet, de concevoir une utilisation économique des sources loin de leur point d'émission; les frais de captage et de conduite seraient généralement hors de proportion avec leur utilisation; les propriétaires du fonds, qui sont frustrés de cette jouissance traditionnelle, voient avec peine l'envahissement de leurs terres par les troupeaux qu'on y mène abreuver, et loin de faciliter l'entretien des sources, ils aident à en détruire les abords, à les rendre impraticables, quand ils ne les aveuglent pas avec des pierres.

L'établissement d'un pareil droit a pu se justifier au lendemain de l'occupation, à une époque où on ignorait tout des ressources hydrauliques du pays, et où on avait besoin d'assurer l'alimentation publique. Aujourd'hui où ces besoins et les ressources correspondantes sont à peu près connus, le maintien d'un tel droit ne pourrait plus s'excuser.

La Cour d'appel d'Alger, la Cour de Cassation ont d'ailleurs admis qu'il suffisait aux propriétaires des sources de faire la preuve de leurs droits de propriété sur le fonds pour avoir droit aux eaux. Il suffira à l'Administration de mettre la législation tunisienne d'accord avec la jurisprudence générale pour montrer qu'elle veut réellement développer l'hydraulique agricole.

Cette esquisse de la législation qu'il faudrait appliquer en Tunisie, doit être complétée par un rapide examen des conditions qui conviennent plus spécialement aux grands barrages-réservoirs.

La création de ces barrages a été souvent demandée; les envasements et le peu d'empressement que les agriculteurs algériens ont mis à se servir de leurs eaux, leur ont valu une défaveur telle, que la Direction générale des Travaux publics s'est généralement opposée à leur établissement en Tunisie.

Quelques chiffres sont utiles pour montrer leur coût d'établissement et leur prix de revient par mètre cube et par hectare à irriguer; nous les empruntons au *Traité des Irrigations*, de M. Ronna, (voir p. 50).

La consommation d'eau varie par hectare suivant les cultures irriguées et la nature du sol; si on admet une consommation moyenne de 5.000 mètres cubes, la dépense d'établissement du réservoir n'est guère inférieure à 750 francs et peut s'élever bien au-delà.

Le régime des concessions d'eau est variable, mais on peut dire, d'une façon générale, que les eaux ne peuvent être utilisées que par des conces-

BARRAGES-RÉSERVOIRS pour l'irrigation et l'alimentation

(Algérie 1858-1884)

DIGUES et RÉSERVOIRS	COUT des TRAVAUX	CONTENANCE TOTALE	COUT DE L'EAU en réservoir par m ³
	francs	mètres cubes	francs
L'Hamiz.....	3.000.000	13.000.000	0 23
L'Habra.....	4.000.000	30.000.000	0 13
Les Cheurfas.....	1.160.000	16.000.000	0 07
Le Sig.....	596.000	3.500.000	0 17
Le Tlélat.....	200.000	550.000	0 36
La Djidionia.....	450.000	2.000.000	0 22
L'Oued Meurad.....	400.000	892.000	0 45
TOTAUX...	9.806.000	65.942.000	

sionnaires à titre perpétuel; c'est-à-dire par des personnes qui s'engagent à grever leurs terres d'une rente perpétuelle, généralement élevée et supérieure à 40 ou 50 francs. Les concessionnaires doivent prendre en outre à leur charge, le curage et l'entretien des canaux. Les propriétaires riverains n'avaient guère l'expérience de l'emploi de l'eau; les conditions économiques n'étaient point toujours très favorables, aussi beaucoup se sont abstenus pendant longtemps de grever leurs terres d'une charge de longue durée dont ils ne voyaient point les compensations assurées.

Les barrages-réservoirs furent, par suite et au début, une mauvaise affaire financière, leur envasement, les accidents les ont rendus souvent plus mauvais encore à ce point de vue.

De tels précédents, les sommes considérables à engager pour quelques hectares à irriguer, sont des raisons suffisantes, à elles seules, pour expliquer l'opposition des Directeurs généraux des Travaux publics.

Personnellement, pour ces précédentes raisons, nous n'hésitons pas à déclarer que les barrages-réservoirs pour irrigation, ne doivent pas être une *entreprise d'Etat*, mais, par contre, nous ne mettons pas en doute leur utilité, et leur possibilité d'être une bonne affaire financière

pour une société commerciale qui aurait les moyens de s'intéresser aux entreprises agricoles qu'elle permettrait de créer.

Une société qui établirait un barrage-réservoir devrait aider les propriétaires des terrains à irriguer en leur avançant les capitaux nécessaires pour la construction des canaux d'amenée et le drainage ; elle devrait ensuite aider aux cultures par des avances d'engrais, de semences et surtout par l'établissement des moyens de transformation des produits, et la recherche de leur meilleur écoulement.

Les prairies irriguées donnent beaucoup d'herbe, cette herbe est payée le plus cher par les vaches laitières ; la transformation du lait en beurre et en fromage donne les meilleurs résultats quand elle a lieu dans des usines centrales, coopératives ou non, qui réunissent plusieurs milliers de litres de lait chaque jour et qui s'occupent du placement des produits transformés, soit sur place, soit sur des marchés éloignés.

Les cultures fruitières n'ont donné de bons résultats qu'autant qu'elles ont pu s'appuyer sur des organismes industriels et commerciaux pour la transformation ou le séchage des fruits et leur expédition sur des lieux de vente souvent éloignés.

De toutes façons la création d'un grand centre d'irrigation doit amener une transformation profonde des productions de la région irriguée. Cette transformation ne peut avoir lieu qu'avec le concours de capitalistes qui apportent d'une part les capitaux nécessaires à la production et à la vente, et d'autre part l'expérience de ce qui se fait en d'autres lieux, même très éloignés.

La possibilité de réunir capitaux et compétences industrielles et commerciales, est du ressort des grandes sociétés anonymes, bien plus que de l'Etat ; aussi pour tout ce qui concerne l'établissement des barrages-réservoirs dont le nombre pourrait être considérable en Tunisie, nous n'hésitons pas à préconiser leur concession à des sociétés anonymes comme il est fait pour les mines ou les gisements de phosphates.

Nous n'insisterons pas actuellement sur les modalités des concessions, qu'elles soient perpétuelles ou temporaires à trente ou soixante ans, sur leur octroi à l'inventeur ou à l'adjudicataire le plus offrant ; le point essentiel pour la mise en valeur des richesses hydrauliques très considérables de la Tunisie, est d'obtenir la modification de la législation actuelle dans un sens réellement libéral, dont l'exemple nous est donné par la législation italienne.

GEORGES BARRION,

Ingénieur Agronome.

COMMENT AMÉLIORER NOTRE RÉGIME DES EAUX ?

Dans un pays fréquemment désolé par de longues périodes de sécheresse, c'est un spectacle affligeant vivement l'esprit que de voir, après chaque grosse pluie, d'énormes masses d'eau aller se perdre à la mer, non sans avoir auparavant, par leur impétuosité, dévasté les cultures, endommagé les constructions et les voies de communication et parfois occasionné des catastrophes comme celles que nous avons eues à déplorer en octobre dernier.

Est-il possible de remédier à cette situation, de refréner cet instrument de dévastation et de le transformer en un élément de richesse ? Telle est la question obsédante qui se pose et à laquelle il ne faut pas songer répondre sans une étude attentive des données de ce problème.

RUISSELLEMENT. — Pour bien se rendre compte de la manière dont se forme un torrent, il est indispensable d'aller un jour de forte pluie, en automne, dans la montagne et de la gravir jusqu'à la crête c'est-à-dire jusqu'à la ligne de partage des eaux. En examinant en ce point les petits filets auxquels donne naissance la partie de l'eau qui n'est pas absorbée par le sol, on constate que leur vitesse est très modérée par rapport à la pente et que cette eau de ruissellement est encore presque pure, elle ne contient guère que des débris végétaux : feuilles mortes, brins d'herbe sèche, ainsi qu'on peut le vérifier en prélevant un petit échantillon et en le laissant reposer.

Suivons ces petits filets, ils ne tardent pas à se réunir pour former des ruisseaux, la vitesse d'écoulement, qui est fonction de la déclivité et de la masse, augmente avec cette dernière. On observe que l'eau commence son travail d'érosion, désagrégant, délayant et entraînant les particules du sol sur lequel elle coule.

Au fur et à mesure que l'on descend sur les flancs de la montagne, que le ruisseau grossit, on voit le liquide devenir de plus en plus boueux et l'expérience montre que le format des éléments solides, charriés, augmente ainsi que leur proportion par litre, si bien que, lorsque notre cours d'eau a acquis l'importance suffisante pour mériter le nom de torrent, il emporte non seulement du limon et du sable, mais encore des graviers, des pierres, des broussailles arrachées et même des rochers et des arbres. Lorsque la pente vient à diminuer, le mouvement peut se ralentir et le torrent abandonne une partie des matières solides, les plus grosses, qu'il entraînait. Mais, une nouvelle déclivité provoque-

t-elle une accélération, l'érosion recommence et la proportion des matières solides augmente encore.

Lorsque le torrent débouche dans la plaine, la force acquise lui conserve pendant un certain temps sa vitesse qui décroît ensuite. Alors, au phénomène de l'érosion que nous venons d'observer dans la montagne, succède celui de la sédimentation, c'est-à-dire que l'eau laisse déposer des alluvions, en premier lieu les éléments les plus grossiers les graviers, puis les sables et enfin les limons qui ne se précipitent que très lentement.

FACTEURS DU RUISSELLEMENT. — Le volume d'eau que roule un torrent dépend de la surface de son périmètre d'alimentation, de la tranche d'eau reçue et de l'intensité avec laquelle elle est tombée, ce qui se rapporte à la pluviométrie, et d'autre part du rapport de l'eau de ruissellement à la totalité de l'eau tombée. Ce rapport varie sous l'influence de divers facteurs ; les principaux sont la perméabilité, l'état de dénudation de la montagne et la déclivité.

La perméabilité dépend de la composition chimique du sol et de son état physique. La stratigraphie nous fournit à ce point de vue de précieuses indications.

C'est ainsi qu'en Tunisie les marnes forment les montagnes et les collines les plus imperméables, couvertes de nombreuses et profondes ravines, tandis que les grès et les calcaires, surtout s'ils sont très fissurés, laissent l'eau pénétrer facilement dans le sous-sol.

L'état de dénudation de la surface a un effet très sensible sur le ruissellement. Celui-ci est énorme en automne quand de grosses pluies tombent sur les terrains que la sécheresse estivale a dépouillés de toute végétation ; c'est à cette époque que les inondations sont les plus fréquentes et les plus calamiteuses. Au contraire en hiver ou au printemps lorsque l'herbe a poussé, la proportion d'eau retenue est bien plus grande.

C'est pour cette raison que les effets de nos étés torrides et secs donnent un caractère absolument spécial à notre régime des eaux et nous empêchent de nous servir des chiffres calculés pour l'évaluation du rapport de l'eau de ruissellement à l'eau pluviale tombée dans des pays de climat différent et en particulier de ceux donnés par l'illustre Belgrand pour la région parisienne ; on ne peut guère plus se baser sur les études du bassin de la Durance, par Lebauve, qui prouve que la fraction de ruissellement varie de 0,18 à 0,42 par les plus fortes crues dans des montagnes très déclives et imperméables, sous un climat qui a quelque analogie avec le nôtre.

Donc, il serait très utile que nous eussions la valeur de ce rapport pour quelques bassins de la Tunisie, afin de pouvoir tableer sur des chiffres lors de l'élaboration des projets de travaux hydrauliques; souhaitons que nos services techniques entreprennent des recherches de ce genre et nous tirent de l'ignorance à ce sujet.

MOYENS DE DÉFENSE. — Avant de passer en revue les différents procédés employés ou préconisés pour la lutte contre les eaux sauvages ou pour leur utilisation, il importe de rappeler que le problème affectant, suivant les cas, des formes très diverses, telle solution convenant à une situation particulière ne s'appliquera pas forcément à d'autres. Il faut donc éviter de généraliser et s'efforcer simplement de déterminer pour chaque système les conditions qui amèneront à lui donner la préférence.

C'est l'expérimentation qui nous fixera à ce sujet, elle nous permettra d'apprécier les résultats de chaque procédé et, en comparant ceux-ci à la dépense nécessaire, d'évaluer le prix de revient du mètre cube d'eau retenue et, en même temps, celui de la protection des biens.

En plaine et en côteau, de nombreux propriétaires, pour se mettre à l'abri des eaux torrentielles, ont tenté de les maintenir au moyen de levées de terre, dites *tabias*, et de fossés. Dans bien des cas ces ouvrages n'ont malheureusement pas répondu à l'attente de ceux qui les avaient entrepris; ils ne peuvent protéger que de petites surfaces et dans certaines situations. Si la configuration du sol ne permet pas de donner au fossé une pente régulière calculée en raison de la vitesse d'arrivée de l'eau ni d'en tracer les courbes avec un rayon suffisant, le torrent détruit les travaux qui lui sont opposés soit en les transformant en ravines de dimensions inattendues, soit au contraire en les comblant par les alluvions qu'il apporte. En outre, si dans une crue exceptionnelle le plan d'eau s'élève plus haut qu'on ne l'avait prévu, la protection peut devenir négative parce que le courant retenu un moment par les digues, acquiert au moment de leur rupture un élan brusque qui accroît sa faculté de destruction.

Le *boisement* a pendant longtemps été considéré comme le véritable remède à l'irrégularité de notre régime des eaux. Nous n'avons pas l'intention de rappeler en détail les arguments respectifs des partisans et des adversaires de cette méthode pour déterminer si la forêt est la cause ou la conséquence de la pluviométrie et d'autre part si les futaies, taillis ou maquis de diverses essences augmentent le débit des sources et puits voisins ou consomment plus d'eau qu'ils n'en retiennent. Du rôle précieux et incontestable de protection du sol contre l'érosion que

jouent sur les pentes abruptes et dans le fond des ravins l'arbre et la broussaille, on ne saurait raisonnablement déduire que le salut doive être attendu du boisement général de nos montagnes. Il faut bien reconnaître que celui-ci rencontre du fait du climat des obstacles qui le rendent sinon impossible du moins trop coûteux pour que son extension sur d'aussi grandes surfaces soit réalisable. Enfin, une assez nombreuse population pastorale vit tant bien que mal sur les territoires qu'il s'agirait de boiser, la première condition de l'opération étant leur mise en défens absolue, comment dès lors subsisteraient ces gens ?

Les *barrages réservoirs* rendent dans certains cas de grands services à l'agriculture en emmagasinant les eaux de ruissellement et en permettant leur emploi en irrigations. On peut leur reprocher de n'avoir aucune action sur les inondations torrentielles dans la région située en amont, puis de constituer pour celle qui est en aval un danger permanent beaucoup plus grave que celui des crues ordinaires (catastrophe de Perrégaux en 1881). D'autre part les lacs ainsi créés s'ensavent rapidement parce qu'on est amené à les établir à la base des montagnes et par conséquent à l'endroit où les eaux sauvages contiennent la plus forte proportion de matières solides en suspension.

La méthode la plus séduisante de protection contre les inconvénients du ruissellement excessif est celle de la retenue de l'eau au point même de son arrivée sur le sol ou du moins le plus près possible de ce point, méthode dont la première application fut faite par M. Dumont sur sa propriété du Khanguet. Elle consiste à arrêter tous les petits filets d'eau avant qu'ils aient pu se réunir pour former le torrent; c'est en quelque sorte une adaptation du précepte : diviser pour régner.

L'eau n'ayant acquis ni masse ni vitesse, on peut l'arrêter facilement. Le grand avantage du procédé c'est qu'elle n'est pas encore chargée de limons, ainsi que nous l'avons vu en examinant le mécanisme du ruissellement. Or, dans tous les travaux se rapportant aux torrents, l'ensablement est le grand ennemi : l'eau s'évapore ou s'infiltre, mais les éléments solides restent.

La méthode peut être mise en pratique de différentes façons suivant les cas.

On peut se contenter de faire de simples trous en jetant la terre du côté de l'aval, bien entendu, et en calculant les dimensions à leur donner d'après la surface dont ils recevront l'eau. Il faut avoir soin de ménager du côté où le sol est le plus résistant un déversoir qui, si une grosse averse vient à dépasser les prévisions, permettra à l'excès d'eau de s'écouler sans dégrader les bords.

Ce système est particulièrement recommandable lorsqu'un terrain

peu perméable repose sur un sous-sol qui l'est davantage, on augmente alors beaucoup l'infiltration en formant des petits puits absorbants. Il est donc utile de se renseigner sur la nature du sous-sol en faisant de distance en distance des sondages à un mètre ou 1^m 50 de profondeur au moyen d'une tarière.

Quand on a affaire à une pente assez unie et régulière pour que le cours des ruisselets ne soit ni permanent ni bien visible, il y a avantage à remplacer les trous par des tranchées de niveau dans lesquelles le prix de revient du mètre cube remué est moindre. Pour le tracé de ces tranchées, le niveau de poche de géologue, constitué par un simple tube annulaire en verre à moitié rempli d'eau, permet de juger assez exactement de la position respective de deux points peu éloignés et peut rendre de grands services en évitant l'emploi d'instruments plus précis, mais aussi plus coûteux, plus lourds et plus longs à déplacer.

Lorsque des terrains voisins sont de nature et de perméabilité très différentes il faut préférer le procédé qui consiste à amener, par des rigoles ou des tranchées de dérivation à faible pente, les eaux des terrains imperméables sur les surfaces susceptibles de les absorber plus rapidement. Cette manière d'opérer est aussi à préconiser pour les montagnes très imperméables, où l'infiltration totale serait trop difficile à obtenir et où l'on arriverait ainsi à ralentir et à régulariser le ruissellement qu'on ne peut supprimer.

S'il s'agit d'un coteau en pente assez douce et d'une terre de qualité suffisante pour que sa mise en culture soit praticable, celle-ci améliorera le régime des eaux à condition de faire des labours profonds parallèlement aux lignes de niveau, d'éviter l'ameublissement exagéré de la surface et d'employer exclusivement la charrue double pour supprimer les dérayures susceptibles de se transformer en ravines.

Dans une montagne couverte de roches dures et compactes, le ruissellement peut être diminué au profit de l'infiltration en multipliant les crevasses et les diaclases par des coups de mine donnés de préférence avec un explosif très brisant (dynamite riche en nitroglycérine, dynamite-gomme).

L'aménagement des pentes sera avantageusement complété par celui des ravins et des oueds consistant en séries de petits barrages en terre ou en pierres sèches, économiques et faciles à réparer parce qu'établis avec les matériaux trouvés sur place.

Dans tous ces procédés, c'est l'infiltration qui bénéficie de ce que l'on a soustrait au ruissellement; toute l'eau accumulée dans les profondeurs du sol assurera l'alimentation des sources et des puits. On sait dans

quelle angoisse l'appauvrissement des nappes phréatiques et l'abaissement du plan d'eau mettent les habitants de certaines localités, aussi comprendra-t-on que cette face du problème suffise amplement à en rendre urgente la résolution.

APPLICATION. — Les moyens d'action que nous venons d'énumérer ne peuvent être employés actuellement que si les surfaces à aménager appartiennent à celui qui a intérêt à leur mise en pratique.

Sur un domaine s'étendant d'une crête à un thalweg, englobant tout un bassin et dont les parties basses sont ravagées par les eaux ruisselant des coteaux, un propriétaire avisé y recourra de sa propre initiative.

Mais dans la réalité, ces conditions se trouvent rarement réunies, les torrents qui dévastent les plaines viennent en général d'autres enchirs, d'où impossibilité pour les victimes de se protéger autrement que par les fossés ou *tabias* si défectueux dont nous avons parlé tout à l'heure.

Comment remédier à cette situation provenant des intérêts non pas contraires mais dispersés et s'opposant à l'application de la défense méthodique ?

Tout d'abord semble s'imposer une réforme de la législation, donnant aux œuvres d'hydraulique agricole la qualité de travaux d'utilité publique et autorisant les intéressés à les entreprendre sous la seule réserve de payer une indemnité aux propriétaires auxquels elle porterait un préjudice réel.

Notons en passant que dans l'immense majorité des cas, les retenues d'eau et les ouvrages de défense contre le ruissellement, loin de causer un dommage quelconque aux terres sur lesquelles ils sont faits, leur donnent une plus value évidente en accroissant leur productivité.

La réalisation de tous les travaux hydrauliques dépend d'autre part de la constitution de syndicats locaux. Le problème affecte les formes les plus diverses suivant les régions, leur pluviométrie, les autres conditions météorologiques et la nature des terrains ; il ne se pose pas du tout de la même manière à Bèjà qu'à Nabeul, à Tunis qu'à Tozeur. Les colons installés dans le pays depuis plusieurs années, qui connaissent ses ressources et ses besoins, qui ont eu l'occasion d'observer les oueds temporaires, de noter leurs points de formation, leurs itinéraires, les dégâts qu'ils commettent, peuvent, plus facilement que des étrangers à la localité, déterminer l'importance et l'urgence relatives des œuvres à entreprendre.

Souvent en un point une dépense minime pourra donner d'excellents résultats tandis qu'en d'autres endroits les sommes nécessaires seraient hors de proportion avec les bénéfices à attendre ou même avec la valeur

des biens à préserver. Il y a donc une série d'études, d'estimations, de classements à entreprendre que seule permettra la collaboration d'un service technique et des syndicats locaux.

Enfin, l'État doit contribuer à cette œuvre non seulement par des avances remboursables, mais aussi par des subventions, au moins dans certains cas ; car l'aménagement des montagnes en augmentant le débit des nappes souterraines profitera à la collectivité et d'autre part, mettra l'outillage public, chemins de fer, routes et ponts à l'abri d'une cause trop fréquente de destruction. Cette dernière considération suffirait à justifier amplement la participation directe du Gouvernement à de nombreux travaux.

On a quelquefois mis en doute l'opportunité de consacrer à l'hydraulique agricole des capitaux importants, en objectant qu'ils n'y trouveraient qu'un emploi peu rémunérateur : l'eau ne paierait pas ; ainsi se résume cette opinion à l'appui de laquelle on cite quelques exemples plus ou moins probants. Répétons encore une fois qu'il faut se garder de généraliser les conclusions tirées de cas particuliers ; l'utilité de l'irrigation varie avec les conditions de sol et surtout de climat ; suivant que l'on considère des régions désertiques, arides ou humides, elle est indispensable, utile ou superflue. Cependant même dans des contrées recevant 600 millimètres de pluie et davantage on pourrait citer de remarquables résultats obtenus par l'arrosage des cultures fourragères, industrielles, maraîchères, arbustives, ainsi que celle des primeurs là où les circonstances la permettent.

Si l'on imagine l'énorme surcroît de productivité et de prospérité que procurerait à la plus grande partie de la Tunisie l'extension des irrigations, si l'on évalue d'autre part ce que nous coûtent chaque année en moyenne les inondations torrentielles, on admettra sans conteste que la meilleure utilisation de l'eau que nous mesure parfois si parcimonieusement le ciel, est un des progrès les plus féconds et les plus tangibles que nous puissions réaliser.

L. DELAPORTE.

SUR UNE MÉTHODE

permettant l'alimentation plus abondante des puits et des sources

Je me suis proposé d'examiner brièvement devant vous, aujourd'hui, les conditions générales de l'hydrologie de ce pays et les perspectives qu'elle nous offre, de contrôler très rapidement les résultats des méthodes poursuivies jusqu'à présent par l'Administration en vue d'une amélioration de ce régime, enfin, et surtout, de vous soumettre les résultats pratiques d'une méthode d'aménagement de nos collines et de nos plateaux, en vue d'une alimentation plus abondante de nos puits et de nos sources.

J'ai dit nos sources, et voilà un mot qui risque de m'aliéner l'attention de beaucoup d'entre nous.

Sans doute, au souvenir de la désespérante aridité de leurs ravins durant neuf mois de l'année, ils se demanderont en faveur de quels lointains mortels je prétends traiter un sujet d'une fraîcheur si peu africaine.

Ce pessimisme et le mépris que nous affectons si souvent pour un pays où, cependant, nous sommes presque tous fixés pour la vie, sont-ils bien justifiés ?

Et, parce que nous ne pouvons pas demander à ce climat et à ce sol précisément ce que nous sommes habitués à demander au sol, au climat de France, s'ensuit-il que nous ne puissions pas en obtenir autant, ou peut-être davantage à condition que ce soit autre chose ?

Je ne songe pas, évidemment, à nier la rareté de nos sources, la médiocrité du débit de nos puits, mais, tout d'abord, ces conditions de l'hydrologie africaine apparaissent-elles comme constantes dans le passé ?

Non, et M. le Docteur Carton n'aura pas manqué de vous le rappeler. Les captages romains ou byzantins sont légion sur ce territoire et sur des points où l'on ne relèverait plus à l'heure actuelle, le moindre suintement.

La première explication et la plus naturelle devant la mystérieuse disparition de ces sources, est celle d'une modification du climat ; elle a été souvent mise en avant et défendue par de bons esprits. Vous savez qu'elle a été fortement combattue, en revanche, et par d'excellents arguments que je ne puis rappeler ici.

La question est trop grave, toutefois, pour que nous puissions nous

désintéresser de ce vieux débat, et nous puiserions dans la certitude que nous rencontrons ici les conditions de milieu précisément qui ont permis à une civilisation brillante de fleurir, de trop puissants motifs d'un optimisme fécond pour que vous ne m'excusiez pas de sortir un instant de la partie technique de ce sujet et d'apporter à cette thèse la contribution d'arguments qui peuvent y avoir leur valeur.

Parlant à un public d'agriculteurs, je ne citerai que des arguments d'ordre purement agricole, et, dans cet ordre d'idées, deux textes que j'emprunte à Pline le Jeune et qui me paraissent caractéristiques :

Lorsque, par exemple, constatant que le sarclage des céréales est une pratique courante en Italie, il ajoute : « Mais en Afrique, à Cyrène, toutes ces opérations sont rendues inutiles par la bénignité du climat : là, la sécheresse empêche les mauvaises herbes de pousser ».

Vous savez combien la poussée de l'herbe dans les céréales est caractéristique de la pluviométrie : à Bèja, à Mateur, l'herbe constitue facilement un danger ; ce danger est bien moindre à Tunis et au Cap Bon, il est presque nul à Sfax, et tout à fait sans doute à Tripoli, comme il l'était au temps de Pline.

Si le climat avait été plus humide, même dans une proportion assez faible, le texte de Pline n'aurait plus eu sa raison d'être.

Ailleurs il parlera du palmier et constate qu'à Gabès « le fruit du palmier est doux, mais que sa saveur se perd » tandis que « l'Afrique intérieure, vers les Garamantes et le désert (le Djerid est ainsi parfaitement désigné), est pleine de palmiers remarquables par leur grandeur et l'excellence de leurs fruits ».

Il n'est rien, vous ne l'ignorez pas, de plus sensible à l'humidité atmosphérique que le fruit du palmier, et Pline le savait bien, qui dit ailleurs « cet arbre n'est productif que dans les contrées brûlantes ».

Les dattes de Gabès sont aujourd'hui sans plus de saveur ni de valeur qu'au 1^{er} siècle, et celles du Djerid et du Souf toujours aussi estimées. Il suffit pour constituer une telle différence d'une faible augmentation de l'humidité à Gabès, et d'ailleurs, dans le Djerid cette année même, la récolte a été diminuée de plus de moitié en quantité et en qualité du fait de trois jours de pluie à l'automne.

