

M. CORDIER propose que la Commission confie à son Président le soin de préparer un projet sur ce point, qui est surtout d'ordre gouvernemental.

M. LE PRÉSIDENT accepte ce rôle. Il y a eu une discussion générale, des exposés des trois ministères ; il préparera une sorte de sentence arbitrale, sur laquelle la Commission délibérera.

La Commission décide ensuite de s'ajourner au vendredi 6 juillet.

La séance est levée à 1 heure 1/2.

(A suivre.)

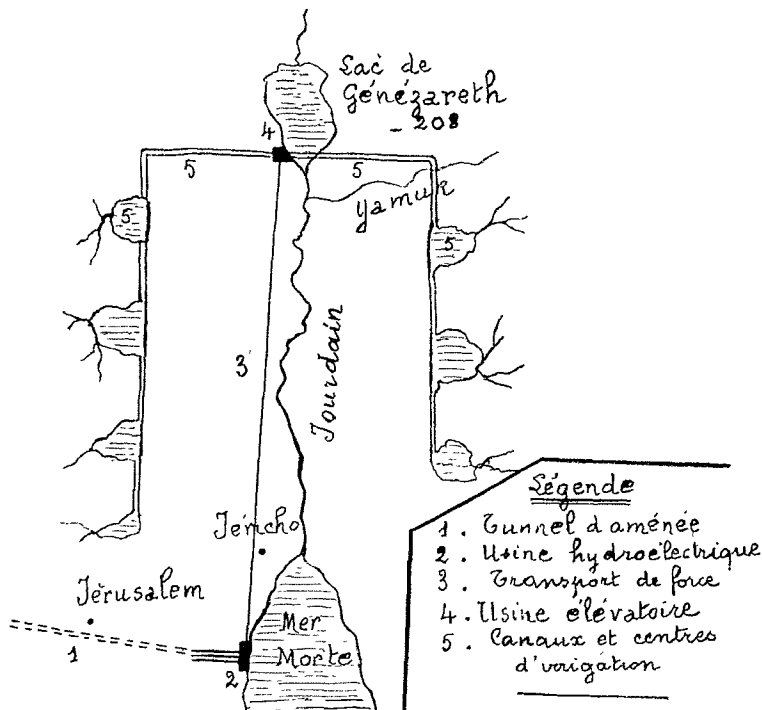
L'ÉNERGIE HYDRO-ELECTRIQUE EN PALESTINE

SON RÔLE DANS LA COLONISATION FUTURE DU PAYS

Nous présentons à nos lecteurs, sous ce titre, un aperçu rapide d'un projet tout au moins original qu'un ingénieur norvégien Albert HORTU, de Christiania, a conçu en vue de l'exploitation future de la Palestine délivrée aujourd'hui du joug et de l'indolence turque.

Les plus anciennes traditions représentent la Palestine comme « le pays florissant avec le lait et le miel », et tous ceux qui ont étudié cette région, son sol, sont d'avis, que malgré la négligence séculaire que cette terre a supportée, la Palestine peut devenir à nouveau une contrée très productive à la fois pour les céréales et les produits agricoles (huile d'olive en particulier).

Le sol est parmi les meilleurs, le climat favorable, quelques espèces de céréales peuvent fournir ici 3 récoltes annuelles. Ce qui manque, c'est l'eau. La hauteur des pluies tombées n'est pas trop faible, mais ces pluies sont mal distribuées, d'autant plus que, ces pluies se répartissent en une période continue de plusieurs mois à laquelle succède une sécheresse aussi prolongée. (Le déboisement du Liban et d'autres districts forestiers semble la cause de ce phénomène)

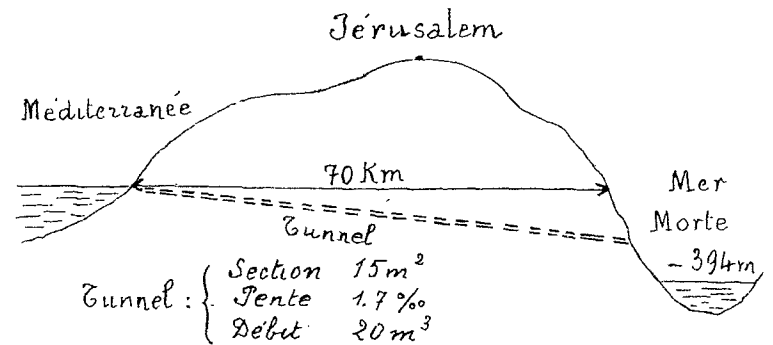


Comme la colonisation de la Palestine par les Juifs semble actuellement fort probable (Lettre du Foreign Office à Lord Rotschild, 2/11/1917), il est de tout intérêt d'avoir un aperçu des possibilités de cette colonisation sur une grande échelle.

Une étude serrée des conditions géologiques, climatiques et météorologiques de la contrée amène à cette conclusion que seule une irrigation suffisante peut déterminer le renouveau de l'agriculture du pays. Le présent article est une courte présentation des voies et moyens pour arriver à ce résultat, en même temps qu'il solutionne plusieurs problèmes intimement liés au précédent :

Énergie électrique et autres industries, spécialement la fabrication des engrais.

Les idées exposées ne sont d'ailleurs ni nouvelles ni originales, car Ezechiel et Zacharie, il y a plus de 20 siècles, en ont décrit les points principaux. L'auteur a déjà exposé son plan au congrès sioniste de Vienne en 1913, par l'intermédiaire du conseil de Norvège, il a travaillé longtemps sur ce sujet, déjà à cette date prématurée ses vues étaient admises comme techniquement réalisables, mais impossibles à exécuter à ce moment au point de vue financier. L'auteur laisse ce côté économique au jugement des experts financiers, c'est le principal, cependant si une décision finale devait être prise elle devrait dépendre également des faits rassemblés et étudiés par des experts choisis dans des classes variées : agriculteurs forestiers, horticulteurs, économistes, ingé-



meurs. Peut-être même le verdict final serait rendu par les Sionistes et les hommes politiques.

Le plan proposé consiste en un tunnel d'environ 60 km allant dans la direction Est-Ouest de la Méditerranée à la mer Morte en passant sous Jérusalem. Ce tunnel amènerait les eaux méditerranéennes aux pentes ouest de la vallée inférieure du Jourdain. De ce point, l'eau serait dirigée par des canalisations appropriées jusqu'au niveau de la mer Morte, là, une usine hydro-électrique transformerait l'énergie hydraulique en énergie électrique. Cette dernière serait distribuée comme force et lumière dans toute la Palestine, et actionnerait une usine élévatrice placée à l'extrémité sud du Lac de Genezareth.

Le niveau de la mer Morte est normalement de 394 m., inférieur à celui de la Méditerranée, celui du lac de Genezareth de 200 m. Des estimations préliminaires établissent que des dizaines de milliers de chevaux vapeurs seraient obtenus de cette manière, si le tunnel prévu avait 15 m² de section et débitait 20 m³ d'eau à la seconde. L'élévation du niveau de la mer Morte déterminé par l'eau déversée n'atteindrait par an qu'une fraction de mètre, en tenant compte de l'évaporation, l'accroissement de sa surface serait de 2.000 km², environ le 1/5 de la surface actuelle (11.000 km²). Avec une chute efficace de 200 m., l'usine produirait 40.000 H. P.

Cette force serait utilisée.

1° Pour produire du nitrate de chaux et extraire aussi les sels de la mer Morte, pour les travaux dans les mines d'asphalte voisines.

2° Pour distribuer force et lumière dans le pays

3° Pour actionner une usine élévatrice à la terminaison sud du lac de Genezareth. Celui-ci serait barré par une digue, l'abaissement du niveau serait compensé en faisant de la rivière Yarmuk un tributaire du lac. L'eau du lac élevée à une altitude suffisante serait déversée dans deux canaux parallèles au Jourdain, distribuée par des centres locaux d'irrigation dans les terres et reviendrait par drainage au Jourdain.

En économisant l'eau pendant la saison sèche et par une régularisation appropriée on aurait une quantité d'eau amplement suffisante pour l'irrigation de plusieurs centaines de milliers d'ares. Peut-être même une certaine partie pourrait être utilisée par un troisième canal, parallèle au Jourdain et à la Côte pour irriguer la plaine de Saron située entre les deux. Le drainage amènerait les eaux à la mer. Des milliers de citernes existant actuellement, des travaux hydrauliques datant du règne de David pourraient être utilisés dans ces aménagements.

4° Pour actionner de grandes usines extrayant le sel marin. Du point où les conduites des turbines rejoindraient le canal d'aménage, un mince ruban d'eau salée pourrait être détourné et conduit sur les roches arides exposées au soleil des environs de la mer Morte. Par évaporation le sel serait recueilli par la méthode usuelle.