L'olivier lui-même, dont les abondantes récoltes à l'époque romaine ont été si souvent relevées, fructifie d'autant mieux que le climat est plus sec. La récolte calculée par pied est moindre dans les régions les plus arrosées de la Tunisie, qu'à Sfax ou à Gabès, et vous savez qu'en climat très humide, aux Antilles par exemple, il ne fructifie plus.

Je vous citerai, enfin, ces rendements de 100 pour 1 dans la Byzacène, de 120 et 130 pour 1 dans la Cyrénaïque qui reviennent si souvent sous

la plume des géographes latins et que nous vérifions rigoureusement aujourd'hui dans les mêmes conditions.

Ils signifient simplement que la quantité de semence y est extrêmement faible par unité de surface et qu'elle subit une décroissance en raison directe de la pluviométrie.

On sème dans les plus belles terres à blé de France, en Soissonais ou en Flandre à raison de 100 et même 250 kilos à l'hectare et une récolte de 32 quintaux n'y correspond encore qu'à un rendement de 16 à 14 pour 1.

Dans le Nord de la Tunisie les indigènes ne sèment déjà plus qu'à 70 ou 80 kilos, et dans le Sud, à Triaga, à 20 kilos seulement pour en effet, jusqu'à 100 pour 1 et davantage dans les bonnes années. Quels chiffres peuvent indiquer plus de constance dans le climat de la Byzacène ?

Il y aurait trop à dire encore là-dessus ; je n'ajouterai plus qu'une preuve, celle qu'on peut tirer de la constitution même des sols — en relation si étroite avec le climat, que vous pourrez en observer toute la gamme depuis les régions les plus arrosées jusqu'aux plus sèches — depuis les terres fortes du Bejaoua et des Mogods jusqu'aux sables de plus en plus légers que vous rencontrez en allant vers le Sud malgré *des origines géologiques identiques*.

Nos sols donc suffiraient à établir que les modifications climatologiques de l'Afrique du Nord remontent bien au-delà de la période historique.

Au cours de cette période même, en revanche, dans la durée des quatre siècles de l'occupation romaine, nous relèverons facilement les traces d'une modification profonde non pas dans la pluviométrie, mais dans l'hydrologie, entre l'abondance relative que nous révèlent les travaux de l'époque la plus récente et la pénurie sur laquelle insistèrent tous les auteurs du 1^{er} siècle. Je n'ai pas besoin de vous rappeler par exemple, la description de Salluste à ce moment, mais je vous citerai encore un mot de Pline le Jeune à la même époque : « Certains animaux et, en Afrique, le bétail ne boit que tous les quatre jours... ». Il est difficile de supposer que ce fut par goût ou par régime, précisément dans un pays plus chaud et plus sec, car les descendants de ces ascétiques animaux boivent aujourd'hui volontiers beaucoup plus souvent, leur abstinence n'étant jamais dûe qu'à des raisons de force majeure comme sans doute dans la période que nous citons.

Pour ces raisons et pour beaucoup d'autres il apparaît comme infiniment vraisemblable que l'hydrologie africaine a subi successivement au cours de la période historique deux évolutions marquées et de sens contraire malgré la constance des conditions climatologiques ; elle s'est

considérablement améliorée durant la méthodique occupation réalisée par Rome et ses colons, puis, progressivement, au cours de la période historique qui nous en sépare, le régime des eaux superficielles est redevenu sensiblement ce qu'il était avant une première mise en valeur du sol.

Peut-on mieux dire que nos prédécesseurs sont intervenus directement dans l'alimentation des nappes aquifères et que, de l'abandon de leurs méthodes et de leurs travaux est résultée la pénurie actuelle, et dans cet exemple ne puiserons-nous pas le plus précieux des encouragements à une époque où nous disposons de moyens techniques singulièrement supérieurs ?

Il n'y a rien de paradoxal d'ailleurs à parler de l'enrichissement des nappes aquifères et de la production des sources. Quelle est, en effet, l'origine des nappes d'alimentation des puits et des sources ?

Sauf exception, ce sont les précipitations reçues dans un bassin, de périmètre généralement restreint, et dont une partie pénètre en profondeur selon des chemins plus ou moins nombreux, qu'il s'agisse d'affleurements très perméables directement ou de failles, de fissures entre des bancs par eux-mêmes peu perméables.

Pour que l'eau qui pénètre en profondeur puisse devenir utilisable à un moment donné, il est essentiel, évidemment, que le sol dans lequel elle pénètre ne soit pas indéfiniment perméable en profondeur, c'est-à-dire que, fréquemment, à une distance suffisamment proche de la surface, une couche imperméable limite le mouvement de descente.

Si cette couche imperméable arrive à affleurer en un point plus bas que le niveau supérieur de l'eau ainsi arrêtée il y aura source. Dans le cas contraire il sera possible de recouper la nappe aquifère au moyen d'un puits.

Pratiquement aussi on rencontre à peu près partout cette alternance de couches perméables et imperméables nécessaires pour la constitution d'une nappe aquifère, condition nécessaire mais non pas suffisante.

En effet, le débit d'une source résulte de la différence entre la quantité de pluie tombée et les quantités perdues par ruissellement et par évaporation physique ou physiologique.

Trois facteurs par conséquent : précipitation, ruissellement, évaporation, lesquels sont fonctions soit du climat, soit du sol.

Sommes-nous donc de par notre climat ou de par notre sol réellement déshérités ?

En ce qui concerne la pluviométrie, si nous nous reportons au tableau établi par M. Ginestous, dans lequel il compare les précipitations reçues par le sol dans la période d'octobre à mai inclusivement, pour la Tunisie

d'une part et pour la France de l'autre, nous constaterons que la presque totalité de la Tunisie, le Sud excepté, se trouve plus arrosée pendant cette période que le bassin de Paris, lequel ne reçoit que 300 à 650 mm.

Or, cette période est au point de vue de l'alimentation des sources la seule à envisager. Les autorités comme Balgrand établissent, en effet, que les pluies d'été sont sans aucune influence dans ce sens pour le bassin de la Seine, la reprise par l'atmosphère les compensant à peu près.

L'évaporation, en revanche, et durant la même période, est pour la Tunisie beaucoup plus forte. Encore faut-il s'entendre: ceci n'est vrai que d'une surface d'eau libre exposée à l'action des agents atmosphériques, lequel cas nous n'avons pas à envisager. Si nous parlons de l'évaporation de l'eau reçue par le sol à l'état de pluie et y pénétrant en partie, on conçoit que la reprise par l'atmosphère sera sensiblement en raison directe du *nombre de jours de pluie*, toutes choses égales d'ailleurs.

Il est difficile de généraliser et surtout de préciser beaucoup sur ce point, la question du sol devenant primordiale, mais il est certain que l'écart en faveur de la France pour ce qui concerne la quantité d'eau non évaporée doit se trouver fortement réduit du fait qu'un même total de précipitations a lieu en 75 jours à Tunis et en 210 à Paris.

Reste le *ruissellement*. Ici, la proposition se trouve inversée et, du fait que précisément nos précipitations ont lieu sous forme de chutes peu nombreuses mais massives, à grand débit horaire, la part de ruissellement devient énorme, contrairement à ce qui aurait lieu en France. Sur des roches même perméables, sur des terres non labourées, tassées par l'action scolaire des eaux météoriques, l'infiltration est presque nulle, aussi longtemps du moins que l'homme n'intervient pas.

Vous le voyez, Messieurs, en résumé, pour ce qui concerne nos nappes aquifères: précipitations très suffisantes, évaporation normale, réduite même sous notre climat à un minimum si l'eau reçue en quantités massives a chance de pénétrer directement à une certaine profondeur, enfin, ruissellement intense, auquel est imputable la pauvreté de nos nappes aquifères.

La solution du problème est bien simple évidemment: *toutes choses égales d'ailleurs, enrayer le ruissellement*.

Pour nous, hommes du Nord, à qui l'absence de l'arbre fera toujours sentir l'exil, cette lapalissade s'est malheureusement formulée autrement: boiser, puisque l'arbre dans la montagne arrête le ruissellement. Au reste, ne sait-on pas qu'en été une forêt est une asile de fraîcheur ?

C'est fort bien, mais toutes choses restent-elles bien égales d'ailleurs, ainsi que nous y insistons en posant le problème ?

Vous savez que la théorie de la montagne boisée génératrice de sources, théorie qui n'a pu germer que dans le cerveau d'hommes venus des pays froids et humides et que les latins, nos pères, ont très vraisemblablement ignorée, est aujourd'hui encore la théorie officielle en Algérie comme en Tunisie. Je ne veux pas discuter ici les arguments fournis en faveur d'une doctrine qui commence à être fortement battue en brèche : s'il n'est pas contestable que l'arbre diminue le ruissellement, contribue au maintien des terres et joue à ce point de vue un rôle précieux, il ne paraît pas moins certain qu'il emploie à se nourrir lui-même la plus grande partie de l'eau qu'il arrête. Il ne l'arrête pas d'ailleurs au moment où elle atteint le sol et ce qui explique le mieux son action, c'est qu'il retient la pluie dans ses feuilles, le long de ses aiguilles, la répartit sur une surface d'évaporation énorme par rapport à la surface du sol qui aurait été saturée et finalement restituée directement à l'atmosphère la plus grande partie de l'eau tombée.

La perte de ce chef pour les résineux serait d'au moins de 50 % imputable à la retenue par le feuillage, d'après les mesures expérimentales de M. Dessoliers que je devrai désormais citer presque exclusivement. La couche d'humus qui constitue le sous-bois en absorbera une autre part qu'elle retient énergiquement au point de ne le céder ni au sous-sol ni même aux plantes au delà d'une certaine limite vite atteinte et enfin l'arbre, du seul fait qu'il vit et respire, en évapore, en transpire par son feuillage une proportion considérable que ses racines iront prendre dans le sol en profondeur, d'autant plus activement, d'autant plus profondément que l'arbre est plus rustique.

On s'étonne, d'ailleurs à bon droit, que l'arbre dont la puissance évaporatrice a été si victorieusement démontrée quand il s'est agi d'assécher les marais, revendique en même temps la faculté de transformer la montagne en éponge. Je pourrais prendre un exemple local et citer les pentes du Bou-Kornine où je vois bien qu'il a fallu monter beaucoup d'eau de la plaine pour constituer les boisements, mais je ne sache pas qu'il en soit jamais sorti une goutte de plus depuis cette époque.

Je n'ai pas évidemment la prétention de trancher en quelques mots des problèmes de cet ordre et de bousculer ainsi une doctrine qui a reçu l'adhésion d'esprits éminents, mais la question pour moi est tout autre.

Nous avons le devoir, nous colons, d'être des réalistes avant toute chose. Une théorie qui reste spéculative ne peut être qu'une

distraktion pour nous, si intéressante qu'elle puisse être, mais, dans la pratique, nous n'avons à nous incliner que devant l'expérience, *devant le fait*.

La théorie du boisement générateur de la source pourrait être étayée sur les inductions les plus séduisantes, nous n'en avons cure aussi longtemps qu'elle ne donne pas les résultats promis. Le fait est celui-ci. Depuis 1880 cette méthode est appliquée strictement à l'Algérie, les procès-verbaux pour délits de pacage, incendies, coupes non autorisées se comptent par millions dans des périmètres dits forestiers où trop souvent une maigre broussaille n'arrive que péniblement à vivre malgré tous les gardes champêtres du monde. Le résultat, en ce qui concerne la genèse des sources et des nappes aquifères, est encore égal à 0.

Pour 2.800.000 hectares de terrains forestiers, le débit total des sources, soigneusement enregistré et contrôlé par l'Administration, est de 817¹790 à la seconde, soit, par rapport aux précipitations sur ce périmètre, un rendement de 2,5 ‰. Pour 1.000 mètres cubes d'eau reçus par la forêt elle en restitue 2^m 5, sous forme de source.

Ces calculs sont encore trop généreux sans doute, car dans les périmètres forestiers se trouvent englobés des massifs pierreux, dénudés, qui fournissent quelques belles sources, par une déconcertante ironie. Faut-il d'ailleurs rapprocher de ces chiffres le débit de la fontaine de Vaucluse, soit 17.000 litres à la seconde pour un bassin versant consciencieusement reconnu et contrôlé de 165.000 hectares constitué par les massifs exclusivement rocheux et pierreux, mais décapés et fissurés du Ventoux, du Luberon et du Vaucluse, dépourvus de toute végétation, mais où le rendement sous forme de source atteint 60 ‰, 600 ‰ si voulez comparer à 2,5.

Un tel rendement est d'ailleurs atteint en plein Sahara où des précipitations arrivant uniquement sous forme de chutes massives sont reçues sur des massifs perméables en grand et comme tels parfaitement dépourvus de tout manteau végétal.

Si les chiffres que j'ai cités tout à l'heure ne suffisent pas, sans doute, à condamner définitivement la théorie de la montagne boisée, en tant que théorie, ils suffisent du moins à condamner l'application de la méthode en vue de résultats pratiques et suffisamment rapprochés.

Remarquez que nous n'avons même pas à savoir quelle est la part des incendies, des abus de pâturages, etc., dans les causes d'un échec comme celui que nous constatons. L'expérience a duré 80 ans et les conditions en étaient normales. Attendrons-nous 80 ans de plus dans l'espoir de résultats un peu plus concluants où sommes-nous décidés à

demander à l'Administration d'abandonner un sillon si longtemps stérile, que nous ne pouvons plus considérer son effort dans cette voie comme justifié par l'ombre d'un prétexte.

Je me garderai d'ailleurs de toute généralisation excessive. Aucun de nous ne voudra méconnaître le rôle bienfaisant de l'arbre dont les racines et le couvert contribuent puissamment à retenir les terres, à empêcher cette corrosion du sol si fréquente et si dangereuse sur les pentes de nos montagnes et de nos coteaux. Aussi chaque fois qu'on le pourra, devra-t-on s'efforcer de réaliser le brisement des contreforts imperméables qui ne sauraient, en tout état de cause, donner par eux-mêmes naissance à des sources, mais dont la présence est indispensable pour leur affleurement aux niveaux les plus élevés. Le brisement jouera là un rôle éminemment conservateur et peut-être même par sa présence contribuera-t-il à rendre plus fréquentes et plus abondantes les précipitations atmosphériques, bien que ceci reste fort douteux.

En tous cas, il paraît essentiel de préserver de tout revêtement végétal ces massifs gréseux et surtout calcaires si fréquents en Tunisie, dont la perméabilité directe à l'état nu nous est démontrée par de nombreux exemples et qui ne saurait donner lieu ni à des éboulements ni à des corrosions bien intenses, à aucune même si on leur appliquait les systèmes de protection si nombreux qui ont été préconisés dans les contrées et dans les conditions les plus diverses en vue de limiter le ruissellement et de favoriser l'infiltration.

Je ne ferai que citer les *barradines* de la France, les terrasses à flanc de coteau ou sur les lignes de thalweg de la Sicile, des Baléares ou des Matmata. De tels procédés constituent de sensibles améliorations et limitent d'une façon déjà très efficace les ravages des inondations.

« D'après M. du Coudray La Blanchère, la base essentielle du mode d'aménagement adopté par les Romains en Afrique, consistait dans l'établissement d'un très grand nombre de petits barrages en pierres sèches de 1^m 50 de hauteur moyenne sur chaque ravin. Ces murs retenant les terres charriées par les eaux et se transformaient rapidement en terrasses. A chaque pluie les eaux retardées dans leur course par ces paliers successifs s'infiltraient dans ces remblais: le régime de chaque ravin était ainsi amélioré, les crues moins subites. Par suite, les barrages-réservoirs créés à l'aval ont pu aisément leur résister malgré les modestes épaisseurs de leur maçonnerie.

« Quoique toutes ces déductions soient légitimes en principe, ce serait, croyons-nous, se faire illusion, que d'espérer modifier, d'une façon sensible, l'importance des crues.

« Ces petits barrages ont leur utilité propre; ils facilitent la circu-

lation des hommes et des animaux d'une rive à l'autre, le travail de la terre, son maintien. Ils s'opposent à l'approfondissement du lit, diminuent les érosions des berges. Par suite, la masse de terre amenée aux barrages-réservoirs sera moindre; mais pour ce qui est de l'atténuation des crues, elle sera bien minime.

« En effet, la retenue d'eau, ainsi créée, est tout au plus égale à la moitié de la capacité du vide avant colmatage. Or, si on calcule ces capacités pour des thalwegs et des berges de diverses inclinaisons, on trouve que, même avec des pentes n'ayant pas plus de 30°, ce qui s'applique à un ravin bien peu montueux, il faut employer 28 mètres cubes de pierres pour retenir 14 mètres cubes d'eau. Avec des pentes plus fortes l'utilisation sera encore moindre, il faudra employer 3, 4, 5 mètres cubes de pierres pour retenir un mètre cube d'eau. Nous ne croyons pas que l'on puisse imaginer de système de retenue plus onéreux.

« Supposons cent barrages de 10 mètres de largeur de couronnement sur les inclinaisons de 30°, nous aurons employé 2.800 mètres cubes de roche pour retenir 1.400 mètres cubes d'eau.

« Ce serait absolument dérisoire comme résultat et considérable comme dépense. Ces terrasses ne peuvent donc, en rien, diminuer les crues, mais, par contre, elle peuvent permettre d'obtenir un filet d'eau de quelque durée et à bien des points de vue elles sont utiles.

« Un premier progrès important sera réalisé, dans le régime des eaux, si l'on substitue à ces terrasses, *une série de fossés tracés suivant les courbes de niveau, se raccordant aux ravins avoisinants à l'aide de petits barrages de dérivation, c'est-à-dire sans hauteur, construits en fascines et piquets.*

« Ce système de fossés a été déjà proposé bien des fois, mais on n'en a pas poussé l'étude assez loin et l'on peut accroître considérablement son efficacité. Tels qu'ils ont été proposés jusqu'à ce jour, ils offrent les avantages suivants :

1° Il n'y a plus à craindre ici que des pluies torrentielles occasionnent de grands dégâts. Seuls les petits barrages en fascines pourront avoir besoin de quelques réparations si l'on a eu soin de régler l'admission de l'eau dans les fossés de telle sorte qu'ils n'en puissent dériver qu'un volume limité et ne point déborder ;

2° *Le mètre cube de capacité d'emménagement correspond ici à l'extraction d'environ un mètre cube de terre, tandis qu'avec les terrasses de retenue il faut plusieurs mètres cubes de pierres ;*

3° *Les surfaces d'absorption et d'imbibition sont beaucoup plus considérables ;*

4° Les limons ne sont point perdus. A chaque curage on les répandra sur les terrains, on assurera ainsi leur fertilité ;

5° Enfin, les fossés d'irrigation sont ici tout créés, il n'y a rien à faire pour utiliser l'eau.

« Ce système est donc supérieur au précédent *et il est suffisant si l'on se propose de faire seulement des cultures arbustives en montagne, mais il y a lieu de le perfectionner si l'objectif principal est de créer des sources permanentes.*

« *En ce cas, il conviendra de tracer les fossés de telle sorte qu'ils traversent les affleurements des terrains perméables sous-jacents ou bien, s'il n'y a pas d'affleurement, de creuser dans le fond des fossés, en des points convenablement choisis, des puits descendant jusqu'aux bancs perméables.* L'eau s'emmagasinerà dans les terrains et après quelques pluies on verra naître des suintements. Un drainage collecteur les amènera en un point convenablement choisi, la source sera créée.

« Quoique ce système soit moins onéreux que celui des terrasses de retenue, il l'est encore beaucoup trop et il sera généralement *beaucoup plus avantageux d'aménager les eaux sur des plateaux et non sur les flancs des montagnes.* »

Les lignes que je viens de lire sont empruntées à une remarquable brochure de M. Dessoliers dont j'ai cité le nom tout à l'heure, ingénieur des Arts et Manufactures et colon à Tenès, depuis trente-cinq ans.

Je regrette très vivement que M. Dessoliers, retenu par ses nombreuses occupations, n'ait pu assister lui-même à cette réunion ainsi que nous l'y avons invité de la façon la plus instante, et qu'il m'ait laissé le soin d'exposer devant vous les théories dont je suis depuis longtemps l'adepte convaincu.

Le temps très limité dont je dispose ne me permet malheureusement pas de développer l'argumentation rigoureuse, si consciencieuse et si documentée par laquelle M. Dessoliers justifie l'emploi de ses procédés dont les résultats contrôlés depuis trente ans constituent d'ailleurs la meilleure apologie. Je ne puis que vous engager à vous procurer les ouvrages de l'auteur qu'une brève analyse risquerait de dénaturer.

La méthode vise à conserver *dans le sol*, plutôt qu'à la surface, la plus grande quantité possible de l'eau tombée sur un bassin déterminé, éliminant ainsi la perte par évaporation si élevée sous notre climat dans les réservoirs connus. Il est clair que le *réservoir souterrain* constitue bien le réservoir idéal s'il est possible de l'utiliser pour des

capacités considérables et d'en récupérer une proportion élevée sous forme de débit continu.

On cherchera donc à saturer une couche perméable en y faisant pénétrer par un petit nombre de points favorables les eaux des versants voisins dérivées au moyen de simples fossés. Suivant le cas la nappe aquifère artificiellement créée ou enrichie sera utilisée au moyen de puits ou d'un simple drainage si elle affleure à flanc de coteau.

Nous avons vu, en effet, que le grand obstacle à l'infiltration, autrement dit à la saturation des nappes aquifères sous notre climat, est le grand débit horaire des précipitations ayant pour conséquence l'intensité du ruissellement sur des pentes même faibles et sur des sols même perméables.

La condition indispensable est le *stationnement* (substitué au ruissellement (de masses d'eau assez considérables pour *saturer* une couche *profonde* de sol, lui fournissant par conséquent une quantité d'eau supérieure à celle qu'il est capable de retenir par lui-même dans ses pores, sans égouttement.

Des revêtements en pierrailles sur des affleurements perméables auraient déjà pour effet de ralentir considérablement le ruissellement et d'empêcher la formation d'un lacis de ravinement où l'eau glisse sans imbiber le sol corrodé ; ils contribueraient en outre à limiter dans une forte proportion la reprise par l'atmosphère.

Mais lorsqu'on se proposera de masser de fortes quantités d'eau dans une partie déterminée d'une nappe perméable avec l'intention de la récupérer en un point peu éloigné, l'un des procédés préconisés spécialement par M. Dessoliers permettra de rendre d'importants services :

« En 1883, nous eûmes à créer une ferme à 14 kilomètres à l'ouest de Tenès, au lieu dit Cap-Khala, sur le bord de la mer. Sa source la plus proche était fort éloignée et d'un débit minime. Notre premier soin fût de rechercher dans le sous-sol les eaux nécessaires à l'exploitation de la ferme ; quatorze puits de 10 à 25 mètres de profondeur furent successivement creusés dans un rayon de mille mètres, dans les points les mieux choisis.

« Aucun d'eux ne donne de résultat appréciable ; dans tous, les suintements recueillis étaient sans importance : dans tous, l'eau était plus ou moins saumâtre. Il fut dès lors évident qu'il fallait chercher autre chose.

« Partant de ce fait, qu'ici, comme en tous pays, les ravins, après chaque pluie, débitent des quantités importantes d'eau douce, il nous parut que la solution la plus logique consisterait à masser la plus

grande quantité d'eau possible sur un terrain déterminé, à l'abreuver jusqu'à sursaturation, c'est-à-dire jusqu'à production de sources.

« A l'aide d'un petit fossé, les eaux des ravins avoisinants furent dirigées vers la ferme, puis reçues là sur un terrain peu déclive, sur lequel avaient été élevés des bourrelets de terre de un mètre de hauteur. L'eau, après avoir rempli un des bassins ainsi formés, s'écoule par le trop plein dans celui d'aval, et ainsi de suite.

« Chaque année, ces bassins sont labourés. Le labour a pour but d'accroître la perméabilité superficielle, de faciliter la pénétration des eaux dans les profondeurs du sol.

« Pour faciliter l'assèchement de ces bassins, un drainage fut établi à travers. Ce drain aboutit à un puits de 7 à 8 mètres de profondeur qui pénètre dans une roche perméable. C'est elle qui constitue le véritable réservoir.

« Les bassins n'ont d'autre destination que de retenir provisoirement les eaux et de prolonger la période de fonctionnement de ce puits ou boit-tout. Peu à peu les eaux de drainage des bassins ont saturé ce banc de calcaire sablonneux et, quelques mois après, des suintements se manifestaient sur les pentes voisines. Un petit fossé collecteur fut creusé suivant la ligne des suintements et les dirigea tous sur un point : la source était créée.

« Le procédé consiste en somme à saturer d'eau un terrain convenablement choisi.

« Les travaux à exécuter sont les suivants :

1° Ayant fait choix d'un terrain peu déclive, situé dans le voisinage d'un ravin ou d'une dépression, et recélant dans ses profondeurs un ou plusieurs bancs alternativement perméables et imperméables, il faut le limiter par des bourrelets de terre, tracés suivant des courbes de niveau, de façon à créer la plus vaste capacité possible avec le minimum de dépenses.

« Moins le terrain aura de pente, moindre sera le coût, les bourrelets étant moins nombreux. Ce premier travail est en tout semblable à celui qu'on exécute dans le Midi de la France, pour la submersion des vignes ;

« 2° Si la couche de terre végétale est peu perméable, l'on accroîtra sa capacité d'absorption par un labour annuel, de plus, on creusera une ou plusieurs lignes de drains espacés de 10 à 20 mètres et aboutissant en un point du bassin inférieur ;

« 3° En ce point, on creusera un puits que l'on descendra jusqu'au terrain perméable ;

« 4° Un fossé dérivera sur ces bassins les eaux débitées par les ravins avoisinants, pendant la saison des pluies ;

« 5° Après un ou deux hivers, l'on verra le plus souvent des suintements se produire sur les pentes situées à l'aval ; on réunira ces suintements par un drain qui les dirigera sur le point où l'on veut créer fontaines et abreuvoirs.

« Le succès n'est pas certain. Il peut se faire que les eaux descendent dans les profondeurs du sol sans venir sourdre à la surface ; il peut encore se faire que les eaux obtenues soient saumâtres, c'est ce qui nous arriva. Pendant les premiers étés, elles étaient à peine acceptables pour le bétail ; depuis elles sont devenues bien meilleures. Il ne faut donc point que la salure du sol soit considérée comme un obstacle insurmontable.

« Enfin, dernière observation. Si des suintements existent, ne serait-ce que pendant l'hiver, dans les parages où l'on voudrait créer une source, il y a lieu de tenir grand compte de cette indication. Le sol réunit partie tout au moins des conditions propres à leur existence, il faut l'abreuver, le saturer d'eau et l'on réussira dans bien des cas à transformer ces suintements éphémères en une véritable source intarissable.

« Nous avons supposé jusqu'ici qu'il était toujours possible de trouver une dépression, un ravin à proximité, et que la source sourdrait sur les flancs de ces déclivités ; or il peut se faire que le terrain soit absolument plat, qu'il ne présente aucun ravinement de quelque importance. En ce cas, au lieu de créer une source, c'est-à-dire un filet d'eau émergeant du sol, nous capterons, à l'aide d'un puits, les eaux que nous y avons emmagasinées. La seule condition absolument indispensable est que le terrain ne soit pas indéfiniment perméable ou encore imperméable sur une trop grande profondeur. Ainsi suivant le cas nous engendrerons des sources ou nous assurerons l'alimentation des puits.

« En 1896-1897 nous avons fait une deuxième application de ces mêmes principes et avons aménagé près de notre ferme des Maïnis un étang d'absorption de 200 mètres de long sur 100 mètres de large, dont la digue principale à 3^m 25 de hauteur.

« Les eaux de l'oued Maïnis sont dérivées vers ce bassin de deux hectares de superficie dont la capacité était au début, avant tout colmatage, de 25.000 mètres cubes. Pendant les années pluvieuses cet étang se remplit plusieurs fois, ce qui donne lieu à des infiltrations considérables pouvant atteindre et même dépasser 100.000 mètres cubes. Le niveau phréatique s'est relevé dans les terrains avoisinants, notamment dans une noria située à 300 mètres à l'aval de l'étang, il nous est

devenu possible d'extraire de ce puits une grande quantité d'eau en été. En outre les terrains sont devenus plus frais et les récoltes plus abondantes.

« Enfin, un filet d'eau important sourd dans le lit de l'oued Maïnis ; malheureusement le point d'émersion est trop bas et trop proche du bord de la mer pour qu'il nous soit possible par simple dérivation d'irriguer des terres.

« Il eut été certes bien préférable de placer cet étang, non à 400 mètres du bord de la mer, mais bien à un kilomètre et plus. Mais cette vallée est très petite, et, d'autre part, les terrains en amont étaient déjà plantés en vigne lorsque nous comprimes qu'en cette aride région c'était à l'homme qu'il appartenait de créer les sources et d'alimenter les puits et les nappes aquifères.

« On ne saurait contester l'extrême simplicité de ces ouvrages, la sécurité qu'ils offrent en raison de leur situation non sur les lignes de thalweg, mais bien à bonne distance sur les rives ; le ralentissement considérable qu'ils occasionnent dans l'écoulement des eaux, pour peu qu'on les place à 500 mètres, à 1.000 mètres, de la dépression la plus proche. C'est au minimum ce même parcours que les eaux auront à faire au sein de la terre avant de sourdre sur les flancs ou au fond de cette dépression. « Or la vitesse des eaux dans les terrains perméables « peut se trouver réduite à des centièmes ou des millièmes de millimètre, à des fractions plus petites encore pour des sables très fins (1) ».

« Admettons une vitesse de $0^{mm}01$, l'eau parcourra en 24 heures $0^{m}864$ soit moins de 1 mètre ; ce n'est donc qu'après plusieurs mois qu'elle apparaîtra au jour si on le désire, à condition, bien entendu, que l'on ait tenu compte de la porosité réelle des bancs aquifères utilisés. »

Dans les premiers cas que nous avons cités, M. Dessoliers est parvenu à créer une source débitant 10.000 litres par jour en plein été et cela en utilisant le ruissellement de 50 hectares environ et au prix de travaux éminemment simples dont vous pourrez vous rendre compte par la photographie que vous avez sous les yeux.

La plus grande partie des limons des eaux dérivées se dépose dans les tranchées d'amenée à faible pente, une autre partie colmate légèrement la surface des bassins lesquels devront en conséquence être labourés de temps à autre. Enfin, une dernière partie s'arrête dans les sables fins qui forment la dernière couche des puits boit-tout. Ceux-ci en effet, de faible section, sont remplis au fond par du blocage, au-dessus par de la pierraille, puis de graviers, et enfin par du sable. Lorsque

(1) J. Dupuit. *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, p. 31.

cette calotte est colmatée par les vases, il suffit de l'enlever sur une profondeur de quelques décimètres et de la renouveler.

La méthode de M. Dessoliers présenterait donc, toutes les fois qu'il sera possible de l'employer, un grand nombre d'avantages. Extrême simplicité et économie des travaux, leur disposition en dehors des ravins ce qui supprime tout risque de destruction par les orages, la possibilité d'utiliser les eaux et les bassins pour des cultures arbustives, au plus grand profit de celles-ci, le curage des limons réduit aux tranchées et à la calotte des puits boit-tout, etc.

Elle est susceptible enfin des applications les plus simples et les plus étendues, depuis l'aménagement de quelques hectares de versant jusqu'à la régularisation d'un cours d'eau par une série de bassin d'infiltration disposés à des distances plus ou moins grandes des berges, sur les plateaux ou dans les alluvions pour le plus grand bénéfice des riverains, non seulement à l'aval, mais encore sur l'emplacement même des bassins.

Pour faire ressortir nettement quels grands accroissements des débits d'étiage acquerraient nos oueds, du fait de la copieuse irrigation et mieux encore de la submersion d'une partie de leurs vallées à l'aide des eaux surabondantes d'hiver, il nous faut compléter les indications que nous avons données sur les capacités hydrauliques des divers terrains.

Remplissons de sable sec et fin un cube de 1 mètre de côté, il va absorber 420 litres d'eau, soit 42%, du volume du sable.

Ce chiffre représente la capacité totale ou de saturation. Perforons la base de ce cube de multiples petits trous et laissons ressuyer le massif, il va s'écouler 200 litres d'eau, soit 20%, nous appellerons cette quantité : capacité de libre écoulement.

Grâce à l'adhérence pour les grains de sable des pellicules d'eau qui les enveloppent, le massif conservera 210 litres de liquide, soit 21%, quantité que nous avons dénommée antérieurement capacité de retenue.

Seule, l'eau de libre écoulement peut contribuer à l'alimentation des sources. Par contre, l'eau de retenue ne peut être reprise que par l'évaporation du sol, par la transpiration des plantes; et c'est grâce à elle que, malgré l'espacement des pluies et la perméabilité du sol, les terres végétales donnent de bonne récoltes.

Les chiffres ci-après donnent les valeurs de ces capacités pour divers terrains :

	CAPACITÉ totale ou de saturation	CAPACITÉ de libre écoulement	CAPACITÉ de retenue
	%	%	%
1° Menus graviers de 5 à 11 ^{mm} de côté.....	44	39,8	4,2
2° Très gros sable de 2 à 5 ^{mm} de côté.....	40	34,0	6,0
3° Sable fin calcaire, de plage.	41	20,0	21,0
4° Terre argilo-siliceuse.....	50	16,5	33,5
5° Mélange à parties égales de menus graviers et de sable fin calcaire.....	29	15,0	14,0

On voit par ces chiffres que la terre végétale elle-même peut donner lieu à des écoulements souterrains importants; mais en raison du très lent cheminement des eaux entre ses interstices la submersion devra être de longue durée et suivant composition du sol, nature des eaux, un prompt colmatage est à craindre. Par contre, et en raison même de la lenteur d'écoulement dans ces terrains, les zones d'inondation pourront être bien plus proches des berges que dans les alluvions graveleuses.

On voit en outre par ces chiffres que la grande capacité de libre écoulement des graviers est singulièrement réduite dès qu'ils sont mélangés de sable fin, et cependant dans l'échantillon n° 5 nous n'avions mélangé que du sable pur et du gravier, préalablement bien lavés puis séchés.

Finalement, pour nous placer dans des conditions de sécurité absolue, et bien que les auteurs qui ont effleuré ce sujet, sans l'approfondir, aient adopté 20 % comme vide disponible dans les terrains, d'alluvion nous établirons nos calculs sur le coefficient 12 % comme capacité de libre écoulement.

Supposons que l'oued dont nous voulons accroître le débit d'été coule dans une vallée dont les alluvions ont 3 mètres d'épaisseur au-dessus de la ligne de thalweg, ce qui est très modeste. Chaque hectare de terrain pourra absorber $10.000 \times 3 \times 0,29 = 8.700$ mètres cubes d'eau, si le terrain a été entièrement asséché par les végétaux, à la suite d'une longue période de sécheresse, et sur cette masse d'eau 3.600 mètres cubes pourront cheminer dans le sol et s'écouler vers la ligne de thalweg la plus voisine.

L'irrigation à saturation de 280 hectares de terrain graveleux ou sablonneux donnera lieu à un emmagasinement de 1.000.000 de mètres

cuves d'eaux souterraines susceptibles de circuler souterrainement au profit des riverains situés à l'aval.

Pour se rendre compte de la distance à laquelle la zone de submersion ou de surirrigation devra être des berges de l'oued, on pourrait creuser quelques puits ou encore utiliser les puits existants, faciles à alimenter pendant les pluies d'hiver.

A jour dit, on additionnera les eaux d'alimentation de fluorescène ou de tout autre liquide inoffensif doué d'un très grand pouvoir colorant.

En prélevant à intervalles réguliers des échantillons d'eau dans les puits voisins, on verra quel temps a mis l'eau colorée ou fluorescente pour parcourir un trajet déterminé; on en déduira la vitesse et finalement la distance à adopter.

De tout ceci, on peut conclure que grâce à quelques barrages de dérivation, destinés aux irrigations d'hiver, on peut améliorer très sensiblement le régime d'été de nos oueds; les terrains irrigués seront de préférence couverts de cultures arbustives: ils donneront en raison de la fraîcheur du sol et de la masse d'engrais apportée par les eaux de crue, d'abondantes récoltes.

Assurément des travaux de ce genre ne peuvent être certifiés qu'après une reconnaissance assez minutieuse des couches de terrain et le succès de la méthode ne peut être garanti en tout état de cause. Cependant, il est des cas, où, à la première inspection on en peut préconiser l'application: ce sont les cas si fréquents où nous observons dans nos coteaux, au cours de la saison pluvieuse, des suintements bien marqués, lesquels cessent à l'entrée de la saison chaude. Ils indiquent que les conditions nécessaires pour la création d'une source sont au moins partiellement remplies: affleurement d'une couche perméable avec soubassement imperméable. Il suffira presque toujours d'assurer une alimentation plus abondante de la couche perméable en un point suffisamment éloigné de l'affleurement pour obtenir une source pérenne.

Messieurs, je n'ai pu que vous exposer très sommairement, les grandes lignes de la méthode Dessoliers. Vous pourrez vous demander après les restrictions que j'ai dû énoncer, jusqu'à quel point son usage peut se généraliser, quelle est l'étendue des services qu'elle est appelée à rendre et à quel rôle elle peut prétendre dans la transformation de cette Afrique du Nord que nous avons entreprise?

A défaut de documents géologiques suffisamment nombreux et précis, je vous adresserai à ces documents qui restent gravés sur notre sol, à ces ruines des travaux berbères, romains ou byzantins. M. Dessoliers a relevé de nombreuses traces de ces travaux qui ne peuvent laisser

déoute sur leur destination; M. le D^r Carton en a cité de particulièrement caractéristiques au djebel Onk et à Kassem-Koutine où une série de puits allaient reprendre l'eau qui avait descendu jusqu'à la nappe aquifère, etc.

Il est vraisemblable que l'immense majorité de ces travaux consistant en simples levés de terre et en tranchées a disparu ne laissant subsister que ceux où le souci d'une certaine ordonnance avait exigé l'emploi de la maçonnerie.

C'est à la généralisation de leur emploi que l'on peut attribuer, entre autres, la remarquable densité de la colonisation agricole à l'époque de la *paix romaine* et non pas à la bienfaisance d'un climat différent de celui que nous connaissons aujourd'hui.

M. MALCOR.

LA PLUVIOMÉTRIE TUNISIENNE

ET

L'HYDRAULIQUE AGRICOLE

A la base de toute étude hydraulique, quel que soit le but que cette étude envisage : irrigation, dessèchement, mise en réserve des eaux, augmentation ou régularisation du débit des sources, etc., on trouve toujours un ensemble de données essentielles qui dépendent de deux sciences voisines intimement liées : la pluviométrie et l'hydrologie.

On conçoit que l'hydraulique, que l'on pourrait définir *l'art de canaliser dans un but bien déterminé les eaux qui circulent à la surface du sol ou à son voisinage*, doit, avant tout, connaître le régime pluvial de la région envisagée et la circulation naturelle des eaux à la surface de cette région.

Pluviométrie et hydrologie ne sont pas les seules sciences qui devront fournir à l'hydraulicien les éléments essentiels d'une solution rationnelle des problèmes de son domaine.

A la *géographie physique* et à la *topographie*, il devra demander l'allure des cours d'eaux, leur profil hydrographique, la caractéristique des bassins ou impluvium qui les alimentent, leur profil général ou profil hypsographique, leur étendue, la composition physique du sol qui les constitue, ainsi que son état de couverture ou de dénudation.

La *géologie* le renseignera sur la nature des roches, la structure et la disposition des couches qu'il envisagera tant au point de vue de leur perméabilité que de leurs dispositions relatives, etc.

Ainsi qu'on le voit, tout problème d'hydraulique est complexe. En Tunisie, pays neuf encore, l'étude scientifique débute à peine, c'est pourquoi nombre de ces données, pourtant essentielles, font encore défaut.

Toutefois, la pratique a donné des moyens empiriques qui ont fait leur preuve, on pourra très utilement s'en servir mais on ne doit les considérer que comme des moyens momentanément obligatoires qui devront céder le pas à la méthode rationnelle à mesure que progressera l'étude scientifique de notre Colonie.

Mais je m'empresse de laisser de côté ces aperçus généraux pour entrer, de suite, dans le sujet tout spécial de la pluviométrie tunisienne appliquée à l'hydraulique.

La météorologie, tout comme les autres sciences tunisiennes, n'a encore recueilli qu'un nombre restreint de données. Cependant les renseigne-

ments qu'elle peut fournir remontent à 1885 pour un certain nombre de régions.

Mais au cours des dix-huit dernières années, une documentation pluviométrique a été soigneusement poursuivie par la Direction générale de l'Enseignement.

Le nombre des stations qui, au début, était de 25, s'est accru peu à peu, à mesure que se développait la colonisation, il est aujourd'hui de 120 et constitue un réseau assez dense pour permettre de suivre le phénomène pluvial dans ses manifestations particulières à la plupart des régions de la Régence, depuis Dehibat, point Extrême-Sud, jusqu'à Bizerte.

Les observateurs sont les médecins militaires des diverses infirmeries de la Régence, les officiers des Affaires Indigènes des bureaux de l'Extrême-Sud, des instituteurs, des gardes forestiers et domaniaux, des agents des Travaux publics, auxquels il faut ajouter la précieuse collaboration de quarante-deux colons qui fournissent, avec le plus grand soin et la plus grande régularité, les relevés pluviaux qu'ils observent sur leurs domaines, quelques-uns ont déjà réalisé des séries sans lacunes, embrassant plus de douze années.

Dès 1901, les grands faits du régime pluvial tunisien ont été déterminés, autant que peuvent être déterminés les faits généraux d'un phénomène aussi irrégulier et aussi capricieux que le phénomène pluvial tunisien.

La carte de la répartition des pluies sur la Régence, établie à cette époque sur quinze années d'observations, sera très peu modifiée par les résultats plus précis et plus nombreux obtenus au cours des dix dernières années.

Cette carte montre que la Tunisie peut, au point de vue des pluies, être divisée en quatre zones :

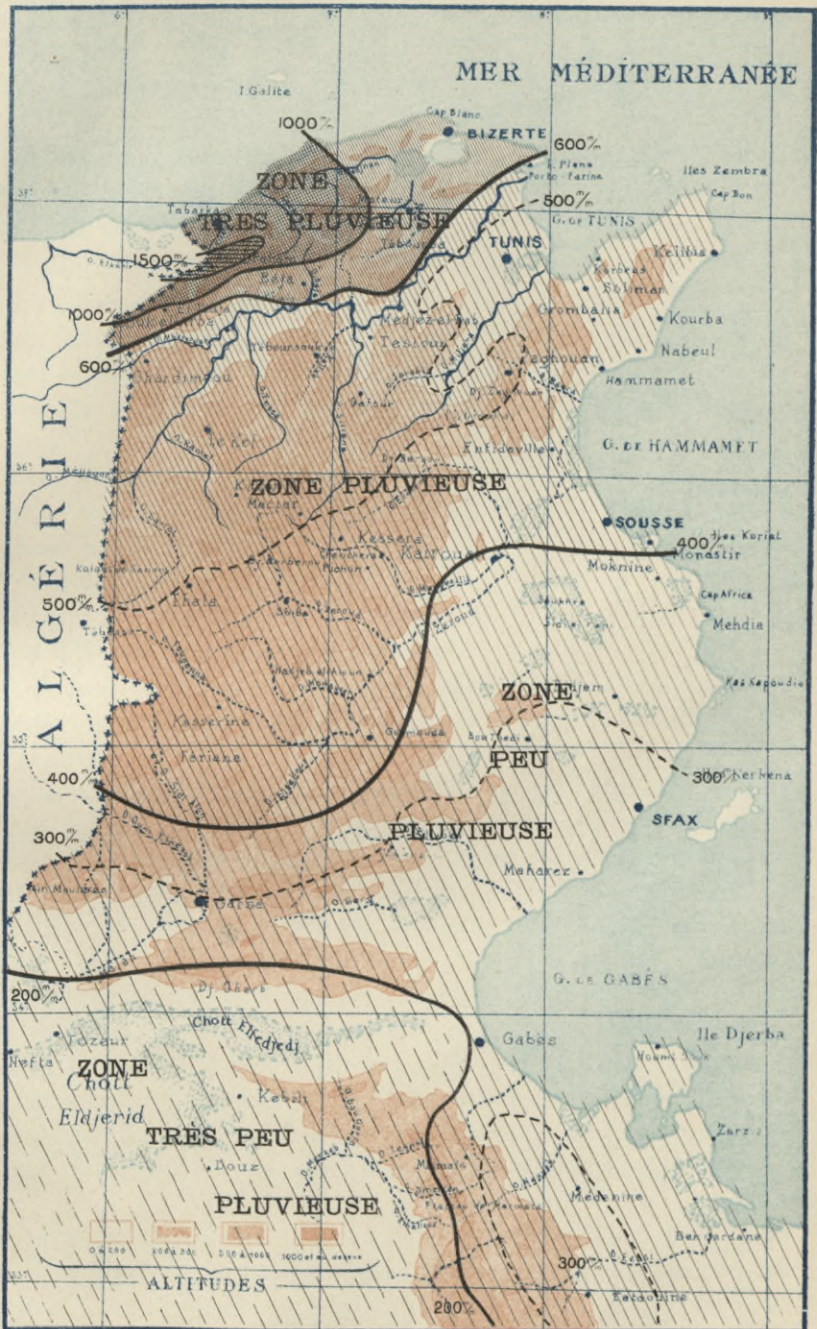
1^o *Zone très pluvieuse*, recevant annuellement de l'Ouest à l'Est de 1.260 à 600^{mm}. Elle comprend les massifs montagneux de Kroumirie, des Mogods, des Hédils et s'arrête à la Medjerda ;

2^o *Zone pluvieuse*, où les pluies varient de 400 à 600^{mm} recouvrant les hautes plaines du Centre, la presqu'île du Cap Bon et le Sahel de Sousse.

3^o *Zone peu pluvieuse*, sur laquelle les pluies annuelles sont comprises entre 200 et 400^{mm}. Elle correspond au versant Sud de la Dorsale tunisienne, à la série des bassins fermés qui forment les Sahels de Sfax et de La Skira, et se prolonge à l'Extrême-Sud sur le massif des Troglodytes ;

4^o Enfin la *zone très peu pluvieuse*, où les pluies ne dépassent guère 200^{mm}. Elle commence à Gafsa et s'étend au Sud sur la région des Chotts.

RÉPARTITION ANNUELLE DES PLUIES



IMP. LITH. A. BLAU FILS - COG. TUNIS

dressée par: D. GINESTOVS.

Cette carte a été dressée sur les données relevées au cours de la période 1885-1900. Les résultats acquis depuis 1900 modifient très peu l'allure des lignes isopluiométriques établies en 1900.

Voyons maintenant comment sont réparties ces pluies au cours de l'année.

En Tunisie, comme en Algérie, d'ailleurs, les pluies commencent en octobre et finissent en mai. On constate que le mois de février présente un léger fléchissement dans l'apport pluvial, fléchissement qui divise la saison pluvieuse en deux périodes bien distinctes :

Octobre-février et mars-mai.

Durant ces deux périodes, l'ensemble du territoire tunisien reçoit la plus grande partie des précipitations de l'année. C'est ainsi que les pluies de l'été comparées à l'ensemble des pluies totales n'en forment que :

Le 1/10^e pour la Khroumirie, le Cap Bon ;

1/15^e pour les régions de Tunis, Zaghouan, Grombalia et du Centre ;

1/20^e pour le Sahel ;

1/30^e pour les chotts ;

1/50^e pour le littoral du golfe de Gabès ;

enfin le 1/77^e seulement pour les Matmata.

Donc, de juin à septembre, c'est une longue période sèche, au cours de laquelle cependant se produisent quelques orages consécutifs à des coups de siroco.

Au point de vue hydraulique l'importance des précipitations de l'été est généralement très faible. En effet, à cette époque, la terre fortement insolée est sèche, le siroco a pris au sol toute l'humidité qu'il pouvait contenir ; et, même dans ses régions les moins perméables, dans celles où l'argile forme un revêtement compact, la sécheresse, les vents chauds, en craquelant profondément cette matière plastique et susceptible d'un grand retrait, en la durcissant, ont préparé la voie que suivront les premières pluies pour atteindre immédiatement la couche sableuse qui les absorbera, il n'y aura point de ruissellement, il n'y aura donc pas lieu de retenir ou d'endiguer les eaux sauvages dont le ruissellement ne se manifesterá pas. Telles sont les pluies de septembre qui sont l'amorce de la saison pluvieuse.

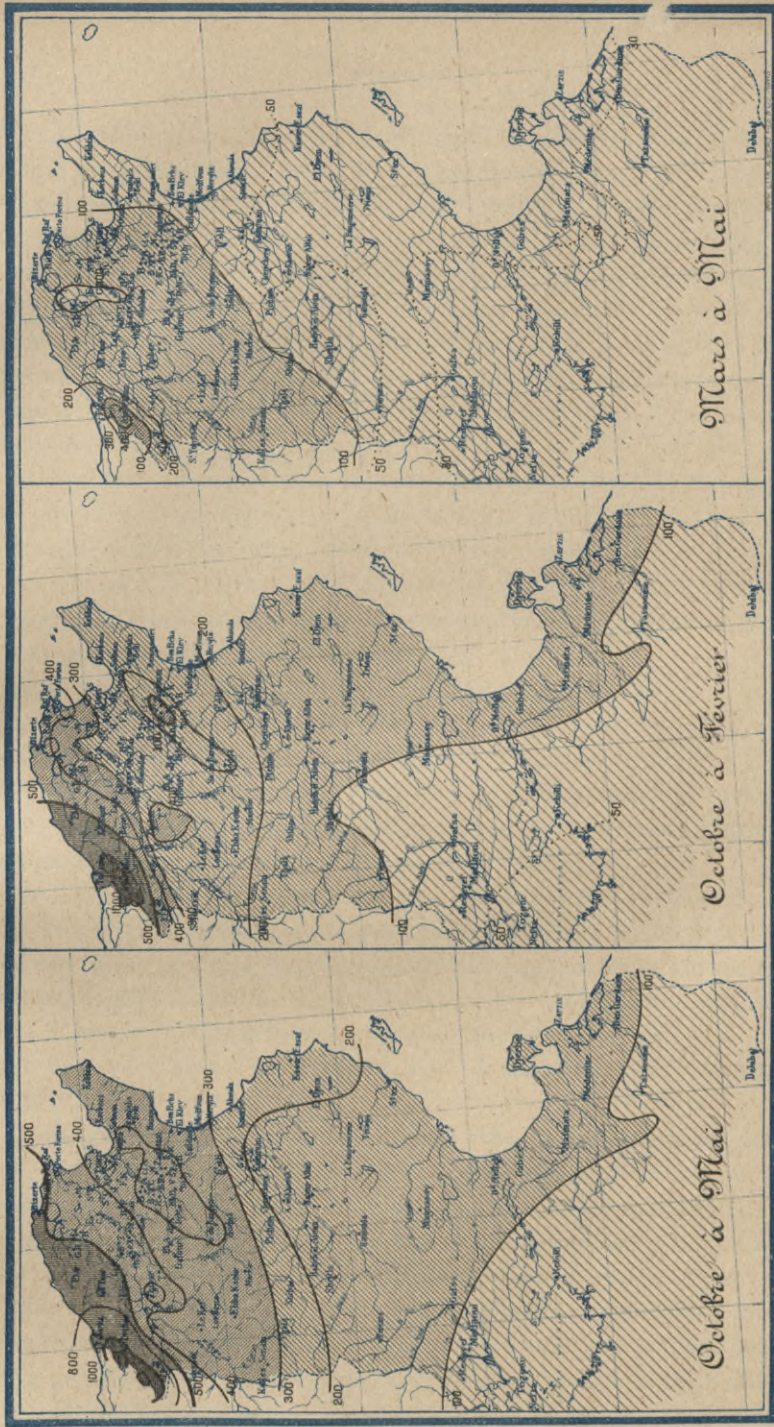
Pour étudier la répartition des pluies au cours de la saison pluvieuse, considérons la carte établie sur les moyennes des dix années 1900-1910.

Pour la période entière, c'est-à-dire d'octobre à mai, nous voyons la Khroumirie recevoir 1.000^{mm} et la région située au Nord de la Medjerdah plus de 500. La zone de 400^{mm} s'étend sur l'extrémité Nord de la

PÉRIODE 1900 - 1910

Moyenne de la répartition des pluies d'octobre à mai

	Octobre à février	Mars à mai	Octobre à mai		Octobre à février	Mars à mai	Octobre à mai
Aïn-Draham.....	1.136	419	1.555	Beaucastel.....	271	116	387
El-Fedja.....	862	332	1.144	Bir-M'Cherga.....	291	123	414
Djebel Abiod.....	570	165	735	Mograne.....	284	118	402
Béja.....	498	165	663	Bou-Remada.....	242	105	347
Le Munchar.....	395	137	532	Oudna.....	306	111	371
Saint-Cyprien.....	251	129	380	Zaghouan-Ville.....	260	169	386
Medjez-el-Bab.....	295	112	407	Saadiah du Bargou....	217	135	441
Enchir Trifat.....	284	137	422	Djebel Djouggar.....	208	128	336
Goubellat.....	237	120	357	Le Kef.....	252	112	364
Teboursouk.....	327	125	452	Thala.....	168	113	281
Le Thibar.....	336	176	512	Mactar.....	215	125	340
Zaouem.....	278	122	400	Kairouan.....	140	47	187
Enchir Amila.....	512	66	578	Cherichera.....	147	38	185
Bizerte.....	470	111	581	Cherahil.....	120	79	199
Porto-Farina.....	479	109	588	Gamouda.....	133	55	188
Mabtouha.....	336	106	442	Sousse.....	193	64	257
Tindja.....	304	80	384	El-Djem.....	174	38	212
Mateur.....	424	136	550	Sfax (Ecole).....	113	39	152
Aïn-Rhellal.....	448	155	503	Gabès (Santé).....	112	42	154
Selma.....	403	119	522	Djerba.....	164	49	213
Schuiggui.....	354	91	445	Ben-Gardane.....	100	32	132
Lansarine.....	408	103	511	Gafsa.....	85	23	108
Villejacques.....	345	91	439	Metlaoui.....	68	26	94
Tunis.....	280	108	388	Tozeur.....	39	24	63
Ben-Ayech.....	352	142	494	Nefta.....	45	39	84
Soliman.....	304	90	394	Kebilli.....	51	35	76
Grombalia.....	292	91	383	Matmata.....	124	62	186
Hammamet.....	305	79	384	Médénine.....	57	24	81
Kelibia.....	251	57	308	Tatahouine.....	81	21	102
Aïn-el-Asker.....	287	118	405				



RÉPARTITION MOYENNE DES PLUIES

pendant la saison pluvieuse : octobre à mai et au cours des deux périodes que comprend cette saison :

1° Octobre à février (pluies d'hiver); 2° Mars à mai (pluies de printemps)

Moyenne décennale 1900-1910

Dorsale tunisienne (Bargou, Zaghouan, Ressas, Boukournine) et les monts de Téboursok. Toute la Région Centrale et le Sahel de Sousse sont situés au Nord de la ligne de 200^{mm}. Enfin, mettant à part la région des Chotts et de l'Extrême-Sud, le reste du territoire tunisien reçoit 150 à 200^{mm}. Toutefois il est bon de remarquer que les lignes de 300 et 200 sont très rapprochées, accusant ainsi une chute brusque de l'intensité du phénomène pluvial, d'autre part, la ligne de 150 descend au-dessous de Fériana, vient contourner le golfe de Gabès montrant que la majeure partie du territoire Sud reçoit encore 150^{mm} d'eau (voir page entre 307 et 308).