5° Pour aménager des stations de pisciculture destinée à peupler lacs et rivières de poissons appropriés.

6° Pour défricher la partie sud marécageuse de la mer Morte, celle-ci serait barrée par une digue empruntant le passage du gué actuel (Lisan), pour développer les vastes dépôts d'asphalte des plaines de Sodom et Gomorrha

La carte géologique indique des roches très favorables à la percée du tunnel, cependant des sources chaudes pourraient parfois arrêter les travaux.

La presse nous a fait connaître que le Congrès commercial parlementaire interallié demandait la construction du tunnel sous la Manche ; ce projet peut donner des points de comparaison vis à vis de celui exposé ici, la longueur du premier serait 53 km, celle du second 70, mais par contre les conditions de creusement présenteraient beaucoup plus de difficultés pour le tunnel Douvres-Calais. Dans le projet Douvres-Calais il y aurait 2 tunnels sous-marins parallèles de 5 m. 5 de diamètre, la durée d'exécution serait de 5 à 6 ans, le coût : 7 millions par km, les tunnels du Simplon, du St-Gothard, du Mont-Cenis sont revenus à 3 600 fr. par mètre

Le tunnel double Méditerranée-mer Morte, en ne faisant que deux ouvertures, en remarquant que la plus grande partie serait sans maçonnerie, coûterait environ 200 millions de francs, pour une section de 15 m². Si l'on ajoute à ce chiffre le coût de l'usine hydro-électrique, des stations, des canaux et autres travaux d'irrigation, de l'usine élévatoire, des usines à sel de l'amortissement et de l'intérêt du capital, la dépense s'élèverait à 300 millions de francs. La moitié serait supportée par les usines techniques (fabrique d'azotate, sel, distribution de force), l'autre par l'agriculture. Une estimation grossière montre que ce projet peut se comparer sans trop de défaveur aux travaux d'irrigation effectués en Asie et en Amérique durant la dernière décade.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

ACADÉMIE DES SCIENCES

HYDRAULIQUE

Sur la détermination des dimensions les plus avantageuses des principaux éléments d'une installation de force hydraulique. Note de M. E. BATIGLE, présentée par M. C. JORDAN. Séance du 17 décembre 1917.

Soient N_i, Q_i la puissance installée et le débit correspondant, N_m, Q_m la puissance et le débit moyens, Q_m^2 la moyenne des carrés des débits ; H la chute totale brute ; h_i et h_m les pertes de charge maxima et moyenne dans le canal de dérivation ; h'_i et h'_m les pertes de charge maxima et moyenne dans la conduite forcée, d le diamètre de la conduite de dérivation dans le cas d'une conduite circulaire débitant à pleine section, ou le diamètre d'une conduite circulaire donnant à pleine section, le même débit et la même perte de charge que le canal de dérivation ; d' le diamètre de la conduite forcée, supposée unique pour simplifier l'exposé, l et l' les longueurs de la dérivation proprement dite et de la conduite forcée.

Le coût annuel de l'installation pourra toujours être mis sous la forme $P = \alpha + \beta ld + \beta' l'd' + \gamma 10 HQ_i$, les coefficients $\alpha, \beta, \beta', \gamma$ se déterminant d'ailleurs d'après une étude préalable sommaire. Les valeurs les plus avantageuses de d, d' et Q_i s'il s'agit de déterminer sont celles qui rendent minimum le prix du cheval-an $\frac{P}{N_m}$. Les variables indépendantes étant h_m, h'_m et Q dans le cas

d'une dérivation en charge, h_i, h'_m et Q_i dans le cas d'un canal à écoulement libre, on écrira que

$$\frac{\partial P}{\partial h_m N_m} = 0 \quad (\text{ou } \frac{\partial P}{\partial h_i N_m} = 0) \quad \cdot \quad \frac{\partial P}{\partial h'_m N_m} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial P}{\partial Q_i N_m} = 0$$

On a d'ailleurs les relations

$$N_m = 10 HQ_m - 10 (h_m + h'_m) Q_m \quad (\text{pour une dérivation en charge}).$$

$$N_m = 10 HQ_m - 10 (h_i - h'_m) Q_m \quad (\text{pour un canal à écoulement libre}).$$

avec
$$h_m = c l \frac{Q_m^2}{d^5} \quad h'_m = c' l' \frac{Q_m^2}{d'^5} \quad \text{et} \quad h_i = c l \frac{Q_i^2}{d^5}$$