Si, maintenant, nous considérons séparément chacune des époques, ces cartes nous montrent que, pour *octobre à février* :

La Khroumirie reçoit de 1.000 à 500^{mm} (voir page 307).

La région N-E., située au-dessus de la Medjerdah, et la plupart des massifs montagneux du Nord (Bou-Kournine, Zaghouan, Bargou, Djebel Gorrah) en comptent plus de 300.

Le Centre et le Sahel de Sousse en reçoivent plus de 150.

Enfin, au Sud du bled Gamouda, au-delà de Maknassy, le total descend au-dessous de 100 et n'atteint pas 50^{mm} sur les chotts.

Pour la deuxième période, c'est-à-dire de *mars à mai*, ces cartes montrent tout d'abord que sur tout l'ensemble de la Tunisie l'apport est beaucoup plus faible qu'au cours de la précédente.

La Khroumirie ne reçoit plus que 400 à 200^{mm}. Les Mogods et les Hedils 150. On retrouve cette même moyenne sur le Bargou et le Zaghouan. Mais la ligne isopluyométrique de 100 semble suivre de près la ligne de faite de la Dorsale tunisienne. Le versant Sud de cette chaîne et le Sahel de Sousse ne reçoivent plus que 50^{mm}.

Le Sahel de Sfax, les Matmata, l'Arad, sont recouverts par la zone de 30^{mm}.

Comparant les deux périodes on sera très près de la vérité en disant que, d'une manière générale, le total des pluies d'octobre à février (pluies d'hiver) est un peu plus du double de celui de mars à mai (pluies de printemps), cependant pour le Sud et l'Extrême-Sud, il tombe trois fois plus d'eau d'octobre à février que de mars à mai.

Telle est la distribution pluviale que la moyenne accuse. Cette moyenne repose sur dix années d'observations, période 1900 à 1910, on serait donc porté à penser qu'elle touche de très près à la normale des faits.

Il n'en est point ainsi, et il suffit de jeter un simple coup d'œil sur l'ensemble des dix cartes établies pour chacune des années de cette période pour voir apparaître le caractère dominant du régime des pluies tunisiennes qui est avant tout son *irrégularité*.

Je ne puis que citer quelques faits.

Examinons la ligne de 200^{mm} :

Sur la carte de la distribution moyenne nous la voyons longer la base Sud de la Dorsale, passer au Nord de Kairouan, contourner le Sahel de Sousse, et venir couper la côte au Nord de Sfax.

Les cartes annuelles font voir que cette ligne remonte vers le Nord pour les années :

1901-02, 1904-05, 1906-07, 1907-08, 1909-10, accusant ainsi une sécheresse générale pour les régions du Centre et du Sud.

Au contraire elle descend vers le Sud pour les années :

1900-01, 1902-03, 1904-04, 1905-06, 1908-09.

Si nous considérons les pluies totales mesurées en un même lieu pendant les dix saisons pluvieuses successives, là encore l'irrégularité sera évidente.

Du tableau de la page 323 je tire quelques nombres utiles montrant que les pluies annuelles ont varié pour :

Aïn-Draham de 1982 ^{mm} à 1038 ^{mm} différence 944 ^{mm}		
Téboursouk ...	576	260
Zaouem.....	524	314
Bizerte	744	362
Tunis.....	477	149
Aïn-el-Asker...	511	279
Mactar	590	170
Sousse.....	404	117
Sfax	294	91
Gafsa.....	178	76
Metlaoui.....	140	71

D'autre part, si nous précisons les époques où ces extrêmes ont eu lieu, là encore nous serons frappés par l'irrégularité que nous constaterons :

Le maximum a lieu, en

1902 à Djerba ;

1903 à Tataouine ;

1904 à Sousse ;

1906 à Aïn-Draham, Béja, Zaouem, Bizerte, Tunis, Beaucastel, Sfax ;

1907 à Metlaoui, Nefta ;

1909 à Ben-Gardane ;

1910 à Téboursouk, Gafsa ;



1900-1901

Octobre-mai. — La répartition est très voisine de la normale. Toutefois la totalité des pluies est légèrement inférieure à la moyenne décennale.

Octobre à février. — Pluies suffisantes; cependant la région du Centre et le Sahel de Sfax sont en déficit.

Mars à mai. — Le déficit se maintient sur le Sahel de Sfax et remonte au nord de Kairouan.



1901-1902

Octobre à mai. — Toute la région située au Nord de la Medjerdah (Khroumirie, Chiahia, Nefza, Edill) reçoit la quantité moyenne en pluie. Il en est de même pour l'Extrême-Sud, la ligne de 100^{mm} passe à Gafsa et Matmata, mais celles de 200, 300 et 400^{mm} remontent haut, sur le versant Nord de la Dorsale tunisienne : déficit sur le Centre, le Sahel et le Cap-Bon.

Octobre à février. — La ligne de 100^{mm} passe au Nord de Sousse. Les monts du Rhorra, de TebourSouk et de Zaghouan reçoivent encore 300^{mm}.

Mars à mai. — L'extrémité Nord de la Dorsale tunisienne, du Bargou, Bou-Kournine et la Tunisie du Nord reçoivent plus de 100^{mm}. Tout le reste est en déficit.



1902-1903

La totalité des pluies et leur répartition accuse un excès pour l'ensemble de la période. La ligne de 200^{mm} passe au-dessous de Gafsa et celle de 300^{mm} au Sud de la région centrale.

Octobre à février. — Cet excès est dû aux pluies d'hiver. La ligne de 100^{mm} descend à Tozeur et sur les Matmata. Celle de 200^{mm} recouvre toute la Dorsale tunisienne. Toutefois la région du Kef, contournée par cette ligne, est en dehors de la zone qu'elle limite.

Mars à mai. — Déficit général très sensible sur la région centrale (qui reçoit moins de 100^{mm}) et le Sud.

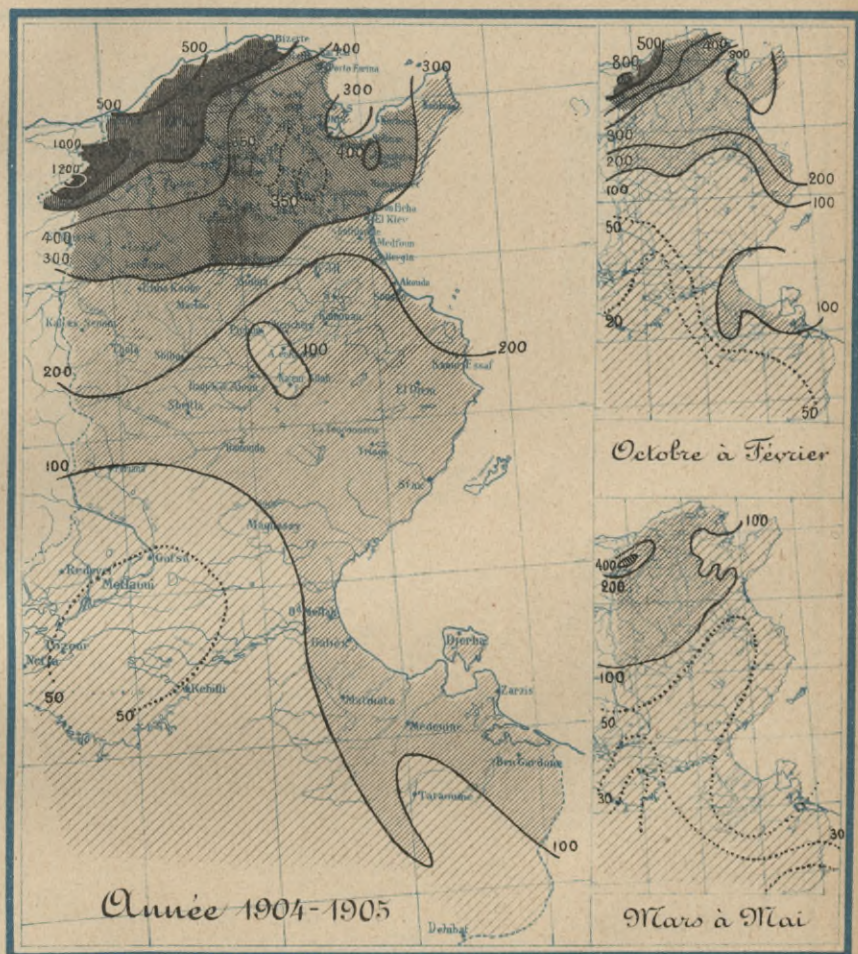


1903-1904

Août à mai. — Les pluies totales sont supérieures à la moyenne décennale. Le Centre et le Sahel de Sousse accusent 400mm .

Octobre à février. — C'est durant cette période qu'ont eu lieu les plus grands apports pluviaux. Au Nord de Sfax commence la zone de 200mm . Le Sahel de Sousse accuse 350mm . Les vallées des oueds Miliane et Siliane reçoivent moins de 300mm . Mais sur toute la région du Nord il y a eu excès.

Mars à mai. — Les pluies de printemps font plutôt défaut. Le Centre, le Sud et l'Extrême-Sud sont en déficit.

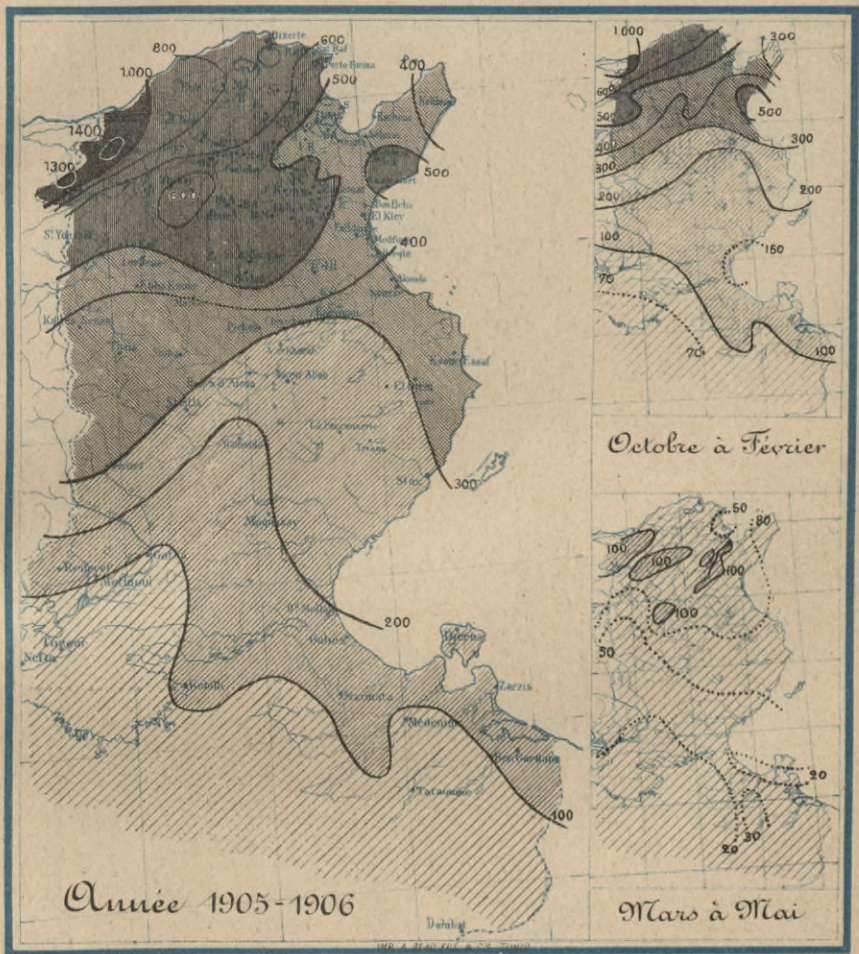


1904-1905

Octobre à mai. — La région khroumirienne mise à part, l'apport pluvial sur tout le reste du territoire tunisien est inférieur à la moyenne décennale.

Octobre à février. — La courbe de 100^{mm} remonte au Nord de Kairouan et limite le Sahel de Sousse. Sur le golfe de Gabès les pluies d'hiver sont normales : 100 et 150^{mm}.

Mars à mai. — Le même caractère se retrouve, toutefois les régions qui entourent le golfe de Tunis sont en déficit.



1905-1906

Octobre à mai. — Pluviosité totale de beaucoup supérieure à la moyenne. La ligne de 500^{mm} passe au Nord du Kef, et vient contourner les massifs des djebels Gorrah, Zaghouan. Une zone semblable recouvre la passe de Grombalia et Hammamet.

Octobre à février. — Ce sont les pluies d'hiver qui, par leur abondance, ont donné le caractère qui domine la saison. Les lignes de 200 et 400^{mm} descendent au Sud de leur position normale. Hammamet accuse 500^{mm}.

Mars à mai. — Par contre les pluies de printemps font défaut même sur la Khroumirie qui ne reçoit que 200^{mm}. Les massifs de Mactar et ceux de l'extrémité Nord de la Dorsale tunisienne reçoivent 100^{mm}.



1906-1907

Octobre à mai. — La région Nord et le versant Nord de la Dorsale tunisienne reçoivent plus que la moyenne, le Centre n'est pas favorisé, mais sur le Sud la ligne de 100^{mm} descend vers Tozeur et Kebilli.

Octobre à février. — Ce même caractère se retrouve pour les pluies d'hiver. Toutefois la ligne de 200^{mm} vient toucher au djebel Abderrhaman. Sur la partie centrale seule la région du Kef reçoit moins de 200^{mm}.

Mars à mai. — La région centrale et le massif khroumirien reçoivent 100^{mm}, tout le reste du territoire est en déficit.



1907-1908

Octobre à mai. — Pluies très irrégulièrement réparties. Déficit sur le Sud au-dessous de la ligne Feriana-Sfax. Cependant on retrouve 100^{mm} sur Ben-Gardane et les Matmata.

La zone de 200^{mm} passe au Nord du Kef, redescend sur Mactar et recouvre l'Enfida. Les massifs montagneux de l'extrémité de la Dorsale reçoivent 400^{mm}. Sur la région Nord on constate un excès très marqué.

Octobre à février. — Le Sahel entier, le Sud et l'Extrême-Sud sont en déficit. Sur le Centre et le Nord, les pluies sont aussi inférieures à la moyenne mais leur répartition est normale.

Mars à mai. — Printemps pluvieux principalement sur les régions du Nord et du Centre où la moyenne décennale est de beaucoup dépassée.



1908-1909

Octobre à mai. — Rien d'anormal sur la région des Chotts, mais sur tout le reste du territoire les pluies sont supérieures à la moyenne. La ligne de 500^{mm} descend au Sud du djebel Ghorra, le Bargou et le massif de Mactar reçoivent aussi 500^{mm}. Seul le golfe de Tunis et la vallée de l'oued Miliane sont en déficit. Djerba et la région de Ben-Gardane accusent un apport anormal : 200-600^{mm}.

Octobre à février. — La région de Ben-Gardane reçoit autant de pluie que celle de Chiachia et des Mogods (400^{mm}) ; le Sahel de Sousse et le Centre sont aussi favorisés.

Mars à mai. — Printemps pluvieux pour toute la région centrale, qui reçoit plus de 100^{mm}. On note 200^{mm} sur les massifs montagneux. Par contre la région côtière est en déficit.



1909-1910

Octobre à mai. — Les pluies totales reçues par le Centre et le Nord sont supérieures à la normale. Le Cap Bon accuse 500mm et 400mm. De même le Bargou et le Zaghouan. La région du Kef se montre toujours relativement sèche.

Octobre à février. — Les régions du Nord et de La Siliana sont favorisées. Il en est de même pour le Sahel de Sfax et le golfe de Gabès, Djerba et les Matmata reçoivent 200mm.

Mars à mai. — Les pluies de printemps sont faibles: Seules la région khroumirienne et la haute vallée de la Medjerdah reçoivent 100mm. Une forte pluie sur la région de Sousse amène ce même nombre. Sur tout le reste du territoire il y a déficit.

PÉRIODE 1909 - 1910

Pluies d'octobre à mai inclusivement pour quelques stations du réseau tunisien

ANNÉES	AIX-DRAHMAN	BEJA	TÉROUSOLIM	ZAOUEM	BIZRTE	TUNIS	KELBIA	BEACASTEL	LE KEP	MAGHAR	SOUSS	SFAX	GABES	DJERBA	BEN-GARDANE	GAFSA	NEFTA	TATAOUCINE
1900-01	1657,2	999,0	508,5	465,7	292,0	447,2	388,2	374,4	737,4	375,7	228,3	132,9	126,0	129,7	121,4	103,2	56,0	—
1901-02	1359,1	792,0	337,5	314,0	716,0	430,4	255,5	378,3	416,3	1037,7	116,2	108,0	130,2	130,5	80,1	112,0	43,3	74,2
1902-03	1502,3	571,3	389,8	313,9	480,0	236,6	341,0	279,3	272,6	264,9	334,0	91,1	136,1	218,2	137,7	170,3	105,9	181,2
1903-04	1366,3	569,9	385,2	411,7	681,6	406,5	358,0	394,6	139,4	391,4	494,0	137,2	223,5	349,3	278,0	166,2	169,7	38,2
1904-05	1037,7	583,9	380,8	405,7	558,1	285,6	242,0	347,2	337,1	269,5	265,5	164,5	158,2	252,4	111,5	37,2	67,2	—
1905-06	1981,0	721,2	675,8	524,8	743,9	477,5	311,4	511,4	430,3	378,4	396,5	293,1	199,6	496,5	169,6	85,7	99,0	88,5
1906-07	1591,3	627,9	454,2	428,5	561,5	418,5	260,5	450,7	249,1	335,5	188,5	143,7	231,2	228,5	147,5	116,8	186,1	163,9
1907-08	1328,3	641,4	260,7	332,5	476,8	361,5	220,8	373,3	174,6	334,7	189,4	106,6	63,0	74,0	114,5	76,0	62,4	33,9
1908-09	1940,3	625,9	548,6	465,0	623,4	148,5	243,9	351,9	364,4	589,8	304,6	172,9	149,6	280,0	655,5	134,0	39,0	136,5
1909-10	1559,0	683,2	575,9	336,5	508,5	314,9	516,3	423,4	211,0	243,5	154,4	169,9	143,5	275,0	132,0	178,0	79,0	121,0
Moyenne	1555,2	662,6	451,7	399,8	581,1	388,0	307,7	387,4	364,4	340,0	257	151,9	154,0	243,0	131,7	107,8	84,2	102,0

Pour le minimum on le constate, en

1901 à Bizerte et Djerba ;

1902 à Kélibia, Mactar, Sousse, Ben-Gardane ;

1903 à Zaouem, Beaucastel, Sfax ;

1905 à Ain-Draham ;

1908 à Téboursouk, Gabès, Gafsa, Metlaoui, Tataouine ;

1909 à Bèja, Nefta.

Les écarts énormes de ces divers nombres et les époques si différentes auxquelles ces extrêmes ont eu lieu, même pour des régions toutes voisines, sont autant de preuves de l'irrégularité de la répartition des pluies aussi bien dans le temps que sur les diverses régions du territoire tunisien.

A mesure que l'on pousse plus avant l'étude du régime pluvial, ce caractère va s'accusant encore.

L'étude des périodes successives serait des plus intéressantes et montrerait, de 1900 à 1910, les plus grandes anomalies.

Tantôt, à un hiver (première période) très humide, succède un printemps (seconde période) bien au-dessous de la moyenne.

Ce fait s'observe 2 fois pour Kélibia, Gafsa ;

3 fois pour Bèja, Bizerte, Zaouem, Beaucastel, Sousse, Thala ;

5 fois pour Djerba ;

7 fois pour Tunis.

Dans ce cas on voit qu'il y a pénurie d'eau et parfois les récoltes arrivent difficilement à maturité.

Tantôt c'est le contraire qui a lieu, les pluies de printemps (seconde période) sont au-dessus de la moyenne tandis que celles d'hiver (première période) ont été au-dessous.

Ce fait s'est réalisé :

1 fois pour Tunis, Thala, Mactar, Sousse, Djerba ;

2 fois pour Bèja ;

3 fois pour Téboursouk, Zaouem, Kélibia, Beaucastel.

Dans ce cas la végétation souffre au début et il peut se faire que les pluies de la seconde période viennent trop tard pour les sauver.

Les années sèches sont celles où, au cours des deux périodes, les moyennes ne sont pas atteintes.

Le cas s'est présenté :

1 fois pour Beaucastel, Thala, Mactar, Djerba ;

2 fois pour Bèja, Mabtouha, Tunis, Gafsa ;

3 fois pour Téboursouk, Sousse.

Enfin, dans quelques cas, les pluies de printemps l'ont emporté sur celles de l'hiver.

Il en fut ainsi à Beaucastel, au Kef, à Mactar, à Sfax, à Djerba, pour l'année agricole 1907-08.

L'examen successif des cartes, grâce aux teintes adoptées et à la notice qui accompagne chacune d'elles, met ce caractère en lumière.

Je n'ai jusqu'ici examiné que l'irrégularité dans la répartition des pluies. Dès maintenant une première conclusion s'impose. Très souvent les pluies font défaut à l'une ou l'autre période de la saison pluvieuse.

Lorsque c'est la première période (octobre-février) qui a été sèche, les moyens possibles pour sauver les récoltes sont limités aux méthodes culturales du *dry farming*. Dans le cas contraire, lorsque la première période a été mouillée, l'hydraulique agricole doit venir à notre secours pour permettre de mettre en réserve les eaux inutilisées qui fuient vers la mer ou la sebka, afin de les retrouver lorsque la seconde période est peu pluvieuse.

Mais les pluies tunisiennes offrent encore un autre caractère et des plus importants que nous devons examiner : *c'est leur caractère torrentiel.*

La vitesse de chute des pluies est très grande. Pour Tunis nous savons, grâce aux observations de M. Jacques, que la moyenne horaire dépasse $2^{\text{mm}}8$ (1). Ceci est une simple indication ; mais moins que jamais nous devons faire appel à de semblables moyennes, leurs sens nous échappe, elles ne signifient pas grand chose, et mieux vaut connaître, pour chaque pluie, la quantité d'eau recueillie au pluviomètre et si possible sa durée.

Les observations de cette nature font dans les archives du Service l'objet d'une série de fiches (pluies torrentielles) et il n'est point d'année qui ne donne lieu à ces consignations particulières.

Les pluies de 170^{mm} s'observent en Khroumirie ;
de 100^{mm} sur la vallée de l'oued Miliane ;
de 60 et 80^{mm} sur le Cap Bon ;
de 60 et 70^{mm} sur la vallée de La Siliana ;
de 100^{mm} sur la côte sahelienne ;
de 40 et 50^{mm} sur la côte gabésienne et jusque dans l'Extrême-Sud on note des pluies de 40^{mm} , comme à Dehibat, le 31 mars 1910.

(1) Voir : *Etudes sur le climat de la Tunisie* (G. Ginestous, Imprimerie Centrale, 1906, pages 305 à 316),

Pour préciser ce caractère examinons les relevés relatifs à la tourmente des 12 et 17 octobre 1912.

Grâce au système d'avertissements rapides établi depuis deux ans par le Service météorologique, les observateurs signalent, en effet, à la Direction de ce Service tous les phénomènes anormaux à mesure qu'ils se produisent, ils signalent plus particulièrement les pluies torrentielles et leur durée. Pour la période du 12 au 17 octobre dernier, nous pouvons tirer des bulletins ainsi fournis les observations suivantes :

Il est tombé, en millimètres :

- 18^{mm} à Enfidaville en 30 minutes ;
- 19 à Metlaoui en 1 h. 30 ;
- 20 à Bir-Mecherga en 45 minutes ;
- 20 à Fèriana en 2 h. 45 ;
- 21 à El-Kley en 1 heure ;
- 30 à Bou-Remada en 4 heures ;
- 36 à Sfax en 45 minutes ;
- 37 à Saint-Cyprien en 3 heures ;
- 45 à Khanguet-el-Hadjaj en 1 h. 45 ;
- 50 à Redeyef en 1 h. 35 ;
- 50 à Tozeur en 1 h. 20 ;
- 52 à Akouda en 2 heures ;
- 53 à Grombalia en 1 h. 10 ;
- 62 à Korbous en 35 minutes ;
- 78 à Khanguet-el-Hadjaj en 55 minutes ;
- 88 à Sbeïtla en 2 h. 30 ;
- 125 à Hammamet en 3 h. 30 ;
- 150 à Sousse en 3 heures.

Ces nombres sont suffisamment éloquents par eux-mêmes, ils expliquent les crues subites et les dégâts qu'elles occasionnent. Ils rendent aussi bien compte de notre impuissance à nous protéger contre de semblables masses d'eau.

En admettant que les deux tiers seulement de l'eau ruisselle, le reste étant absorbé par la terre, on verra que, pour Sousse, par exemple, chaque hectare de terrain a laissé ruisseler 1.000 mètres cubes d'eau !

Or, les pluies d'octobre 1912 n'ont rien d'anormal, mais elles sont venues après celles de septembre qui avaient été très fortes et avaient saturé la terre et c'est la raison pour laquelle le ruissellement a été si intense et par suite si désastreux.

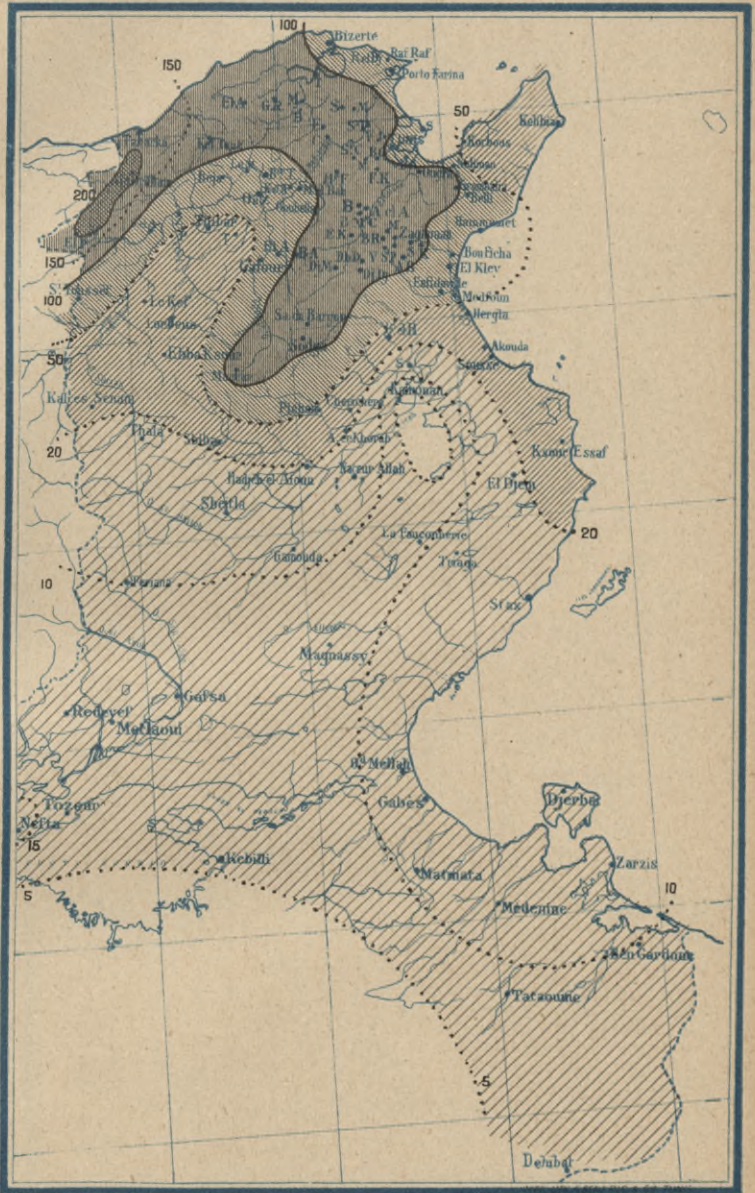
Grâce au grand nombre des stations du réseau tunisien, il est possible d'établir la carte de toutes les grandes pluies. Nous avons dressé



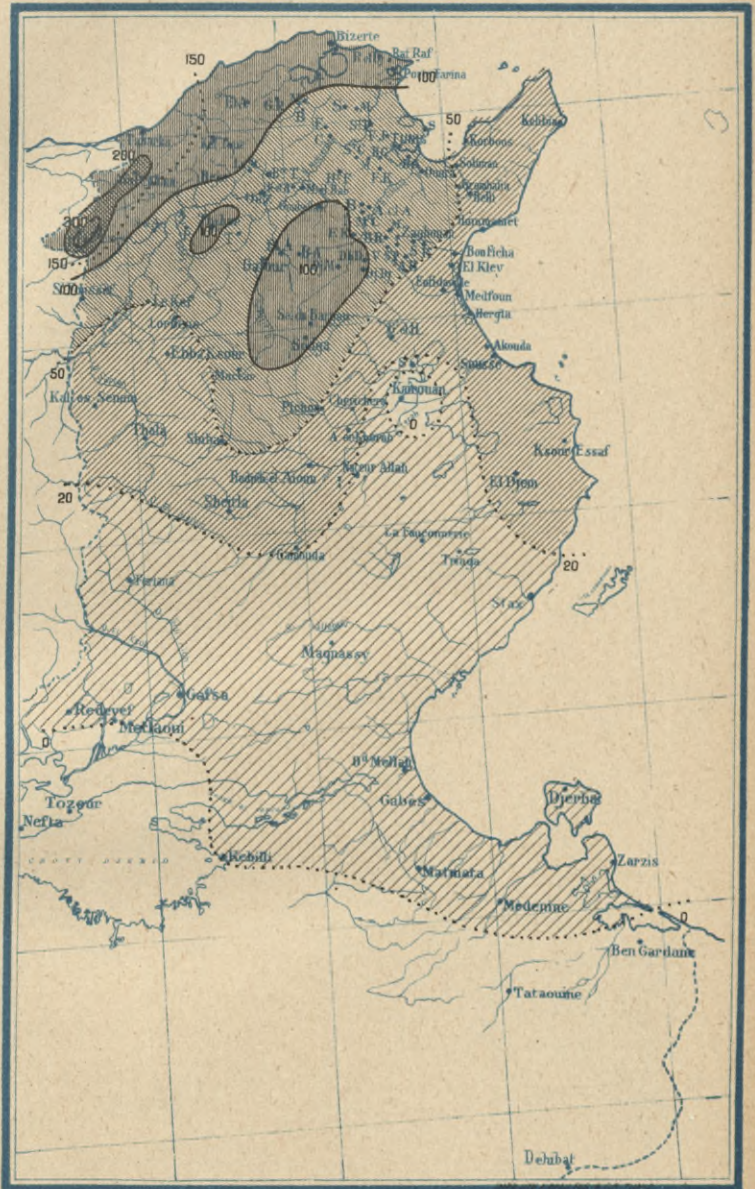
Pluies du 25 au 30 Septembre 1906



Pluies du 15 au 18 Septembre 1907



Pluies du 21 au 24 Mars 1908



Pluies du 17 au 21 Décembre 1908.



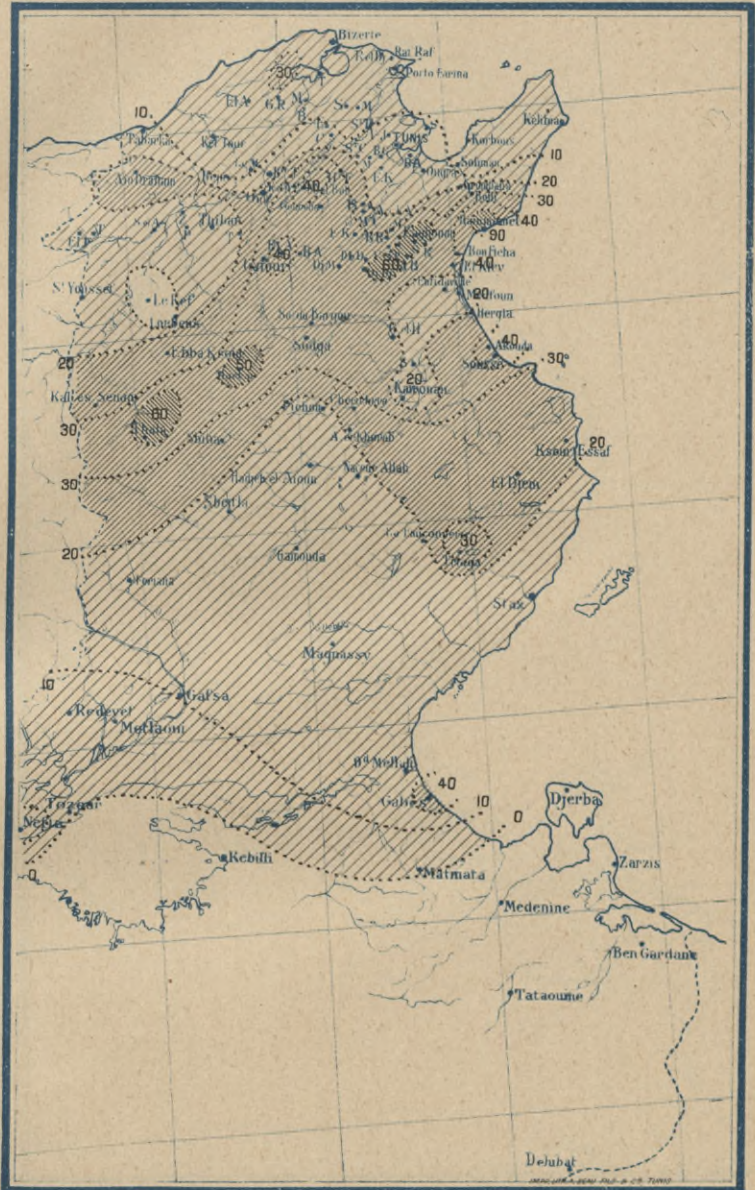
Pluies du 1^{er} au 5 Janvier 1909



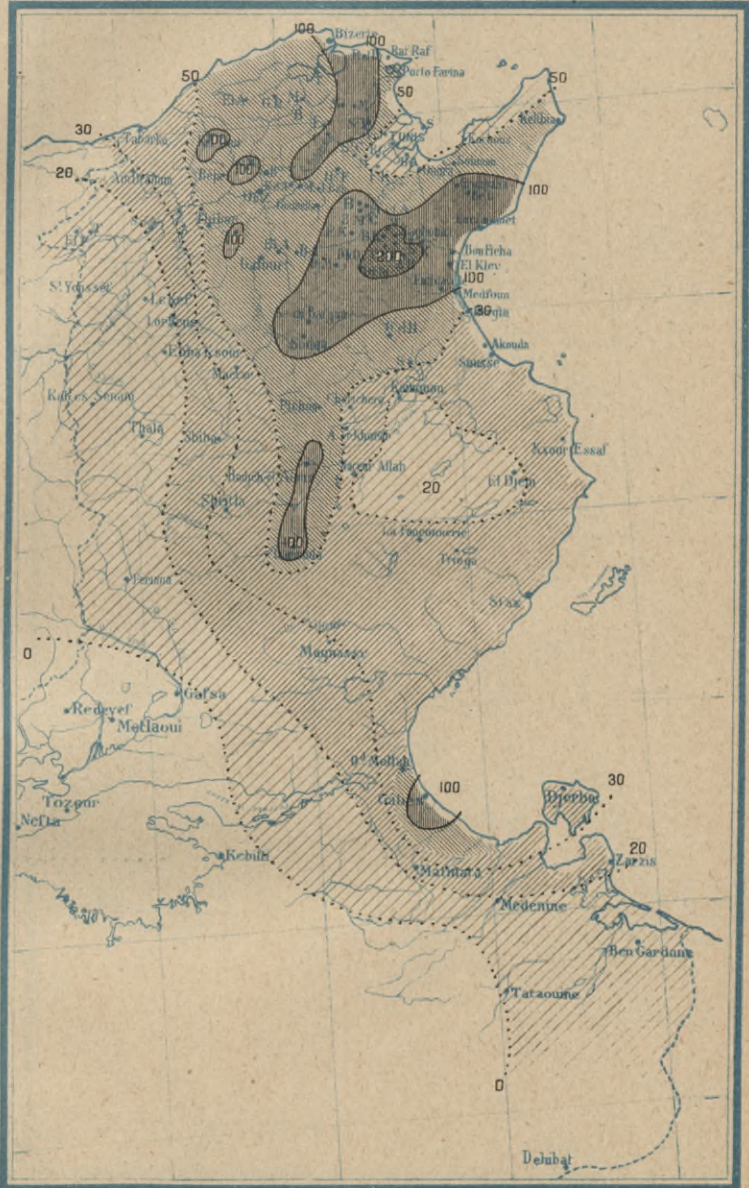
Pluies du 21 au 24 Octobre 1909



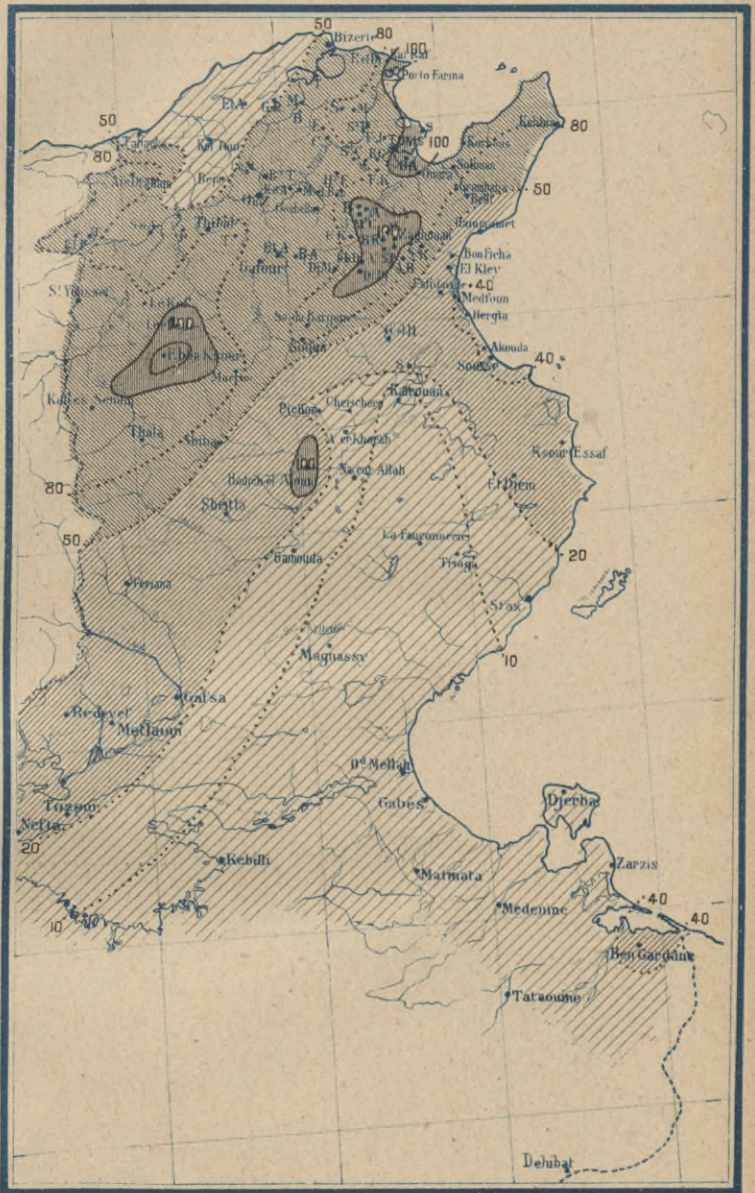
Pluies du 20 au 22 Décembre 1910



Orage du 3 Septembre 1911



Pluies du 16 au 21 Octobre 1911



Pluies du 10 au 13 Novembre 1911



Pluies du 12 au 17 Octobre 1912

celles de quelques pluies étudiées au cours des cinq dernières années, leur examen donne une preuve de plus de l'irrégularité de la répartition et du caractère torrentiel de chacune de ces pluies.

L'exposé du régime pluvial des dix dernières années vous aura sans doute convaincus qu'il pleut en Tunisie, vérité qu'il a fallu établir.

Mais j'ai hâte d'arriver à un autre point de vue.

Je voudrais maintenant essayer de démontrer que, presque toujours, les pluies sont suffisantes pour assurer les récoltes à condition, toutefois, de ne rien laisser perdre de l'eau qu'elles nous donnent.

Que devient cette eau ?

Une partie s'évapore — celle-là est perdue pour nous ;

Une autre pénètre le sol et va alimenter les couches superficielles ou profondes alimentant puits et sources qui nous la rendront ;

Une troisième ruisselle et, actuellement, se perd, non sans avoir la plupart du temps causé de graves dégâts.

Quelle est la proportion qui correspond à chacune de ces parties ?

L'évaporation de la pluie se fait surtout au moment où elle tombe, mais dès qu'elle ruisselle, elle se rend vers les parties basses et occupe une étendue qui va toujours diminuant et l'intensité de l'évaporation s'atténue. En Tunisie, la montagne est généralement déboisée, l'eau n'est donc pas arrêtée par le feuillage des arbres qui augmentent considérablement la surface évaporante. D'autre part, tous les oueds, sans exception, présentent un profil torrentiel, l'eau qui ruisselle creuse un lit profond, sur les flancs des montagnes et des collines qui, elles, présentent, aussi bien sur le Nord que sur le Centre et le Sud, un profil hypsographique dénotant un caractère de jeunesse remarquable, exagérant la vitesse du ruissellement. Ce n'est que dans les parties basses, au fond des cuvettes, qui sont l'une des caractéristiques de la topographie tunisienne, que l'oued s'étale et, tout en gardant sa pente encore torrentielle, acquiert un lit démesuré — tels les oueds El-Hattob, Fekka et Zéroud. Arrivé dans les alluvions quaternaires, l'oued presque toujours à sec ne se reconnaît plus qu'aux berges plus ou moins écroulées qui marquent les limites de son lit en temps de fortes crues.

En réalité l'eau s'évapore moins qu'on ne le supposerait au premier abord, elle se perd plutôt dans le sol où le plus grand nombre des oueds tunisiens ont un cours souterrain permanent : tels les oueds Laya, Fekka, El-Ksob, etc., que de nombreux et intarissables puits mettent en évidence.

L'hydraulique agricole aura là une source d'utiles recherches.

L'eau pluviale ne pénètre pas seulement les alluvions récentes qu'elle accumule d'ailleurs au fond des cuvettes, elle est absorbée en grande partie sur les bords de ces cuvettes, où les couches se relévant mettent souvent leur tranche à découvert. Selon la perméabilité des roches qui les constituent l'eau les pénètre plus ou moins rapidement et va former les nappes phréatiques qui alimentent les puits. Souvent, emprisonnées entre des couches argileuses, ces eaux descendent en profondeur et constituent alors ces nappes captives qui n'attendent plus que le sondage pour jaillir en sources artésiennes.

Une pluie étant donnée, à combien peut-on estimer l'eau fournie à l'évaporation, et celle qui pénétrera dans le sol? Scientifiquement on ne peut répondre à ces questions. Toutefois il semble que la valeur ruissellement peut être établie en tenant compte des données pluviométriques des crues subies par les oueds.

Un exemple sur la Medjerdah (1) :

L'étude d'une crue qui avait débité près d'un million de mètres cubes d'eau a été provoquée par une série de pluies générales importantes ayant donné sur l'ensemble du bassin de ce fleuve environ un milliard et demi de mètres cubes d'eau. Ce fait n'a rien d'anormal, l'étendue du bassin de la Medjerdah dépasse 2.000.000 d'hectares et les parties voisines de la Kroumirie, qui forment ce bassin, reçoivent des quantités d'eau incroyables. C'est ainsi que, à El-Fedja, en 1907, les 15, 16 et 17 février ont apporté 346^{mm}5, qu'en 1908, en décembre, du 18 au 21 on mesure 295^{mm}5 et du 29 au 31 encore 150^{mm}1. En décembre 1910, du 8 au 11, on mesure encore 177^{mm}8. C'est là un point du bassin, mais les pluies de 80 et 100^{mm} ne sont pas rares sur tous les points de ce grand impluvium. Dans l'exemple que nous citons, une pluie moyenne de 70^{mm} répartie sur deux ou trois jours a suffi pour alimenter cette crue citée. Et l'on voit que l'eau de ruissellement a été les deux tiers de l'eau pluviale.

Un second exemple :

L'oued Nebanne, qui se jette dans la sebka Kelbia, et dont l'impluvium n'est pas inférieur à 100.000 hectares, a fourni 50 millions de mètres cubes dont 30 en deux jours représentant la moitié de l'eau reçue dans son bassin par une pluie moyenne de 60^{mm}, pluie qui n'a rien d'exagéré, si l'on se souvient des 125^{mm} tombés à Hammamet et des 150^{mm} mesurés à Sousse en trois heures au mois d'octobre dernier.

A ces deux exemples j'en ajouterai un troisième :

(1) Cet exemple ainsi que celui relatif à l'oued Nebanne sont tirés de : *Mettions en valeur l'Afrique du Nord*, par A. Habel, Ingénieur civil, ancien officier de marine. (Albi. Imprimerie Corbière et Julien).

Grâce aux observations hydrométriques de l'oued Siliane faites au pont d'El-Aroussa et aux données qui m'ont été fournies avec la plus grande bienveillance par la Direction générale des Travaux publics, j'ai pu calculer une crue exceptionnelle subie par cet oued les 11 et 12 novembre 1911.

Les eaux qui passent à El-Aroussa proviennent d'un impluvium dont la superficie est de 1.626 kilomètres carrés soit 162.600 hectares, impluvium qui n'est qu'une partie du bassin total de cet oued dont la superficie est de 2.209 kilomètres soit 220.900 hectares, si l'on compte la partie située en aval de El Aroussa.

Voyons d'abord ce que furent les apports pluviaux qui ont précédé la crue du 11 novembre.

Déjà la terre avait été fortement mouillée par les pluies torrentielles des 18 au 29 octobre, et celles plus faibles des 2 et 3 novembre. La terre étant saturée, le ruissellement devait donc avoir une intensité plutôt forte.

Les stations pluviométriques du bassin et celles qui l'entourent ont fourni pour les journées des 10 au 12 au matin le total pluviométrique suivant :

Téboursouk.....	13 ^{mm} 0
El-Aroussa.....	48 5
Bou-Arada.....	57 0
Gaffour.....	42 0
Djebel Mansour.....	146 0
Djebel Bargou.....	122 8
Sodga.....	95 0
Mactar.....	66 0

L'étude de la répartition de pluie sur le bassin en amont de El-Aroussa a permis d'établir les zones suivantes :

Zone de 50 ^{mm} de pluie; étendue 243 kilom.; pluie totale reçue..	12.000.000
— 75 — 131 —	9.725.000
— 120 — 162 —	19.440.000
— 140 — 380 —	53.200.000
— 120 — 141 —	16.920.000
— 100 — 155 —	15.500.000
— 80 — 190 —	15.200.000
— 55 — 224 —	12.320.000
	<hr/>
	1.626
	<hr/>
	154.305.000

Le bassin de réception a donc reçu au minimum 154.000.000 de mètres cubes d'eau. C'est cet apport qui allait alimenter la crue que nous allons étudier.

Le 11 novembre, à sept heures du matin, le niveau de l'eau est à 0^m 50 de l'échelle. Niveau normal pendant l'hiver. La crue commence dans la matinée et à seize heures l'échelle accuse 2^m 50. Le niveau s'élève toujours, à vingt et une heures il est à 6^m, mais le lendemain à huit heures le niveau est tombé à 2^m 50.

Déjà le calcul a accusé le passage de 60.420.000 mètres cubes d'eau.

Une nouvelle crue succède à la première de huit à dix-huit heures le niveau passa de 2^m 50 à 3^m 50 et ce n'est que le 15, à sept heures, que cette seconde crue est redescendue à 1^m 20. Ayant fourni au total 40.996.000 mètres cubes.

On voit donc que ces deux crues consécutives ont fourni plus de 100 millions de mètres cubes d'eau, or nous avons vu que l'apport pluvial avait été de 154 millions de mètres cubes. C'est donc encore bien près des *deux tiers* de l'eau tombée qui ont été drainés par l'oued et qui, par conséquent, ont ruisselé.

Les mesures hydrométriques poursuivies par la Direction des Travaux publics permettront de fixer par des nombres plus probants encore la valeur de ruissellement des diverses régions de la Tunisie. Pour le moment, et par mesure de prudence, il convient d'admettre que *près des deux tiers de l'eau tombée ruisselle*, le reste étant pour la plus grande partie absorbée par le sol.

Et c'est l'eau qui ruisselle que l'ingénieur hydraulique devra arrêter, soit pour faire boire la terre et alimenter les sources, soit pour irriguer, en la répartissant sur le sol cultivé, soit enfin en l'emmagasinant dans des barrages-réservoirs pour l'utiliser en temps voulu.

APPORTS PLUVIAUX

Considérée au point de vue hydrographique, la Tunisie présente trois secteurs.

1^o *Un secteur hydrographique Nord*, comprenant les bassins côtiers Nord du lac de Bizerte, du golfe de Tunis, de l'oued Miliane et du Mellègue-Medjerdah, l'ensemble de ce secteur, dont la surface totale dépasse 3.400.000 hectares, reçoit annuellement 15 milliards 300 millions de mètres cubes de pluie ;

2^o *Un secteur Est*, comprenant tous les bassins tributaires de la côte Est : bassin du versant Est du Cap Bon, bassin de l'Er-Rbia, de l'El-Boul, de la côte du Sahel, de l'oued Elleben. Sa surface totale est de

1.370.000 hectares, il reçoit annuellement 4 milliards 700 millions de mètres cubes de pluie.

A ce secteur, il faut ajouter d'une part : les 2.470.000 hectares constituant les bassins fermés du Zeroud et autres oueds tributaires des sebkas sahariennes qui reçoivent encore annuellement 9 milliards 19 millions de mètres cubes d'eau, et d'autre part, les 2.000.000 d'hectares de l'Extrême-Sud où il tombe encore 4 milliards de mètres cubes d'eau de pluie.

Enfin, un troisième secteur hydrographique est le *secteur Sud* dont les eaux sont tributaires des chotts. Sa superficie peut être estimée à 1.000.000 d'hectares. C'est encore 3 milliards de mètres cubes d'eau que reçoit ce secteur.

Totalisons ces apports pluviaux :

Secteur Nord.....	15.300 millions de mètres cubes.		
Secteur Est et bassins fermés..	17.719	—	—
Secteur Sud.....	3.200	—	—
	<hr/>		
	36.219 millions de mètres cubes.		

La Tunisie reçoit donc en moyenne annuellement 36 milliards de mètres cubes d'eau.

La moitié au moins de cette immense quantité d'eau est perdue, soit 18 milliards 100 millions. Incontestablement, cette masse d'eau est de beaucoup supérieure aux nécessités agricoles.

N'envisageons que la région du Centre où l'exploitation minière et phosphatière, et une nouvelle voie de pénétration appellent la colonisation. Là, plus qu'ailleurs, les travaux hydrauliques s'imposent. Là, une formidable quantité d'eau perdue ruisselle vers la sebka Kelbia et les sebkas sahariennes. *Plus de dix milliards de mètres cubes d'eau se perdent, richesse inutile et cependant capable de rendre la vie à des milliers et des milliers d'hectares aujourd'hui arides, de terres naturellement phosphatées qui ne demandent qu'à garder l'eau qui les ravine et les ruine pour produire de merveilleuses récoltes.*

Comme conclusion à cet exposé un peu long, nous dirons que seule une pratique de l'hydraulique agricole appropriée à son climat rendra à la Tunisie cette fertilité passée dont le souvenir est resté vivace à travers les siècles et que témoignent si hautement les innombrables ruines des cités romaines que l'on rencontre partout sur la terre tunisienne, jusque dans les régions aujourd'hui redevenues arides.

C'est donc par l'utilisation de l'eau qui se perd que notre Colonie re-



SECTEURS HYDROGRAPHIQUES ET LIGNES ISOPLUVIOMÉTRIQUES

de la Tunisie (1)

La ligne de séparation des trois secteurs hydrographiques tunisiens part de Cap Bon, passe au sud des bassins indiqués par les numéros 11, 12, 17, 19, 27, 24,

(1) Carte extraite de *Esquisse géologique de la Tunisie, suivie de quelques aperçus de géographie physique et d'hydrographie tunisiennes*, par G. GINESTOUS. (J. Picard et C^{ie}, éditeurs à Tunis.)

trouvera son ancienne splendeur. Le nouveau cycle qui a si brillamment commencé sous notre influence continuera son évolution, elle sera parallèle à celle des cycles passés, bientôt la forêt d'oliviers ira comme jadis, de la mer à la montagne, l'eau sauvage endiguée fertilisera la terre qui, à nouveau, donnera de belles moissons, la stérilité reculera peu à peu vers le désert, et sur les ruines des villes mortes, de nouvelles et populeuses cités s'élèveront, mais aux méthodes empiriques des Romains, qui ont pourtant donné de si beaux résultats, nous substituerons nos méthodes scientifiques et nous sommes certain qu'elles conduiront la Tunisie vers une nouvelle ère de richesse et de prospérité.

G. GINESTOUS,

Docteur de l'Université de Paris,
Chef du Service Météorologique
à la Direction Générale de l'Enseignement.

26, 30 et 34. Au-dessus de cette ligne est le secteur Nord, au-dessous le secteur Est ou oriental. Ce dernier est séparé du secteur Sud par la ligne qui longe au nord les bassins 45 et 47, puis se dirige vers l'Est pour contourner le chott El Fedjedj et descendre ensuite vers le Sud en suivant la crête de la falaise saharienne. Le secteur oriental est surtout constitué par des cuvettes formées ne communiquant pas avec la mer; les oueds Er-Rebia (22), El-Boul (20) et El-Leben (48) sont les seuls cours d'eau importants aboutissant à la côte.

Secteur Nord. — Bassins côtiers nord. — Oueds : 1 Graâ, 2 Sedjenane, 3 Zouara, 4 Bou-Zenna, 5 Joumine, 6 Tine, 7 Maden, 8 Zéen. — Bassin du Mellègue-Medjerda, Oueds : 9 Zerga, 13 Béja, 14 Kasseb, 16 Bou-Heurtma, 18 El-Hamar, 19 Miliane, 21 Reraï, 24 Siliana, 25 Mellègue, 26 Tessa, 30 Ramel, 32 Babouch, 34 Sarrath. — Golfe de Tunis, Oueds : 11 El Aoudna, 12 El-Mellah, 17 El-Hamma, 19 Miliane, 23 Jarabia, 27 El-Kebir.