Les deux premières conditions de minimum donnent dans le cas d'une dérivation en charge

$$(1) \quad \frac{P}{N_m} = \frac{1}{5} \frac{\beta ld}{10 h_m Q_m} = \frac{1}{5} \frac{\beta' l'd'}{10 h'_m Q_m} \quad \text{d'où}$$

$$(2) \quad \frac{P}{N_m} = \frac{\alpha + \gamma 10 HQ_i}{10 (H - 6z) Q_m}$$

en appelant z la perte de charge totale. En annulant la dérivée de cette nouvelle expression de $\frac{P}{N_m}$, par rapport à Q_i , on a

$$(\alpha + \gamma 10 HQ_i) \frac{\partial Q_m}{\partial Q_i} = \gamma 10 HQ_m$$

Or, le régime du cours d'eau étant naturellement supposé connu, on peut construire la courbe des débits ordonnés par rapport à leur durée : Q_i est donc une fonction du nombre de jours n pendant lequel il est assuré. On a d'ailleurs

$$dQ_m = \frac{n}{365} dQ_i \quad \text{et} \quad dQ_i = \frac{n}{365} dQ_i^2$$

d'où Q_m et Q_m^2 en fonction de n . En tenant compte de la valeur de dQ_m , la troisième condition de minimum s'écrira

$$(3) \quad \alpha + \gamma 10 HQ_i = \gamma 10 HQ_m \frac{365}{n}$$

Telle est l'équation fondamentale qui détermine le débit maximum le plus favorable de l'installation. Les relations (1) s'écrivant d'ailleurs

$$(4) \quad \frac{P}{N_m} = \frac{\beta' d^6}{50 c' Q_m^2 Q_m} = \frac{\beta' d^6}{50 c' Q_m^2 Q_m} = \frac{d^6 + \gamma 10 HQ_i}{10 Q_m (H - 6z)}$$

On pourra facilement calculer d et d' par approximations successives en partant de $z = 0$, avec les valeurs de d et d' on aura une nouvelle valeur de z , d'où une deuxième valeur de d et d' et ainsi de suite. Les valeurs approchées successives convergent rapidement. On remarque qu'on a $\frac{d}{d'} \sqrt{\frac{\beta'}{c'}} = \text{const.}$

Dans le cas d'un canal à écoulement libre les relations (1) sont remplacées par les suivantes :

$$(1') \quad \frac{P}{N_m} = \frac{1}{5} \frac{\beta ld}{10 h_i Q_m} = \frac{1}{5} \frac{\beta' l'd'}{10 h'_m Q_m}$$

Les relations (2) et (3) subsistent et les relations (4) deviennent

$$(4') \quad \frac{P}{N_m} = \frac{\beta d^6}{50 c Q_i^2 Q_m} = \frac{\beta' d'^6}{50 c' Q_m^2 Q_m} = \frac{\alpha + \gamma 10 HQ_i}{10 Q_m (H - 6z)}$$

L'équation (3) est absolument générale, elle s'applique au cas d'une usine accolée au barrage, avec conduite forcée ($l = 0, l' \neq 0$), et au cas d'une usine accolée au barrage avec accès direct de l'eau aux turbines ($l = 0, l' = 0$).

On remarquera que les équations (1) et (1') peuvent s'écrire

$$(5) \quad \frac{\beta ld + \beta' l'd'}{P} = 5 \frac{z}{H - z}$$

D'où nous concluons que : dans une installation réalisant le minimum du prix de revient du cheval-an, le rapport du coût annuel de la dérivation totale (canal et conduite forcée) au coût annuel de l'installation est le quintuple de la perte de charge moyenne relative.

9° note de M. E. BATIGLE, transmise par M. André BLONDEL, (séance du 8 avril 1918).

L'équation donnant le débit maximum le plus favorable à laquelle j'avais abouti dans ma note du 17 décembre 1917 n'est qu'approximative en raison de certaines hypothèses, un peu hasardées au point de vue théorique. J'indique ci-dessous comment mes formules peuvent être modifiées pour tenir compte de certaines objections qui m'ont été faites à ce sujet (?).

(1) Par M. TOURNAYRE, ingénieur des Arts et Manufacture.