Secteur oriental. — Oueds : 22 Er-Rebia, 29 El-Boul, 23 Saâdane, 31 Nebane, 33 Bogal, 35 Sguiffa, 36 Merguelil, 37 Zeroud, 38 Lamej, 39 Zourzour, 40 El-Hattob, 41 Djilma, 42 Menasser, 43 El-Fekka, 44 El-Hachim, 46 El-Hallouf, 48 El-Leben, 50 Serdj.

Secteur Sud. — Oueds : 45 Sidi-Aïch, 47 El-Ksob.

Zones pluvieuses. — Au nord de la ligne de 600^m/^m est la zone très pluvieuse; entre les lignes 600 et 400^m/^m vient la zone pluvieuse; les lignes de 400 et 200^m/^m limitent la zone peu pluvieuse; enfin, au sud de la ligne de 200^m/^m c'est la zone très peu pluvieuse qui s'étend jusqu'au Sahara.

L'HYDRAULIQUE AGRICOLE EN TUNISIE

La Tunisie est un pays à climat sec, à pluies peu abondantes et surtout mal réparties. Aussi l'eau y joue-t-elle un rôle plus important que dans les pays septentrionaux. Avec le soleil comme adjuvant, ses effets sont merveilleux lorsqu'elle est déversée sur les cultures au bon moment.

Comme l'ont montré les données météorologiques, les zones qui peuvent se passer de l'irrigation sont peu étendues; elles comprennent la Kroumirie, le bled Béja, le Béjaoua, les Mogods, les bleds Bizerte et Mateur. Le reste de la Tunisie doit profiter des arrosages.

Cependant, il n'est pas démontré qu'une région où les pluies sont copieuses et où l'eau se trouve en général en abondance, ne tirerait pas avantage de quelques irrigations.

Dans les zones peu pluvieuses, on cherche à conserver jalousement l'eau dans le sol par des façons culturales appropriées: labours de printemps, hersages, binages, dont l'ensemble constitue une méthode, connue actuellement sous le nom de *dry farming*.

Mais le *dry farming* ne peut être efficace que dans les régions où il tombe suffisamment d'eau pour les besoins de la végétation; il permet de retenir celle-ci dans le sol, ou tout au plus de l'accumuler pendant deux années consécutives; mais il n'en apporte pas quand les pluies font défaut. Aussi ne faut-il pas lui demander plus qu'il ne peut donner et fonder sur cette méthode culturale, excellente en elle-même, des espérances excessives.

Si le *dry farming* peut suppléer à l'irrigation dans les zones de pluviosité moyenne, il doit céder sa place à cette dernière dans la zone peu pluvieuse, ou même lui venir en aide.

C'est dire que presque toute l'étendue du territoire tunisien est susceptible de profiter des arrosages, et que l'étude des questions hydrauliques est d'une importance capitale pour ce pays.

I. — IRRIGATIONS

1° **Chez les indigènes.** — Les indigènes font un large usage des irrigations; ils utilisent les oueds, les sources et les puits.

Sur les oueds à cours permanent, comme la Medjerdah, ils installent leurs peaux de bouc.

Si l'oued est à cours temporaire, ils le barrent afin d'élever son plan

d'eau et de déverser celle-ci dans des canaux d'irrigation. Ainsi l'oued Nebahne assure l'arrosage de 2.500 à 3.000 hectares de l'henchir El-Alem, situé au Nord de Kairouan, à l'aide d'un barrage en terre et fascines de tamarix. Cette propriété domaniale est louée à environ 200 locataires indigènes. En avril 1911 cet oued fournissait un débit d'environ 1.260 litres par seconde avec 25 centimètres de profondeur d'eau. En hiver, lorsqu'il déborde, il présente 4 mètres de profondeur. Il peut couler jusqu'en juillet, assurant ainsi la récolte de céréale. Un hectare situé près du barrage, qui valait autrefois 250 fr. en vaut maintenant 400.

Les indigènes de la plaine de Kasserine utilisent les eaux de l'oued Derb, au débit de 240 litres par seconde. Ils les dérivent dans un canal à l'aide d'un petit barrage qui conduit les eaux dans leurs jardins.

Nous citerons encore l'oued Sguiffa-Rohia dont deux bras, les oueds Aïn-Ksiba et Salma portent une dizaine de barrages. Une autre branche, l'oued El-Aoud et son affluent, l'oued Seddine, présentent sept barrages permettant l'irrigation de 1.150 hectares. Ces barrages sont constitués par des digues en terre, renforcées par des pierres, qu'une crue emporte facilement, mais qu'on reconstruit à peu de frais.

L'oued Sbiba arrose également les terres avoisinantes à l'aide de deux *séguías*. L'Administration a réuni les usagers en un syndicat comprenant 218 membres. Le barrage en terre et fascines a été remplacé par un barrage en maçonnerie qui permet l'arrosage de 1.500 hectares.

Nous rappellerons enfin pour mémoire, les irrigations pratiquées dans les oasis, qui doivent faire l'objet d'une autre communication.

* * *

Les indigènes savent utiliser les eaux d'orage qui s'écoulent dans les oueds ordinairement à sec. Nous citeront l'oued Fekka qui arrose la plaine de Gamouda.

Des saignées ou *mgouds*, au nombre de 39, ayant souvent 2 à 3 mètres de large et 500 mètres de long, conduisent les eaux sur les cultures.

En outre, un barrage d'arrêt, en terre et fascines, reconstruit par le Service des Domaines, ayant 135 mètres de long et 5 mètres de hauteur, rejette les eaux dans une dérivation de 1.200 mètres de long qui se divise ensuite en de nombreux *mgouds* d'arrosage portant les eaux de crue sur les cultures de céréales.

L'Etat a formé un syndicat entre les usagers de l'oued Guergour, ce qui a permis la construction d'un barrage en maçonnerie ayant coûté 12.500 francs.

Enfin, nous signalerons les syndicats d'inondation de la plaine de Kairouan s'appliquant à l'oued Zeroud et à l'oued Merguellil. Ces

rivières, qui constituent des torrents impétueux en temps de crue, ce qui leur arrive cinq à six fois par an, sont à sec le plus souvent.

Des barrages ou *rabtats* en terre et fascines, endiguent l'oued et obligent les eaux à se répandre sur les terres des syndiqués.

Le syndicat de l'oued Zéroud intéresse 187 propriétaires possédant 2.092 hectares. La cotisation annuelle varie de 1 fr. 45 à 4 fr. 75 par hectare suivant la zone à laquelle appartient la parcelle.

Celui de l'oued Merguellil réunit 204 propriétaires possédant 4.500 hectares.

Les indigènes utilisent également les eaux de ruissellement de coteaux. C'est ainsi qu'aux environs de Sousse, ils réunissent leurs oliviers par trois ou quatre dans la même cuvette aménagée à l'aide de bourrelets de terre. L'eau de ruissellement, provenant de coteaux dénudés, est conduite par des *séguias* jusqu'aux cuvettes supérieures qui se remplissent, puis se déversent les unes dans les autres jusqu'en bas de la pente, arrosant les oliviers par submersion.

Les indigènes des Matmata en font autant.

Les sources peuvent aussi servir aux irrigations. Certaines sont très importantes, comme celle de l'oasis de Tozeur qui débite 700 litres par seconde et donne naissance à un large ruisseau; mais c'est l'exception. La plupart sont d'un débit plus réduit: nous en citerons quelques-unes:

La source de Nebeur, du débit de 14 litres, permet d'arroser 60 hectares de jardins;

L'Aïn-el-Hammam, débitant 6 litres par seconde, qui alimentait autrefois la ville de Dougga, sert à l'irrigation des céréales de la vallée de l'oued Remel.

A TebourSouk, l'Aïn-Kebira, source romaine, qui ne débite également que 6 litres par seconde, après avoir passé dans les abreuvoirs, alimente, par les deux-tiers de son débit, les 39 jardins et oliviers situés en contre-bas de la ville. Le tour d'arrosage revient tous les douze jours.

La source du Kef, débitant 22 litres à la seconde, après avoir alimenté abreuvoirs et lavoirs, est conduite par quatre *séguias* dans les jardins.

Terminons par les sources de La Kessera qui arrosent de nombreux jardins.

(Les renseignements qui précèdent ont été puisés dans des publications de MM. Monchicourt et Penet).

• •

L'arrosage par puits est d'un usage courant chez les indigènes. Ces puits existent en très grand nombre et sont équipés à l'aide de peaux de bouc, très souvent accouplées par deux, quelquefois par trois. Deux peaux sur un puits de 10 à 12 mètres permettent un débit de 6 à 7 mètres cubes par heure. Dans les jardins fruitiers (Nabeul, Hammamet) ils sont souvent accolés à un bassin de réserve d'environ 100 mètres cubes de capacité.

Les indigènes font également usage de puits artésiens creusés par l'Administration civile ou militaire.

Les forages exécutés dans la région du Nord n'ont pas donné de résultats. Par contre, dans le Sud, on a réussi vingt forages d'un débit variant de 6 à 160 litres par seconde.

Huit syndicats indigènes les exploitent à Zarzis, Metouia, Oudref, Aïn-Zerigue, Houmt-Souk, Gremouch, Bou-Chema.

En outre l'industrie privée a réussi neuf forages dans la région de Gabès.

Jusqu'en 1892, le Service des Mines a effectué 8.588 mètres de forages artésiens correspondant à un débit total de 72.000 mètres cubes par jour, soit six fois le débit des sources de Zaghouan.

• •

Les indications qui précèdent montrent toute l'importance que les indigènes attachent aux irrigations.

2° **Chez les Européens.** — Les entreprises d'irrigation sont peu nombreuses chez les européens.

En général chaque ferme possède son puits sur lequel est souvent monté un moulin à vent. On compte 1.400 de ces aermoteurs installés en Tunisie.

L'eau qui sert avant tout aux besoins de la ferme et de la maison d'habitation, est parfois employée pour l'arrosage du jardin potager.

Les oueds sont rarement utilisés par dérivation ; nous citerons cependant l'oued Sguiffa sur lequel un barrage dérive, dans une *séguia*, 70 à 90 litres d'eau pour l'arrosage de l'henchir Rohia. Cette propriété, livrée à la colonisation en 1898, comprend 13 parcelles dont la surface varie de 50 à 80 hectares. En 1907 les usagers ont été groupés en un syndicat d'arrosage ; la réglementation des eaux est la suivante : en hiver, chaque parcelle reçoit tout le débit de la *séguia* durant 24 heures, de sorte que la rotation est de treize jours. En été la durée d'arrosage n'est que de 6 heures, de sorte que la rotation n'est plus que de trois jours et

quart, les cultures ayant besoin en cette saison d'arrosages plus fréquents.

A Souk-el-Khemis, dans la propriété de Badrouna, l'oued Thibar a été barré à l'aide d'un petit ouvrage en maçonnerie, créant une retenue munie de vannes de décharge et d'une vanne de distribution.

Sur la Medjerdah, quatre concessions d'eau ont été accordées ; ce sont celles de Zaouem et Zama à Souk-el-Khemis, Djedeïda et Sidi-Tabet.

A Souk-el-Khemis l'eau est puisée à l'aide de pompes centrifuges qui l'élèvent à une hauteur maximum de 17 mètres. Les moteurs à pétrole actionnant ces pompes ont une puissance de 30 HP. Ces deux installations permettent l'irrigation des vignobles à raison de deux arrosages, trois au plus : le premier du 15 février au 15 mars, le second en juin, et le dernier en juillet, un mois avant la vendange. Le premier arrosage n'est pratiqué qu'en année sèche. On donne environ 500 mètres cubes par hectare et par arrosage.

A Djedeïda, une turbine Fontaine alimentée par la Medjerdah, actionne une pompe centrifuge du débit de 30 litres par seconde. L'eau est déversée dans une rigole maçonnée traversant la propriété dans sa plus grande longueur, laquelle comporte une série de vannes de distribution situées à droite et à gauche. On arrose les luzernières (six arrosages), les cultures d'été, les oliviers et le jardin.

A Sidi-Tabet, une pompe centrifuge du débit de 1.440 mètres cubes par heure, élève l'eau à neuf mètres de hauteur et la déverse dans un canal cimenté. Elle est actionnée par une machine à vapeur de 100 HP, et permet l'arrosage de 15 hectares par jour ; on irrigue les luzernières, la vigne et les cultures d'été.

Telles sont les principales installations d'irrigations créées par les européens.

II. — ASSAINISSEMENTS

Dans un pays qui souffre en général de la sécheresse, on peut s'étonner qu'il y ait des situations ayant besoin d'être assainies. Cela tient au régime pluvial, très irrégulier, que nous subissons, où les eaux sauvages règnent souvent en maîtresses.

Elles ont besoin d'être canalisées et évacuées par des canaux toujours prêts à fonctionner. Nous rencontrons en Tunisie pas mal de régions ayant besoin d'être drainées ; nous en citerons quelques-unes.

La plaine de Tabarka, d'une pluviosité de 1.500^{mm}, par son manque de pente et la nature de son sol, retient les eaux de pluie à sa surface. En outre, les ravins, et principalement le Chabet-Rebia, déversent leurs eaux torrentielles dans la plaine, à cause de la disparition partielle de

leur lit. Enfin, l'oued El-Kebir voit son embouchure barrée par des dunes mouvantes qui font monter son niveau ; il passe alors par dessus bords.

Les indigènes luttent contre cet état de choses par la culture en billons, les dérayures rejetant les eaux dans les fossés de la route, souvent insuffisants pour un écoulement rapide de celles-ci.

Au petit Krib, entre Teboursouk et Bordj-Messaoudi, où la pluviosité varie de 600 à 700^{mm} seulement, les ravins déversent leurs eaux de ruissellement dans la vallée. On se défend en labourant en planches de 20 mètres de large, à seule fin que les dérayures écoulent les eaux dans des rigoles tracées à la charrue dans le sens de la pente, parfaitement entretenues, et qui se jettent elles-mêmes dans un oued dont le lit a été régularisé.

La plaine de Souk-el-Khemis reçoit aussi les eaux de ruissellement provenant des pentes du djebel Gorra, déversées par six ou sept ravins importants. Ces eaux ont un très faible écoulement par l'oued Melah, dont le lit est peu accusé. Aussi se forme-t-il en hiver, dans la partie la plus basse, une *merja* ou marais d'environ 600 hectares. Le pluviomètre qui alimente cette *merja* peut avoir 5.000 hectares. Par une pluie de 50^{mm}, on peut estimer à 800.000 mètres cubes le volume d'eau déversé par les ravins, et qu'il y aurait lieu d'écouler en quelques jours.

Des travaux de rectification des oueds Kerma et Hanker sont actuellement en cours d'exécution.

Citons enfin la gara Mabtouha, vaste dépression qui collecte les eaux de ruissellement des coteaux qui l'entourent, ainsi que celles provenant du débordement de la Medjerdah en temps de crue.

L'Etat a prêté son concours à l'entreprise de dessèchement de cette gara. Il a réuni les intéressés en une association syndicale englobant 8.600 hectares. Il a creusé un canal principal de 30 kilomètres de long. Le creusement de ce canal et les travaux secondaires tels que les *rab-tats* en terre élevées le long de la Medjerdah, ont exigé une dépense de 126.000 fr. dont la moitié a été supportée par l'Etat à titre de subvention, et dont l'autre moitié a été avancée à titre remboursable en 25 annuités.

Ces quelques exemples montrent que la Tunisie, sur quelques points, souffre parfois de l'excès d'eau.

L'Etat, en dehors de l'aménagement des points d'eau, au nombre de 750, représentant une dépense totale de 1.020.000 fr., points d'eau espacés

le long des pistes et des routes de la Régence, n'a guère entrepris de grands travaux.

Il ne semble pas vouloir s'engager dans cette voie, en raison de l'ensablement rapide des ouvrages de retenue. Cependant, nous signalons que les barrages de Kasserine et d'El-Alem sont à l'étude.

Au point de vue des assainissements, il a exécuté le canal de la Mab, touha et divers travaux d'ordre secondaire.

L'Etat a surtout joué le rôle d'un conseiller technique, d'un guide administratif, donnant aux indigènes des conseils, facilitant leur groupement en syndicats, encourageant même ceux-ci en exécutant les travaux d'aménagement et faisant les avances remboursables par annuités.

III. — CE QU'IL RESTE A FAIRE

Si l'on compare le nombre des aménagements d'irrigations et surtout l'étendue des surfaces arrosées, on constate que les indigènes font un plus large usage des irrigations que les européens. Il serait à désirer que les colons développassent leurs aménagements d'eau.

L'arrosage permet non seulement d'augmenter les rendements, mais aussi d'assurer une récolte en temps de sécheresse, souvent par l'apport d'une très faible quantité d'eau.

Les indigènes ne sont pas difficiles sur la qualité des eaux. Ils ont reconnu que dans ce pays, elles jouent un rôle trop important pour qu'on se contente de n'employer que des eaux claires; ils ne craignent pas de déverser sur leurs cultures des eaux de crue limoneuses ou sableuses; s'ils envasent celles-ci ou en détruisent une partie par la violence du courant, ce qui reste profitera de l'irrigation et fournira une récolte qui compensera, et au-delà, les pertes occasionnées par un arrosage un peu barbare.

On ne saurait donc trop encourager la pratique des irrigations en ce pays.

On peut objecter que l'eau fait défaut. Cependant la Tunisie n'est pas dépourvue d'eau, quoique celle-ci n'y soit pas abondante.

En outre de sources encore mal utilisées, dont la culture pourrait tirer profit par leur accumulation dans des bassins de réserve, des puits tubés suivant le système américain, procureraient à l'agriculture les eaux des couches profondes.

Tout en signalant également les oueds à cours permanent utilisables par dérivation ou par élévation mécanique, nous insisterons surtout sur les eaux de ruissellement.

Lors des pluies torrentielles, qui dépassent quelquefois 100^{mm} en 24

ou 48 heures, les coteaux rocheux, les pentes calcinées par l'été ou abreuvées par les pluies continues d'hiver laissent ruisseler à leur surface des quantités incalculables d'eau qui vont alimenter les oueds d'ordinaire à sec. Ceux-ci déversent leurs eaux à la mer, dans une *sebkra* ou dans une *marja*, sans profit pour la culture.

Quand nous citerons que l'oued Haiti, qui prend naissance dans un contrefort du djebel Ahmar, et traverse le Jardin d'Essais, a pu débiter en temps de crue, le 11 novembre 1911 lors d'un orage de 84^{mm}, plus de 60.000 mètres cubes d'eau en 12 heures, on se rendra compte de la quantité énorme d'eau qui se perd par les nombreux oueds torrentueux de la Régence.

Cette eau devrait être captée et déversée sur les cultures sous forme d'irrigations d'hiver, ou bien mise en réserve dans des dépressions naturelles du sol (*rdires*, *maagen*) pour des besoins ultérieurs.

Le réservoir des Aglabites, à Kairouan, n'est qu'une application restreinte de ce principe à l'alimentation d'une ville.

Ces eaux sauvages pourraient être maîtrisées par des barrages fort simples, mais nombreux et rapprochés, aménagés dès l'origine des oueds. On les conduirait par des *séguias* sur les cultures ou les pâtures pour les y faire séjourner, grâce à des bourrelets de retenue en terre; on favoriserait ainsi leur infiltration.

L'agriculture en tirerait grand profit, ainsi que les nappes souterraines.

Contrairement à ce qu'on peut croire, l'irrigation n'exige pas un cube d'eau bien considérable; nous sommes persuadé que dans ce pays on gaspille un peu l'eau.

L'irrigation par submersion est la cause d'une forte évaporation des terres, et nous pensons que l'arrosage par infiltration à l'aide de rigoles, serait bien préférable et plus économique au point de vue de la dépense en eau.

La pratique des irrigations demande quelques études préliminaires qu'il serait intéressant d'entreprendre.

Quels sont les besoins du sol et de la plante en eau? Comment se comporte l'évaporation des terres en fonction des agents météorologiques (vent, chaleur, état hygrométrique) et des façons culturales? Comment se traduit-elle en kilogrammes d'eau perdus par hectare?

Quelle est la quantité d'eau nécessaire à l'humidification convenable d'un sol, suivant sa nature physique, et en particulier sa perméabilité? Quel est le prix du mètre cube d'eau que chaque culture peut payer pour que l'irrigation soit productive de bénéfices? Quelle est la quantité

d'eau limite à employer pour que l'irrigation procure le maximum de bénéfices ?

Telles sont les questions qu'il faut résoudre au préalable si l'on veut pratiquer les irrigations avec méthode et avec chance de réussite.

C'est le programme que s'est tracé la Station de Génie rural et d'Hydraulique agricole.

Ajoutons à cela l'étude mécanique et économique des différents systèmes d'élévation des eaux ; une enquête annuelle sur les entreprises d'irrigation pratiquées dans la Régence et leur résultat économique, enquête portée à la connaissance de tous par une publication ; et nous aurons un programme de ce qu'il serait utile de faire pour développer la pratique des irrigations et augmenter la prospérité générale du pays.

On prétend que la législation sur l'hydraulique n'est pas parfaite ; elle présente cependant quelques textes fort intéressants dont on n'use pas assez ; nous voulons parler du décret du 15 septembre 1897 relatif aux dépenses de l'hydraulique agricole, et celui du 4 juillet 1907 réglant les sociétés coopératives agricoles, décrets qui encouragent les aménagements hydrauliques d'intérêt collectif.

Tel est le bilan de l'hydraulique agricole en Tunisie.

R. GAGEY.

PROSPÉRITÉ DES CULTURES IRRIGUÉES

en Algérie

Des difficultés du début. L'eau n'est que le facteur initial d'une association dans laquelle le sol, le climat, le capital, la capacité et la culture appropriée jouent un rôle décisif.

Au cours des communications si intéressantes que j'ai entendues aujourd'hui, j'ai vu émettre des opinions qui pourront parfois présenter quelque écart avec les documents que je vous apporte. Mais à la réflexion vous vous convaincrez qu'entre la Tunisie et l'Algérie il n'existe qu'une différence d'âge. L'Algérie est de 50 ans plus vieille.

Elle comptait l'an dernier 923 entreprises d'irrigation, arrosant une surface de 130.000 hectares. Ces entreprises se répartissent dans le Tell, sur les Hauts-Plateaux et dans le Sahara. Elles comportent déjà un peu plus de la moitié des eaux que le régime des pluies permettra à jamais de distribuer en Algérie (Lévy Salvator).

Les entreprises du Sahara sont pour la plupart entre les mains des indigènes. Elles sont l'objet de soins minutieux parce que la culture du palmier et le soleil donnent à l'eau une valeur inconnue partout ailleurs.

En voici un exemple entre tous :

Au bief de Biskra, l'oued Biskra débite normalement 200 litres d'eau à la seconde. En 1881, après une très grande sécheresse, ce débit est tombé à 120 litres, grâce auxquels l'existence des palmiers de l'oasis put être sauvegardée.

Le territoire de Biskra qui ne vit que de cette eau, se répartit comme suit :

Jardins oliviers et 100.000 palmiers dont 80.000 en rapport	2.000 hectares
Terres emblavées.....	1.580 —

Ces cultures alimentent une population indigène de 7.383 habitants et un cheptel de 2.347 têtes.

Les impôts s'élèvent à 42.601 francs.

Ce sont les 200 litres d'eau que l'oued Biskra débite chaque seconde qui créent toutes ces existences, toute cette végétation et cette contribution à la vie publique qui ne représente pas moins de 213 fr. d'impôts par litre d'eau seconde.

Aussi est-il sérieusement question, en ce moment, de construire sur l'oued El-Abiod, qui descend de l'Aurès, au point où il débouche dans le Sahara, un grand barrage-réservoir qui aurait une capacité de 29

millions de mètres cubes, capable, après envasement et évaporation, d'emmagasiner 14 millions de mètres cubes d'eau utilisable, qui viendraient grossir de 500 litres d'eau par seconde le débit de l'oued qui arrose déjà l'oasis de Sidi-Okba. On a fait, comme vous le voyez, une large part à l'envasement que l'on combat désormais facilement lorsqu'il a atteint un certain niveau.

Si l'on prend pour terme de comparaison les chiffres que fournit la statistique de Biskra, on constate que le barrage-réservoir de l'oued El-Abiod, dont la construction coûtera moins de cinq millions, permettra de créer une oasis deux fois et demie aussi importante que celle de Biskra, peuplée de :

20.000 habitants, 250.000 palmiers, 7 à 8.000 animaux domestiques et capable de rapporter au trésor 100.000 francs d'impôts non compris les droits d'eau. Et si l'on envisage les richesses privées que peut faire naître une telle entreprise, on aboutit à des chiffres presque fantastiques.

Si la construction du barrage de l'oued El-Abiod se réalise, dans dix ans, 2.500 hectares de terres stériles seront transformées en une fertile palmeraie qui aura coûté 15 millions et qui rendra annuellement cinq millions.

Ce n'est là du reste qu'un exemple courant du prix extraordinaire de l'eau, quand elle est affectée à la culture arbustive dans les pays très chauds.

Aussi, toutes les autres cultures ne sont-elles que des accessoires, des compléments de la culture du palmier qui les abrite de son ombre. La luzerne, le navet, les céréales, l'abricotier, ne sont cultivés que pour les besoins domestiques. Si parfois la culture des céréales irriguées prend dans les bas-fonds un certain développement, elle n'a droit qu'aux eaux de crues dont l'irrégularité est un obstacle à l'irrigation des cultures arbustives.

Messieurs, nous aurons souvent à parler du litre d'eau seconde qui est pris comme unité en matière d'irrigation. Je vous rappelle que le litre d'eau seconde équivaut à peu près à : 86 mètres cubes en 24 heures : 31.400 mètres cubes par an, soit par hectare à une épaisseur d'eau annuelle de 3^m 14.

Ce calcul nous montre déjà qu'un palmier consomme 60 mètres cubes d'eau d'irrigation dans son année et qu'un litre d'eau en irrigue 500 à Biskra.

En résumé, dans le Sahara avec l'arbre approprié, l'Etat peut normalement demander au litre d'eau seconde 200 fr. d'impôts et son propriétaire un revenu brut de 10.000 francs !

Mais à peine commence-t-on à gravir les pentes des Hauts-Plateaux

que les conditions économiques se transforment étrangement et avec l'attitude le prix de l'eau décroît d'une façon inouïe.

En quittant le Sahara, je ne saurais trop insister sur ce contraste.

On trouve cependant sur les Hauts-Plateaux les plus belles sources de notre empire africain.

Mais la rigueur du climat s'oppose à tout autre chose qu'à des cultures annuelles et extensives alors que l'eau n'acquiert toute sa valeur que si on l'applique à des cultures vivaces et intensives.

L'hiver rigoureux des Hauts-Plateaux provoque en effet un long arrêt de la végétation. Le printemps est souvent accompagné de gelées noires et tardives qui entravent la floraison. L'été y est sec et précoce, avec un rayonnement qui hâte la maturité, et l'automne y est caractérisé par des chutes précoces de grêle. Ces gelées de printemps, cette sécheresse tempérée de l'été, ces grêles de l'automne sont néfastes aux cultures fruitières et industrielles.

Aussi, aucun travail d'irrigation d'une importance comparable à ceux du Sahara ainsi qu'à ceux des vallées basses et chaudes, et du littoral tempéré du Tell, n'a-t-il été entrepris sur les Hauts-Plateaux. C'est là que l'on se rend bien compte du rôle si important que joue le climat sur la valeur de l'eau, et j'en viens à me demander si l'adduction des eaux que vous dirigez à si grands frais de la région montagneuse des Hauts-Plateaux vers Sfax et vers Sousse, pour l'alimentation des habitants, en eau potable, ne constituera pas quelque jour une opération fructueuse au point de vue même de l'irrigation.

Sur les Hauts-Plateaux la culture arbustive se réduit donc à quelques vergers principalement complantés en abricotiers. L'olivier y gèle parfois. L'oranger et le dattier n'y existent pas. Les vignes irriguées des Hauts-Plateaux sont dans un état piteux, telles les vignes de Saïda et de Sétif, types de végétaux paralysés par le gel et l'asphyxie.

La meilleure utilisation des eaux pérennes des Hauts-Plateaux paraît, jusqu'ici, celle qui est réservée aux prairies naturelles, telles les prairies du Kroubs, de la Meskianna, et celles que l'on pourrait créer du côté des galaâts tunisiennes.

Mais ces eaux, vous l'imaginez facilement, ne peuvent pas valoir plus cher qu'on ne les paie en France dans des cas similaires. Or, dans la Métropole, le prix de 50 fr. le litre, qui est normalement appliqué en Algérie où les frais d'aménagement sont généralement considérables, serait prohibitif. On a bien fait, à mon avis, de ne pas engager de grosses dépenses pour l'aménagement des eaux d'irrigation sur les Hauts-Plateaux, même pour l'irrigation des céréales.

En fait, aux altitudes élevées, entre 800 et 1.200 mètres, où la tempé-

fertilité moyenne du sol varie entre 13° et 15°, si les indigènes irriguent parfois de minimes parcelles de céréales, les colons ne les irriguent qu'exceptionnellement. Dans ces régions, les colons ne cultivent que les terrains de nature calcaire et perméable, dans lesquels les pluies s'emmagasinent avec le minimum de déperdition, parce qu'elles les pénètrent aisément et parce que l'évaporation y est faible.

L'irrigation des céréales leur offrirait une opération financière moins fructueuse que l'usage de procédés culturaux appropriés et, en particulier, de la jachère cultivée, qui permet d'exécuter les semailles avant ou dès les premières pluies.

Pendant que le froid rigoureux de l'hiver arrête la végétation aérienne de la céréale, celle-ci s'enracine profondément. C'est l'union de tous ces facteurs qui rend possible la culture des céréales sur les Hauts-Plateaux de Constantine comme sur ceux de l'Espagne avec des chutes de pluie qui varient de 250 à 400 millimètres.

Ces données n'ont du reste rien d'absolu puisque l'altitude des Hauts-Plateaux est variable et que la composition de leur sol n'est pas constante.

A proximité soit du Sahara, soit du littoral, les chutes de pluie diminuent et, alors, si le sol est compact, ce qui est précisément le fait de la plupart des dépressions alluvionnaires, l'irrigation devient indispensable pour assurer la production des céréales.

Mais avant que les cours d'eau aient atteint la limite des Hauts-Plateaux, leurs eaux pérennes ont été arrêtées pour l'irrigation des jardins, seules les eaux de crues, qui sont d'autant moins abondantes que l'année est plus sèche, et qu'il en faudrait plus, restent à la disposition des céréales. Je vous citerai tout à l'heure quelques faits qui vous démontreront combien l'utilisation de ces eaux est précaire et difficile. Aussi la culture des céréales irriguées, au moyen des eaux de crues, est-elle jusqu'ici restée presque exclusivement entre les mains des indigènes, plus aptes que nous à braver les intempérances du ciel.

C'est un fait reconnu désormais dans les vieux pays de colonisation que l'on obtient des bénéfices plus certains et plus élevés, en assurant la croissance des céréales par des cultures appropriées que par l'usage des eaux de crues, qui reste une pratique essentiellement indigène dans la zone basse des Hauts-Plateaux.

Je n'y connais pas d'exemples de colons à qui elle fait gagner de l'argent. Je sais des indigènes riches qui s'y livrent. Mais je pense qu'ils le font avec les bénéfices que leur procurent leurs troupeaux.

L'irrigation au moyen des eaux de crues n'est pour ainsi dire possible que sous un régime patriarcal, que le patriarche soit le caïd ou

un grand propriétaire. Mais elle est en opposition avec le morcellement individuel de la propriété parce qu'elle est incertaine et errante.

Si les eaux de crue ont l'avantage, sur les eaux pérennes, d'apporter un complément aux eaux de pluies sur des espaces relativement étendus, leur usage présente les plus grosses difficultés, en raison même de leur irrégularité. Les Services compétents n'osent pas établir d'ouvrages d'art pour assurer leur répartition, dans la presque certitude qu'ils ont que ces ouvrages seront emportés *ou plus souvent tournés*.

L'un des plus jolis exemples de cette sorte d'irrigation que je connaisse est celle de chott Djendli, qui utilise les eaux de l'oued Chemora.

L'oued Chemora descend de l'Aurès. Il n'a pas un débit permanent parce que pendant l'été ses eaux sont retenues par les montagnards pour l'irrigation de leurs jardins. Par contre, en raison même de son origine, ses crues ont une régularité relative.

Pour utiliser les eaux de l'oued les indigènes de la plaine de Chemora et des rives du chott Djindli, près de Batna, barrent chaque année la rivière au moyen de barrages en fascines qui ont jusqu'à 5 mètres de hauteur, 10 mètres d'épaisseur et 30 mètres de largeur. Des canaux de 2 ou 3 mètres de profondeur sur une largeur égale répartissent les eaux dans la plaine.

Les barrages résistent parfois à des crues de 120 mètres cubes à la seconde qui, en théorie, pourraient apporter une couche de 25 centimètres d'eau, sur 175 hectares en une heure.

Mais, en réalité, la surface moyenne irriguée n'est chaque année que de 2.000 hectares. Les barrages sont emportés chaque hiver et il faut fréquemment déplacer les canaux.

J'ai visité ce groupe avec des ingénieurs, hommes de métier et d'expérience, qui n'envisagent guère la possibilité de remplacer les barrages en fascines.

Le barrage de Chabounia près Boghari, sur le Nahr-Ouassel, branche supérieure du Chélif, fournissait, il y a quelques années, l'exemple le plus étendu d'irrigation par les eaux de crues.

De tout temps les indigènes dérivait les eaux du Nahr-Ouassel au moyen de barrages de fortune en fascines.

Il y a une quinzaine d'années un administrateur actif, voulant améliorer cette situation et étendre les irrigations, fit exécuter de grands travaux de canalisation en tête desquels il construisit un barrage de dérivation en rails de chemin de fer et en sidéro-ciment. Le barrage existe toujours. La rivière passe à côté.

Les usages des indigènes de la région ont subi une perturbation si

profonde, qu'ils n'en sont pas encore remis, et que les 2.000 hectares autrefois irrigués, sont devenus des pâturages à chameaux.

Les Ponts et Chaussées ont actuellement trouvé un seuil de rocher, sur lequel ils comptent asseoir un barrage de dérivation modeste, au moyen duquel ils détourneront dans un tunnel qui débouchera quelques centaines de mètres plus loin, une quantité des eaux de crues du Nahr-Ouassel, proportionnée au débit des canaux.

On a souvent envisagé la régularisation des eaux de crues, ce qui constituerait un grand progrès vers leur utilisation. A propos d'accidents graves, les débordements de l'Harrach, survenus il y a deux ans, j'entendais M. Ficheur, le professeur de géologie de la Faculté d'Alger, préconiser les petits barrages en pierres sèches dans les ravins affluents des rivières sujettes à déborder, système que l'on appelle en Tunisie système *Dumont* (1).

Je connais de ces barrages qui durent depuis 25 ans. Les ingénieurs n'en sont pas convaincus. L'avis de M. Ficheur n'a pas prévalu.

En résumé la question de l'irrigation des céréales par les eaux de crues n'est pas un système à rejeter. Mais il est coûteux et aléatoire. L'étude des travaux permanents appropriés à ce système ne paraît pas au point. La construction des barrages en fascines est chère parce qu'elle est constamment à refaire. Elle nécessite une main-d'œuvre abondante, tenace et même habile.

Je vous citerai près d'Aumale tels grands propriétaires indigènes qui ont cessé d'irriguer parce que les marocains ne viennent plus rétablir leurs barrages et leurs canaux.

La colonisation fuit ces procédés de culture qui lui ont donné trop de déboires. Elle fait fortune avec les labours préparatoires et elle y court.

Si maintenant nous dévalons les vallées et les ravins protégés par les pentes abruptes des montagnes qui séparent les Hauts Plateaux, du Tell, le spectacle change.

Ici plus d'eau sauvage, plus de marécages surgissant au milieu de la mer desséchée d'alfa. Le moindre ruisseau, la plus petite source, sont captés et détournés vers un recoin soigneusement découpé en gradins, où apparaissent une orangerie, un jardin semé de navets et quelquefois des pommiers, des poiriers, des pruniers, des choux, des pommes de terre, vestiges de l'action énergique et bienfaisante des premiers chefs militaires.

(1) M. Ernest Dumont, propriétaire au Khanguet, a construit dans sa propriété des séries de petits barrages au moyen desquels il a créé des sources.

Nous retrouvons, dans ces coins perdus de la montagne, une série nouvelle, de ces exemples instructifs, que fournissent si souvent les méthodes de culture indigène, pour qui sait les interpréter : abris, chaleur, division de la propriété, main-d'œuvre abondante, cultures intensives, alimentaires, industrielles ou arbustives. Voilà l'avant garde de ce que nous allons bientôt retrouver sur le littoral où à nouveau l'on se disputera l'eau à prix d'or.

Messieurs, dans le Tell, on ne saurait parler d'irrigation sans faire un peu d'histoire.

Dans les débuts de la colonisation, les nécessités sanitaires et stratégiques avaient déterminé l'emplacement des villages. Mais, sous l'Empire, l'Administration, épousant les théories des colons fraîchement débarqués, plaça le salut de la colonisation sous l'égide de l'irrigation.

Elle pourvut alors chaque village, non seulement d'eau potable, mais aussi de l'eau nécessaire à l'irrigation de jardins. Dans le même ordre d'idées, elle entreprenait la construction de toute une série de grands ouvrages, les barrages réservoirs du Tlelat, 1862, de l'Habra, 1865, du Hamiz, 1869, du Sig, 1882, et les barrages déversoirs de la Mina, à Relizane, vers 1866, et du Cheliff, à Orléansville, en 1868. Ces ouvrages devaient permettre d'irriguer de vastes surfaces. Ce n'est qu'une fois en possession de toutes ces eaux que les colons comprirent combien il est difficile d'en user avec profit. Les usagers de l'Habra et de la Mina eurent bientôt fait de saler leurs terres. Les 8.400 hectares de terres irrigables de Relizane, sur lesquelles 200 kilomètres de canaux distribuent les 1.500 litres d'eau de la Mina, atteignirent en 1866, à l'époque du coton, une valeur de 1.200 fr. l'hectare. En 1910, ces terres, absolument stérilisées par le sel que les eaux d'irrigation y avaient accumulé, trouvaient difficilement preneur au prix de 30 et de 70 fr. l'hectare. A Orléansville, en 1905, c'est-à-dire 33 ans après l'ouverture de l'ouvrage, sur 1.500 litres d'eau concédés, les usagers n'en avaient encore souscrit que 650 ; les terres grevées de droit d'eau se vendaient moins cher que les autres, quoique le litre ne coûtait que 50 fr. A ce taux, on jugeait onéreux d'irriguer les céréales alors que le blé valait 18 fr. et l'orge 10 fr. l'insécurité, le manque d'avances et l'ignorance ne permettaient pas de se livrer à des cultures plus rémunératrices, capables d'utiliser les eaux en été, saison durant laquelle elles coulaient à la mer.

Dans la Mitidja, les syndicats de la Chiffa et de l'Harrach, qui disposaient chacun de 500 litres d'eau, en distribuaient une partie pour irriguer du tabac et quelques orangeries. Le surplus allait à la mer, et

cependant utilisée ou non, il fallait payer cette eau 40 fr. le litre environ.

Dans la plaine de Bône, les usagers des eaux que fournit le barrage déversoir de la Seybouse qui ne date que de 1900, sont déjà fatigués de payer leurs taxes. Ils se sont aperçus qu'à de rares exceptions près leurs terres sont trop compactes, trop fortes pour comporter l'irrigation.

Ainsi le bel élan auquel l'Algérie a dû tous ses grands ouvrages subissait-il bientôt un arrêt qui a duré de vingt à trente ans; pendant cette période, l'Administration est en lutte avec les usagers qui n'utilisent pas les eaux, qui ne paient pas les taxes devenues trop élevées, pour des terres que le sel a rendues improductives, pour des cultures extensives, ou bien parce que les usagers ne disposent pas des 500 à 1.500 fr. par hectare nécessaires au nivellement, à la plantation et à la mise en valeur des surfaces engagées.

L'entretien des canaux est plus coûteux qu'on ne l'avait prévu. Leur présence amène les fièvres dans le pays. L'Administration y remédie en les faisant bétonner.

Cependant durant cette période de recueillement elle ne cesse de doter la colonisation d'ouvrages plus modestes, elle entreprend sur des affluents secondaires, tels l'oued Sly, l'oued Fodda, des ouvrages de dérivation qui fournissent réciproquement 100 et 200 litres d'eau jusqu'en juin, à l'étiage quelques litres et qui assurent la prospérité des centres avoisinants.

Ces petites entreprises, d'un débit régulier, qui s'adressent à la petite culture implantée par la colonisation officielle irriguent les céréales en hiver, des cultures fourragères, maïs et luzerne en particulier, en été, et favorisent la création de vergers et l'élevage des bêtes à cornes de races européennes qui font souche sous le soleil de plomb du Chélif.

Peu à peu les colons apprennent à utiliser l'eau. On leur enseigne par le drainage à dessaler les terres avec les mêmes eaux qui les avaient salées. La population augmente et avec elle les cultures légumières qui sont fortes consommatrices d'eau. De nouvelles cultures industrielles apparaissent. Le prix élevé du vin pousse à irriguer les vignes. Les colons enrichis par les cours élevés des céréales et du bétail sont en mesure de faire les dépenses nécessaires au nivellement de leurs terres et à la création des vergers. Dans le département d'Oran ils plantent de l'oranger par centaines d'hectares et du même coup les taxes ne leur paraissent plus trop élevées, et ils demandent de l'eau à tous les systèmes d'irrigation. La Mitidja se couvre de norias actionnées par

des moteurs. Jusqu'à 40 mètres de profondeur l'opération est lucrative. En dehors des puits, deux cents nouvelles entreprises se forment.

La Colonie construit en 1910 un barrage de dérivation sur la Tafna qui débite 1.100 litres et irriguera 4.000 hectares dans la plaine de Marnia, moyennant une dépense annuelle à la charge des usagers de 28.000 fr., non compris l'entretien et la surveillance des ouvrages.

Elle construit également à Charon un barrage de dérivation destiné à irriguer en hiver la basse vallée du Chélif.

Dans la Mitidja, l'Administration qui dépensait chaque année 18.000 fr. pour l'entretien du barrage du Hamiz restait en déficit et n'était jamais arrivée à réunir les usagers en syndicat. A 25 fr. le litre, l'eau leur paraissait trop chère.

Il y a trois ans, devant le nombre croissant de demandes, le prix de l'eau a été porté à 50 fr. A ce prix, certains usagers trouvent qu'ils font une économie de main-d'œuvre à n'utiliser que l'eau de jour et à envoyer celle de nuit à la mer. Pour éviter ce gaspillage, les Ponts-et-Chaussées songent à porter le prix du litre à 100 fr., le nombre de demandes croissant toujours.

Une association libre s'est constituée dernièrement à Zéralda pour élever mécaniquement les eaux du Mazafran à 60 mètres d'altitude moyenne. Le litre coûtera 350 fr. pour six mois. L'eau sera employée à irriguer vignes, vergers et primeurs. L'opération est considérée comme excellente et appelée à donner une grosse plus value aux terres grevées de ce droit élevé.

Actuellement une grande Commission de l'hydraulique agricole étudie les entreprises d'irrigation qui seront l'objet d'une dotation sur le prochain emprunt. La sous-Commission, composée d'un délégué financier agriculteur, d'un ingénieur des Ponts-et-Chaussées, du géologue de la Faculté, d'un forestier et d'un professeur d'agriculture, parcourt l'Algérie et étudie toutes les ressources en eau qui n'ont pas encore été l'objet d'aménagements.

La faveur qui avait longtemps trahi les barrages-réservoirs leur est à nouveau définitivement acquise. Leur utilité se fait tout naturellement sentir, le jour où toutes les eaux permanentes sont utilisées.

Après ces eaux pérennes d'étiage prélevées sur les cours d'eau permanents au moyen de barrages déversoirs, ce sont les barrages-réservoirs qui donnent le plus de sécurité aux cultures fruitières et intensives.

Et tandis que notre agriculture, par les soins et les capitaux que nous lui apportons, par la main-d'œuvre que nous lui consacrons, se rapproche de celle de l'Andalousie nous comprenons tout le prix que les Espagnols attachent à leur barrages-réservoirs.

Au reste, comme vous l'avez vu pour le barrage de Hamiz, il arrive un moment où, sans tenir compte de la prospérité générale que ces barrages apportent au pays, ils deviennent une opération financière lucrative.

Les canaux distributeurs des barrages-réservoirs et des barrages déversoirs d'eaux pérennes, prévus pour les irrigations d'été, servent en hiver à l'irrigation des céréales.

Ces irrigations régulières des céréales en hiver n'ont rien de commun avec l'irrigation aléatoire des eaux de crues.

Elles conviennent particulièrement aux besoins de la colonisation qui en use largement dans les vallées du Cheliff, de l'Habra et de la Mina, si comparables à celle de la Medjerdah.

Pour vous donner une idée de la valeur de ces eaux d'hiver, je vous citerai les eaux non abonnées à la Mina qui se vendent aux environs de 10 fr. le litre d'octobre à avril.

A Orléansville les premiers usagers qui avaient souscrit à un débit continu utilisaient bien quelques litres à l'irrigation des jardins maraîchers. Mais la plus forte proportion des eaux était exclusivement consacrée pendant l'hiver à assurer la récolte des céréales. Le prix de 70 fr., exagéré au début, ne le serait guère plus aux cours actuels. Mais ce prix est devenu avantageux aujourd'hui puisque le même litre, grossi par l'hiver, après avoir arrosé quelques hectares de céréales, arrose en été luzernes, maïs, coton, orangers, abricotiers.

Je puis vous donner quelques chiffres assez précis sur la consommation d'eau par les diverses cultures.

Les belles prairies du Kroubs, région correspondante à celle du Kef, couvrent 825 hectares environ. Elles consomment exactement un litre d'eau par hectare à la seconde, coûtant environ 1 fr. 50 le litre, ce prix infime de l'eau est un exemple unique en Algérie, au reste il s'applique aux Hauts Plateaux et y permet la création des prairies naturelles, il confirme ce que je vous disais sur la faible valeur de l'eau sur les Hauts Plateaux.

A Blida, zone littorale, le Syndicat de l'oued Kebir dispose de 200 litres d'eau. Il irrigue 300 hectares de jardins maraîchers complantés d'orangers, soit 0 lit. 66 coûtant environ 75 fr. le litre.

La luzerne, dans le Cheliff, nécessite de 20 à 30 arrosages de 0^m8 d'épaisseur. Il lui faut près de 2 litres d'eau en été. Sa culture est un bon corollaire de celle des céréales.

Le maïs fourrage exige depuis le mois de mai jusqu'à la fin de juillet une irrigation tous les dix jours. Un demi-litre d'eau par hectare suffit.

C'est un bon complément des céréales et des cultures arbustives car sa récolte est terminée au moment de l'été.

Le coton ne doit pas consommer plus de 2.000 mètres cubes d'eau par hectare pendant toute la durée de sa culture qui va normalement de mai à septembre soit 0 lit. 16 environ par hectare ou un litre pour six hectares.

L'arrosage de la vigne qui, prolongé au-delà du mois de juin, provoque l'asphyxie des racines et la ruine précoce du vignoble, assure au contraire de fortes productions s'il est limité à deux ou trois irrigations de 1.000 mètres cubes. Aussi les viticulteurs algériens n'hésitent-ils pas en ce moment à remonter l'eau de 40 mètres de profondeur au moyen de moteurs à vapeur ou électriques. Le mètre cube coûte dans ces conditions de 0 fr. 03 à 0 fr. 05 correspondant pour le litre d'eau continu à une valeur variant entre 900 et 1.500 fr. Vous citerai-je tel propriétaire qui a dépensé 150.000 fr. et plus pour installer les puits et les pompes nécessaires pour puiser à 25 mètres de profondeur l'eau nécessaire à l'irrigation de son vignoble. Dans le Tell comme dans le Sud les arbres fruitiers donnent à l'eau la valeur la plus élevée. Une orangerie qui s'y loue 1.500 fr. coûte 4.000 fr. à établir non compris le prix du sol. De mai à octobre elle ne consomme que 400 mètres cubes d'eau tous les 15 jours qui représentent un écoulement continu de 0 lit. 33.

En Italie, les orangeries reçoivent près de trois fois moins d'eau.

Ces chiffres vous expliquent à eux seuls les dépenses qui paraissent folles que vous voyez entreprendre de tous côtés dans le département d'Alger pour assurer aux terres les mêmes irrigations qui, à leurs débuts, nous avaient rendus sceptiques, par les insuccès qui les avaient accompagnées.

Voyez ce qui arrive à Bône où, à peine le barrage déversoir de la Seybouse terminé, on s'apercevait que l'eau qu'il fournissait était à peu près inutilisable.

C'est que l'irrigation est l'opération culturale la plus complexe de toutes. L'eau tout d'abord doit présenter certaines qualités. Si elle est un peu salée il faut prendre des mesures pour que le sel ne s'accumule pas dans le sol qu'il stérilise. Ces précautions prises, une eau légèrement salée présente parfois certains avantages sur une eau trop pure. En pays chaud l'eau est souvent dangereuse sur un sol très compact.

Le nivellement préalable des champs, des façons culturales fréquentes, des fumures abondantes sont les compléments indispensables de l'irrigation. En 1870, faute d'engrais chimiques, l'irrigation était limitée par la production du fumier. Et comme l'eau coûte toujours cher et qu'elle est rare en Afrique, il faut autant que possible en diminuer le

prix de revient en l'utilisant en tous temps grâce à une succession et à une association raisonnées des cultures.

Dans le département d'Oran, l'hiver, lorsqu'elle est abondante, on la met au service des oliviers, des cultures extensives et en été, lorsqu'elle est rare, à celui des jardins, des cultures intensives industrielles ou arbustives, ces dernières seules produisant des revenus assez élevés pour rémunérer les capitaux engagés dans les frais de premier établissement.

Aussi n'est-ce qu'après que la Métropole mit, il y a quarante ans, tant d'eau à notre disposition que nous nous aperçûmes faute de savoir, faute de cultures appropriées, faute d'argent, faute de main-d'œuvre, faute de fumier, ou par suite de fausses manœuvres qui avaient stérilisé le sol, que cette eau devenait inutilisable et ne constituait plus qu'une charge par suite des redevances à payer.

Loin de moi la pensée de vous détourner des bienfaits de l'irrigation. Je n'ai appelé votre attention sur nos déboires que pour vous éviter les mécomptes qui nous ont fait perdre pendant trente ans les bénéfices d'un merveilleux réseau d'entreprises d'irrigations, qui désormais contribue largement à la fortune de l'Algérie. A ce point de vue, je vous signale les services que rend à la Colonie la Commission d'irrigation instituée il y a deux ans par le Gouverneur Général.

Je terminerai en répondant à une question que m'a posée M. Delaporte. Comment s'organisent en Algérie vos entreprises d'irrigation, m'a-t-il demandé ?

L'initiative de nos entreprises est prise souvent par l'Administration, quelquefois par les colons, à qui une législation libérale permet d'accorder des concessions définitives.

Veut-on utiliser une source, un cours d'eau non grevés de droits d'usage ? Projette-t-on la construction d'un barrage ou d'un appareil élévatoire ? Les propriétaires intéressés constituent devant notaire une *association libre*. Puis ils s'adressent au Service de l'Hydraulique agricole (car nous n'avons pas comme en France un service des améliorations agricoles), qui dresse le projet des travaux à exécuter. Si ces travaux sont reconnus possibles, l'Association demande à la Colonie de lui accorder son concours pécuniaire, qui atteint souvent les trois quarts de la dépense. Le solde est couvert par un emprunt.

Mais l'Association libre présente de graves inconvénients. Les lois de 1845 et de 1847 autorisent bien cette association à appuyer ses travaux sur les fonds riverains et à faire passer ses canaux sur les terrains voisins. Mais elle ne peut prendre de décisions qu'avec le consentement unanime et par écrit des intéressés.

On comprend toutes les difficultés que présenterait l'accord unanime des propriétaires appelés à se prononcer, sur l'utilité des travaux, sur les améliorations à apporter au fonctionnement de l'Association, sur le recouvrement des taxes. Aussi l'association libre demande-t-elle à la Préfecture sa transformation *en association autorisée* qui lui est toujours accordée par simple arrêté.

Pourquoi alors, me direz-vous, n'avoir pas contribué du premier coup une *association autorisée*. C'est que par une bizarrerie de la loi, cette formalité exigerait un *décret* accompagné des formalités les plus diverses. *L'association autorisée* peut prendre des décisions à la majorité des intéressés et faire recouvrer ses taxes comme impôts municipaux.

Nos associations ont coutume de confier l'entretien de leurs ouvrages au service des Ponts-et-Chaussées, qui dispose d'un personnel dont la compétence offre toutes garanties aux usagers et qui pourvoit aux travaux courants d'entretien, aux frais de l'Association.

En cas de grosses réfections, la Colonie, qui est la première à profiter de la prospérité que l'irrigation apporte dans le pays, contribue généralement aux dépenses.

Je ne veux pas vous en dire plus long ici sur la législation qui régit les irrigations en Algérie. Vous la trouverez dans tous les recueils de législation. Mon but a été surtout d'appeler votre attention sur les bienfaits mais aussi sur les difficultés de l'irrigation. Ce n'est que par la connaissance des uns et des autres que l'on peut arriver à tirer le maximum de profit de ce merveilleux instrument de production.

R. MARÈS,

Inspecteur général d'Agriculture.

QUELQUES PARTICULARITÉS DE L'IRRIGATION D'OASIS

MESSIEURS,

Parmi les problèmes nombreux que comporte l'irrigation dans les oasis, j'ai choisi trois questions qu'il m'a paru intéressant de développer devant vous, non que le sujet présente une utilité pratique immédiate pour les agriculteurs du Nord de la Tunisie, mais parce que certains côtés de la question peuvent leur suggérer des rapprochements instructifs:

- 1° Les inconvénients du partage des eaux basé sur la notation arabe des heures de prière ;
- 2° Les raisons pour lesquelles le droit d'eau est indépendant de la propriété du sol ;
- 3° La nécessité de l'irrigation abondante été et hiver dans les oasis.

1° **Inconvénients du partage des eaux basé sur la notation arabe des heures de prière.** — Le partage qui nous servira de thème de démonstration est celui de Tozeur qui n'est guère plus connu que les autres, mais dont on a parlé plus souvent.

D'après la tradition, le partage de l'eau, à Tozeur, a été établi par Ibn Chabbath, iman de Tozeur et historien connu, qui est mort à la fin du XIII^e siècle de l'ère chrétienne. J'avais cru trouver une origine beaucoup plus ancienne à ce partage en relevant les noms, d'étymologie romaine évidemment, de certains jardins comme: *Aoujelou* (Angelus), *Kridou* (Credo), *Badrouna* (Pater noster), et je m'étais demandé si ces noms ne correspondaient pas à des heures de prières chrétiennes fixant elles-mêmes les heures d'arrosage. Mais le R. P. Delattre, que j'ai consulté à ce sujet, y voit plutôt le nom de personnages locaux, noms berbères ou latins. Ce qui confirme cette dernière explication c'est que beaucoup de jardins portent en effet des noms latins ou des noms propres berbères plus ou moins latinisés. Exemple: Kardabous, Keboumba, Juba, German, Bardonech, etc.

Grosso modo, l'oued de Tozeur, réunion de toutes les sources de Ras-el-Aïoun, débitant environ 700 litres à la seconde, se divise en trois branches et chaque branche en sept *séguias*. Bases mystiques et magiques, puisque fondées sur les deux nombres 3 et 7 auxquels la magie attribue les plus grandes vertus.

La *séguia*, dernier terme de la division du débit, se divise elle-même par la durée du temps.

La rotation, c'est-à-dire la période après laquelle revient l'irrigation des mêmes jardins, est d'une semaine.

L'unité composant la rotation est la journée, qui court du lever du soleil au lever du soleil suivant. Les divisions de la journée sont fixées par :

1° Le *zerouk* et le *riab schemch* (lever et coucher apprenés du soleil);

2° Les quatre principales prières arabes, *fajeur* (aurore), *âcer* (2 à 4 heures), *maghreb* (5 minutes après le coucher du soleil) et *âcha* (6 à 8 heures et demie);

3° Le *helloul-el-bab* (ouverture de la porte de l'ancien Tozcur), une heure et quart avant le lever du soleil;

4° Les longueurs de l'ombre humaine mesurée en pieds. On dit : 2 pieds vers l'Est ou du soir, 10, 12, 16 pieds du soir, deux pieds avant l'*âcer*, etc., il est rare qu'on compte les pieds du matin.

Toutes ces heures sont basées directement ou indirectement sur la rotation apparente du soleil et ont un défaut capital, la variabilité suivant les saisons. Un jardin recevant l'eau toutes les semaines depuis la prière de l'*âcha* jusqu'au lever du soleil, aurait 8 heures d'irrigation vers le 22 juin et 13 heures vers le 22 décembre. Faute d'horloge cette inégalité n'a pas été supprimée mais la difficulté a été tournée au moyen de plusieurs correctifs :

1° *L'alternance diurne et nocturne* : la plupart des parts d'eau sont données une fois de jour, une fois de nuit. Ainsi tel jardin reçoit son eau le lundi depuis le lever jusqu'au coucher du soleil, et le lundi suivant depuis le coucher du soleil jusqu'au lever du mardi. Quelle que soit la saison, en 15 jours il aura reçu le même volume d'eau.

2° *Le gadous* : on connaît la description de cette clepsydre rustique, elle marque une durée de cinq minutes.

Dire que le jardin B possède 18 gadous par semaine donnés par le jardin A, c'est dire que le propriétaire du jardin A doit, avant de commencer son irrigation propre, le lundi (jour ou nuit) par exemple, laisser couler pendant une heure et demie dans le jardin B la *séguia* à laquelle il a droit : en fait le jardin B reçoit donc pendant toute l'année, tous les lundis, alternativement de jour et de nuit, le même volume d'eau;

Nombreux sont les jardins qui ne reçoivent qu'un certain nombre de *gadous*, revenant régulièrement tous les 8, 14 ou 28 (rares) jours. Pour eux la question des saisons importe peu. Mais c'est toujours d'un

jardin déterminé qu'on reçoit les *gadous* et non d'une collectivité ou d'une personne morale.

Le *gadous* corrige aussi l'inégalité des espaces horaires basés sur la marche du soleil, en ce sens que beaucoup de jardins reçoivent deux irrigations par semaine: une fois ils sont propriétaires de l'eau et donnent un certain nombre de *gadous* à un voisin, une autre fois ils reçoivent dudit voisin un certain nombre de *gadous*, toujours avec l'alternance diurne et nocturne. Ils peuvent alors se prêter des *gadous* c'est-à-dire faire passer à leur gré d'un tour sur l'autre les *gadous* à donner ou à recevoir. Cela permet de rétablir l'équilibre rompu et facilite l'exercice du troisième correctif qui est le plus efficace ;

3° *Les prêts d'eau* : convenus quelquefois par les propriétaires, mais le plus souvent pratiqués à leur insu par les *cheurka* (colons partiaires des jardins de palmiers), ces prêts d'eau jouent un rôle essentiel dans l'application des partages d'eau du Djerid. Ils tempèrent leur rigueur et l'incommodité des heures arabes. Sans eux, l'eau serait gaspillée un jour, insuffisante la semaine suivante. Ils ont cependant un défaut: grâce à eux, le *cherik* soustrait la durée des arrosages au contrôle inopiné du propriétaire et peut se permettre ainsi des cessions clandestines de tours d'eau non suivies de réciproques. Je dois à la vérité d'ajouter que ce cas est assez rare, et que les trois quarts des propriétaires, qui ne connaissent pas exactement leur droit d'eau et sont par conséquent incapables de vérifier si l'arrosage est donné consciencieusement, s'en rapportent entièrement et à juste titre à leurs *cheurka*. Ce sont ceux-ci qui sont les véritables dépositaires du tableau de distribution.

Assurément il serait infiniment préférable de remplacer par les heures astronomiques le système bizarre et compliqué de ces mesures horaires; il y aurait avantage pour tous; mais comment dans ce recantonement des tours d'eau, fixer à chacun le temps d'irrigation auquel il aurait droit? La réalisation de ce problème, qui apparaît si simple au premier abord, comporte des difficultés inouïes. En effet, malgré tous les correctifs qui y sont apportés, il subsiste bien des inégalités: des jardins sont pauvrement irrigués l'été et abondamment l'hiver; d'autres mieux partagés le sont copieusement l'été et chichement l'hiver. Or, l'irrigation d'été ayant plus de valeur agricole, sur quelle base établir une moyenne? Les heures de la journée ont elles-mêmes des valeurs différentes; les heures les plus recherchées pour l'arrosage sont le matin de bonne heure et le soir au coucher du soleil. Il faudrait pouvoir ramener tous ces éléments d'appréciation au volume.

Ce n'est pas tout, il existe aussi d'autres considérations qui doivent entrer en ligne de compte ; celui qui commence à utiliser une *séguia* longue et ensoleillée, restée plusieurs jours à sec, perd de ce chef une quantité d'eau importante absorbée par la rigole elle-même. Au contraire le dernier servi par une longue *séguia*, lorsque celle-ci est fermée au partiteur à un moment donné, reçoit au surplus toute l'eau qui continue à s'écouler depuis l'aiguille.

Ajoutez à cela que l'indigène du Djerid est très ombrageux sur les questions de droit d'eau, et qu'il serait très long et très délicat de lui faire accepter la moindre modification, que le tableau de distribution des eaux de Tozeur vient seulement d'être relevé, et l'on s'expliquera pourquoi personne n'a encore tenté cette laborieuse innovation.

2° **Raisons pour lesquelles le droit d'eau est indépendant de la propriété du sol.** — Une particularité, assez étrange au premier abord, du partage d'eau de Tozeur, c'est que la quantité d'eau affectée à chaque jardin n'est nullement proportionnelle à sa surface, mais est fixée par des droits acquis, droits indépendants de la propriété du sol. C'est là un dédoublement très remarquable de la propriété. Bien mieux, dans certains jardins le propriétaire a constitué habous une ou deux files de palmiers, en sorte que la propriété de l'arbre devient alors distincte de celle de la terre. Il y a alors trois propriétés différentes : celle du sol, celle de l'eau et celle de l'arbre. C'est celle de l'eau dont je vais dire un mot.

En France et dans tous les pays pluvieux, prévaut la conception romaine, suivant laquelle l'eau est l'accessoire de la terre : on admet donc que l'eau elle-même est le produit, le fruit d'une source, et que le droit d'eau est une simple servitude d'un fonds sur un autre fonds. Pour l'indigène des oasis cette opinion reste vide de sens. Pour lui le fonds où est contenue la source n'a d'autre valeur que celle d'être l'adducteur de cette eau, chemin occasionnel de passage. Le fonds peut changer ; les sources se déplaçant souvent, les besoins font par conséquent souvent déplacer les *séguias*. Qu'importe au titulaire de l'eau la place topographique de l'émergence ? Et si son puits artésien *meurt*, comme on dit à l'oued Rirh, on devra en forer un autre à côté : la propriété de l'orifice du puits tari lui est parfaitement indifférente. C'est l'eau et non le sol inerte d'où elle jaillit qui lui importe ; et cette eau il en revendique la propriété jusqu'au tréfonds de la terre, jusqu'à la nappe souterraine, presque jusqu'à son origine lointaine. S'il y a servitude, elle pèse sur les entrailles de la terre et non sur sa surface.

Tout mobile et fluide qu'il soit, l'élément liquide a pour lui la conti-

nuité, la perpétuité; c'est peut-être la base la plus solide à laquelle nomades et sédentaires du Sahara puissent attacher l'idée de propriété, tandis que le sol leur apparaît infini, inépuisable; ils en ont à leur disposition des milliers de lieues carrées; comme l'air et le soleil, le sol est chose sans valeur vénale, tant qu'il n'est pas vivifié c'est *res nullius*.

Une comparaison fera mieux comprendre cette idée. Si vous voulez chauffer votre appartement vous faites du feu, c'est-à-dire que vous utilisez la propriété qu'a le carbone de se combiner avec l'oxygène en dégageant de la chaleur. Vous achetez donc du bois ou du charbon; mais il ne vous viendra pas à l'esprit de demander au pharmacien de vous fournir de l'oxygène. L'air ambiant vous en donne de façon surabondante. De même, pour l'indigène des oasis l'eau et le sol sont nécessaires pour sa culture, mais ce qui est rare et ce qu'il cherche à se procurer, c'est l'eau seule, et comme il y attache du prix il la paie, mais il tiendrait pour une absurdité de dépenser de l'argent pour acheter de la terre.

On s'est demandé quel avait été le point de départ de cette propriété de l'eau. Je suppose, à défaut de traditions, que le premier soin des pasteurs nomades et guerriers qui erraient au Sahara fut de s'assurer, non la *propriété* (1) des sources nécessaires pour abreuver leur bétail, mais simplement la *jouissance* de cette eau à ce simple point de vue; jouissance comportant le droit d'accès au ruisseau. Les sources en s'épandant devaient entretenir un pâturage permanent de chiendent et d'autres plantes fourragères, pâturage qui devait exercer une singulière fascination sur les troupeaux habitués à vaguer dans les mornes solitudes du désert, et sur leurs bergers. Les plus forts et les mieux armés de ces bergers s'arrogèrent fatalement un jour le monopole de ces pâturages, sorte de droit de superficie, puis ils s'attribuèrent par voie de conséquence celui de l'eau qui les vivifiait. Alors ils *défundirent* cette eau contre toute entreprise dolosive et commencèrent à concevoir sur elle un véritable droit de propriété. Petit à petit les pâturages non drainés s'épuisèrent et les détenteurs furent amenés à *détourner* les eaux. Ce fut le deuxième acte d'appropriation, acte qui détachait la propriété de l'eau de celle d'un sol devenu impropre à en profiter. Cependant la propriété n'était pas encore devenue l'appropriation individuelle, c'était une sorte de propriété collective de tribu ou de famille.

(1) l'idée de propriété, opposée à celle de possession, n'apparaît guère que dans les sociétés assez développées, où la vertu du *droit* commence à contrebalancer le règne de la *force*.

Puis le nomade, devenu sédentaire, ne se contenta plus du produit de l'élevage, il s'ingénia à tirer de l'eau un parti agricole. Il planta ou tout au moins il favorisa les arbres les plus utiles à ses besoins, et leur prodigua les arrosages. Les arbres réclamant des soins, il parut juste que ceux mêmes qui les leur donnaient fussent les seuls à en recueillir les fruits. L'idée d'appropriation individuelle se faisait jour, elle se dégagait lorsque le sédentaire commença à créer des vergers véritables et à les entourer de clôtures. Ses descendants se partagèrent les vergers, et surtout l'eau qui les vivifiait. Ce fut la *transmission* d'une propriété individuelle, manifestation la plus caractéristique du droit.

Mais tandis que l'appropriation de l'eau se précisait, celle du sol restait plus précaire, car l'épuisement par excès de sel, des jardins non encore travaillés ni drainés, forçait encore le cultivateur à déplacer son verger au bout d'un certain nombre d'années.

Enfin, après bien des tâtonnements, l'oasien connut la pratique du drainage qui empêchait la salure d'envahir son jardin. Alors la propriété du sol fut un peu mieux assise, mais les nécessités de la culture (nécessités qui persistent toujours), les déplacements des sources, ou l'abaissement de leur niveau, les grands mouvements du salant dans les oasis, empêchèrent l'union indissoluble de la propriété de l'eau avec celle du sol. La première en raison de sa valeur, fut âprement défendue et prima toujours la seconde, en sorte qu'actuellement encore, acheter un jardin c'est acheter : 1^o une part d'eau, 2^o les palmiers que cette eau fait vivre, 3^o le sol où le hasard a voulu que ces palmiers aient poussé. Mais il est toujours permis au propriétaire de déplacer l'eau et de l'envoyer dans un autre jardin ; ce n'est pas l'eau qui est attachée au sol, c'est le sol qui est attaché provisoirement à l'eau.

3^o Nécessité d'une irrigation abondante été et hiver. — On donne au palmier une irrigation hebdomadaire et même bi-hebdomadaire si l'on possède suffisamment d'eau. Les jardins qui n'ont l'eau que tous les 15 jours sont considérés comme pauvrement irrigués ; ceux qui n'ont l'eau que tous les 28 jours sont moralement abandonnés.

A Tozeur, la hauteur d'eau qu'on jette ainsi annuellement sur l'oasis est en moyenne de 2^m90 ; ajoutons-y les précipitations pluviales, cela nous donne un peu plus de 3 mètres d'eau.

En Europe, les expériences bien connues de Hellriegel, de Risler et de Houllier, ont démontré que la formation dans la plante de 1 kilo de matière sèche exigeait le passage d'une certaine quantité d'eau, variable suivant les plantes et les sols, mais ne s'écartant guère de 250 kilos. Au Djerid on trouve que l'hectare peut fournir 60 tonnes de

matière sèche par an. Donc pour un kilo de production il a fallu que le sol absorbe 500 litres d'eau soit le double de ce qui est observé en Europe. C'est le contraire qu'on eût attendu, puisque sous un climat très chaud l'humidité produit une végétation bien plus vigoureuse que sous un climat froid.

L'explication de cette anomalie réside dans ce fait que l'eau n'a pas pour but unique de fournir aux végétaux leur eau de composition, et qu'en hiver notamment son rôle principal est de débarrasser le sol de son excès de sel. Elle opère un véritable lavage, et les eaux usées et minéralisées sont entraînées dans le système général de drainage. D'où il s'ensuit que pendant trois ou quatre mois de l'année, l'eau qu'on jette dans les oasis sert non au développement de la végétation, mais à la purge de la terre.

Ainsi ce besoin d'eau continu tient au sol et non au palmier : c'est pourquoi tous les végétaux d'oasis, vigne, orangers, abricotiers, réclament autant d'eau. C'est aussi pour ce motif que dans certaines terres très bien aérées et très perméables, où l'eau ne fait que s'enfoncer rapidement pour aller se perdre dans le tréfonds du sol, cette nécessité est beaucoup moins pressante et l'on peut très facilement diminuer de moitié l'abondance des arrosages en hiver. On peut citer comme exemple l'oasis de Chebika et les parties hautes de l'oasis d'El-Oudiane.

Pourquoi cette nécessité d'un lavage de la terre ? Ici nous touchons à une question qui n'a commencé à intéresser le monde agricole que depuis quelques années : en France depuis l'utilisation des terres salées de la Camargue, en Algérie depuis que les terres irriguées par les eaux des barrages de l'Habra, de la Mina et du Chélif, sont devenues en partie salées et impropres à la culture, en Egypte depuis que la construction de l'immense barrage d'Assouan, ayant permis de substituer l'irrigation continue d'été à l'inondation d'automne, et de développer l'étendue arrosée du Delta, on s'est aperçu que la fertilité du sol allait en décroissant et qu'il fallait compléter ces extensions de culture par un drainage intensif et très coûteux.

Un principe s'est dégagé, principe absolu, qu'il ne faut jamais perdre de vue en matière d'hydraulique agricole, c'est que *le plus grand danger des irrigations d'été en pays sec et chaud, c'est la salure progressive du sol.*

Il n'est pas besoin de rechercher bien loin d'où vient ce sel. C'est l'eau d'irrigation elle-même qui en apporte la plus grande partie. Notons d'abord que le salant est chose complexe, et qu'en général dans le bas Sahara tunisien il se compose en proportions à peu près égales d'élé-

ments utiles aux végétaux et d'éléments nuisibles. Parmi ces derniers le chlorure de sodium représente environ $\frac{2}{5}$ de tout le salant. Les eaux du Djerid sont toutes minéralisées à plus d'un gramme et demi de résidu fixe par litre, celles de Tozeur apportent en une année 46.000 tonnes de sels divers qu'elles répandent sur l'oasis.

Ce que devient ce salant il est facile de le savoir. Une partie restituée au sol les éléments enlevés par la végétation, reconstituant en quelque sorte la fertilité de l'oasis, une autre s'accumule dans le sol par suite de l'évaporation; évaporation qui, au Djerid, atteint 2^m60 de hauteur d'eau en un an, mais qui est forcément moindre sous le couvert de l'oasis en terrain travaillé.

Ce sont ces résidus d'évaporation dont il faut à tout prix débarrasser le sol, et voilà où apparaît le rôle de l'irrigation d'hiver; celle-ci entraîne donc et ses sels propres, et ceux plus concentrés qu'elle rencontre à son passage dans le sol des oasis. Plus on facilite cette évacuation dans un jardin et plus l'effet de l'irrigation est utile; le maintien de la fertilité d'une palmeraie est donc avant tout une question de drainage. Car il ne faut pas croire que l'eau puisse spontanément s'enfoncer partout en profondeur et disparaître à tout jamais; les endroits privilégiés où l'eau traverse rapidement le sol sont rares. Partout ailleurs il faut activer artificiellement la descente du liquide et lui donner ensuite une issue. En d'autres termes il faut drainer.

Bien que les indigènes connaissent et pratiquent le drainage, on s'aperçoit que les oasis sont rarement assez drainées pour que les parties basses soient aussi vigoureuses que les parties hautes, c'est que le drainage particulier, d'ailleurs insuffisant presque partout, devrait être branché sur un système général de collecteurs établi rationnellement; or ce système général est à peine ébauché, et la préoccupation dominante des associations du Djerid sera assurément le drainage général des oasis.

La pratique du drainage à ciel ouvert, la seule connue à Tozeur, est elle-même très gênante, pour l'exploitation des jardins, et je ne doute pas que l'installation de drains en tuyaux de poterie ne rende de bien plus grands services et ne soit adoptée partout, lorsqu'un ou deux exemples en auront montré aux oasiens les multiples avantages. Le coût de l'établissement de tuyaux n'est rien en comparaison de l'énorme valeur d'un hectare de palmeraie (12.000 à 25.000 francs).

Les mouvements divers du salant dans le sol et le sous-sol offrent plusieurs particularités assez curieuses dont la plus bizarre assurément est le mouvement de bascule qui s'opère entre un jardin très irrigué et un jardin contigu peu irrigué. Dans ce dernier, tout le salant du voisin

finit par se concentrer, malgré les soins, malgré la culture, et, chose invraisemblable, malgré le drainage à profondeur ordinaire. Il existe un remède : c'est l'aménagement d'un drain collecteur à une profondeur de 2 ou 3 mètres, autour des jardins trop irrigués ; malheureusement ce n'est pas toujours possible.

La vie et la prospérité des divers jardins dans une oasis est donc, à la lettre, une lutte pour la vie, le faible est la victime du fort, et le fort c'est-à-dire le jardin riche en eau, constitue un danger pour tous ses voisins en sorte qu'il serait équitable — mais à quelles restrictions du droit de propriété ces considérations nous entraînent-elles ? — de limiter la quantité d'eau maxima qu'un jardin pourrait recevoir.

En résumé le rendement d'un jardin tient à l'abondance de son irrigation et à la perfection de son drainage ; la prospérité d'une oasis à la bonne répartition de l'eau et à l'évacuation rapide et lointaine des eaux usées de tous les jardins.

MESSIEURS,

C'est à moi qu'échoit l'honneur de poser une conclusion générale aux diverses communications qui vous ont été faites aujourd'hui.

On vous a montré que l'irrigation ne consiste pas simplement à jeter de l'eau sur de la terre. Elle comporte une infinité de problèmes parmi lesquels les questions de captage occupent une bien faible place. L'hydraulique agricole est une branche de l'agriculture africaine, science complexe où la physique, la chimie, la météorologie, la botanique et la biologie d'une part, le génie rural et le droit civil d'autre part, tiennent une place essentielle, mais c'est avant tout une science géographique, c'est-à-dire qu'elle est basée sur la connaissance détaillée des conditions géographiques et économiques du pays. Les conditions géographiques ne doivent jamais être forcées sous peine de désastre : on améliore la nature, on ne la change pas.

Eh bien, et cette constatation me servira de conclusion, il y a en Tunisie trois régions bien distinctes où le problème de l'eau se pose de façon tout à fait différente :

Le Nord n'est point un pays sec ; il y tombe assez d'eau pour beaucoup de cultures, et l'irrigation donnera simplement au sol une plus value variable suivant les cas. Là, ce n'est pas une nécessité impérieuse, c'est presque, si j'ose dire, un luxe, en ce sens que les terres arrosées devront être au surplus copieusement fumées, et les produits de ces terres devront être assez riches et assez voisins de leurs débouchés, pour payer la double dépense de l'eau et de la fumure. C'est donc une entreprise qu'on ne pourra aborder en grand qu'à bon escient, et il

faudra toujours beaucoup d'argent et beaucoup d'ingéniosité pour que sa rançon ne soit pas la salure du sol et la malaria.

Dans le Centre, l'inondation assure aux récoltes de céréales une régularité et une abondance qui manquent aux cultures de terres sèches. C'est là le vrai pays de la grande irrigation, mais irrigation d'hiver seulement. C'est dire qu'elle doit être bon marché ou ne pas être.

Enfin, dans le Sud, tout problème de culture est un problème d'hydraulique. L'existence même est liée à l'eau. La grosse production obtenue dans les oasis fait de cette irrigation spéciale une irrigation très riche, malheureusement limitée par le débit de l'eau disponible, à de bien petites surfaces. On ne doit la compter que comme exception.

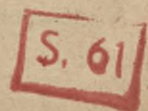
Partout les organisateurs d'irrigations devront d'abord, et pendant longtemps encore, s'en tenir aux solutions peu coûteuses. On a dit qu'en Tunisie l'eau ne rend pas ce qu'elle coûte; c'est exact quand on commence par des travaux fastueux. Au contraire, l'eau rend ce qu'elle coûte lorsqu'elle ne coûte rien ou presque rien.

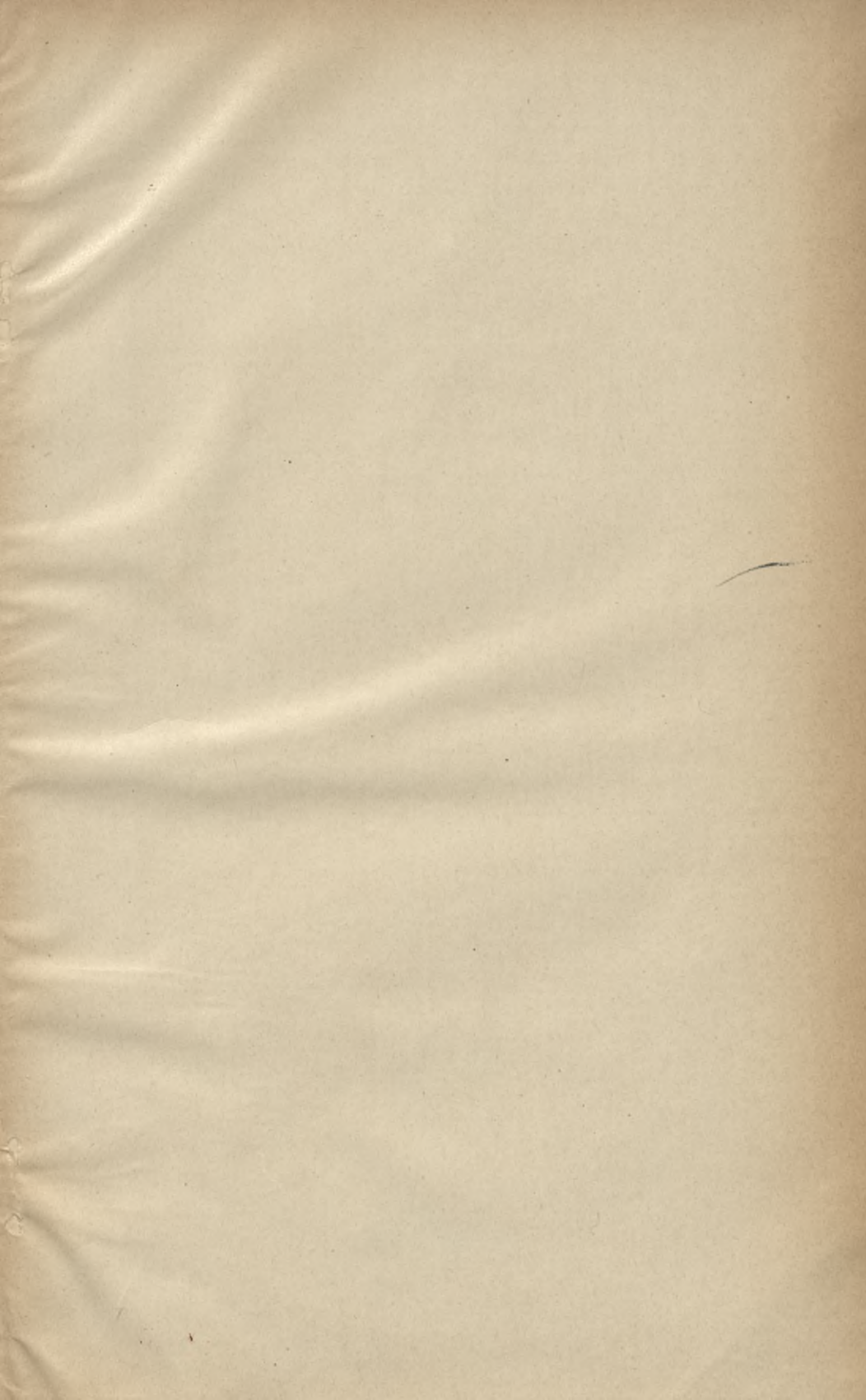
Le public est désormais familiarisé avec beaucoup de problèmes variés de l'hydraulique agricole, j'en vois comme preuve le nombre des auditeurs venus à ces conférences et leur attention à suivre des développements parfois arides. L'on doit s'en féliciter, ce n'est pas trop de toutes les compétences pour entamer la lutte contre l'ingratitude du climat, et, grâce au concours de tous, l'on aura bien vite réuni assez d'observations utiles pour entrer dans l'ère des réalisations. Espérons que si dans quelques années un nouveau congrès de savants accepte l'hospitalité de la Tunisie et s'intéresse à nos efforts, nous n'aurons plus à lui exposer une multitude de projets mais à lui montrer une riche moisson de résultats.

P. PENET,

Contrôleur civil suppléant

Chef du Bureau des Contrôles à la Résidence générale.





5-96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294572