

POSSIBILITÉS HYDROÉLECTRIQUES DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU TAGE

CONFÉRENCE FAITE A LA "CASA DU RIBATEJO" AU 11^e CONGRÈS DU RIBATEJO

José Filipe REBELO PINTO

Ingénieur-chef du Service d'Aménagements Hydroélectriques
au Ministère des Travaux Publics du Portugal.

INTRODUCTION

La Casa du Ribatejo m'a fait l'honneur de me demander de présenter à ce Congrès quelques notes sur les possibilités hydroélectriques du Tage ; j'ai accepté cette invitation pensant que, malgré leur peu de mérites, ces notes seraient de quelque intérêt pour les habitants de la région à qui cette rivière donne la vie.

Le manque de données complètes, surtout en ce qui concerne la partie espagnole du bassin de ce fleuve, ne permet pas de donner une idée exacte de son importance du point de vue hydroélectrique. Avec les éléments que j'ai pu réunir dans le court espace de temps dont j'ai disposé, j'ai aligné quelques notes où, faute de mieux, je décris sommairement le bassin du Tage du point de vue hydroélectrique et je cite les installations les plus importantes — existantes, en construction et en projet — tant au Portugal qu'en Espagne, indiquant, à l'approximation des données obtenues, leurs principales caractéristiques.

LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU TAGE DU POINT DE VUE HYDROELECTRIQUE

Le bassin hydrographique du Tage (fig. I et VI) peut jouer un rôle important dans la Péninsule Ibérique et constitue un facteur économique assez puissant pour l'ensemble de la Péninsule, tant par l'extension des terrains susceptibles d'être irrigués par ses eaux, que par la grande quantité d'énergie que ces mêmes eaux peuvent fournir ou encore par les possibilités de navigation qu'offrent le cours inférieur du Tage et son affluent Sorraia.

Le Tage, sur un cours de plus de 1.000 km, draine 55.800 km² de terres en Espagne et 24.860 km² au Portugal, au total 80.660, soit une surface presque égale à celle du territoire portugais (89.100 km²). Il prend sa source dans les monts d'Albarracin, à une altitude de 1.593 m.

et sa descente jusqu'à la mer s'effectue comme indiqué sur le profil en long schématique représenté sur la fig. II ; il descend de près de 800 m. en un peu moins de 400 km. et lorsqu'il passe à Tolède, il est déjà descendu de 1.150 m. ; lorsqu'il touche la terre portugaise (confluent de l'Erges) il lui reste seulement 98 m. de dénivellée et moins de 300 km. de parcours jusqu'à la mer. Le profil en long de son cours au Portugal et dans la zone frontière (fig. III) montre que le Tage s'abaisse de 20 m. dans les 56 km. du tronçon frontière, compris entre les confluent de l'Erges et du Sever, 39 m. dans les 54 km. suivants (jusqu'à Belver), ensuite 30 m. en 100 km. (jusqu'à Porto Muge) ; et dans les 80 derniers km. d'un mètre seulement.

Il y aurait grand intérêt à présenter les profils en long des affluents les plus importants parce qu'ils constituent une donnée fondamentale pour évaluer les possibilités hydroélectriques. Il est impossible de le faire ici parce que cela exigerait un trop grand nombre de dessins et des descriptions très longues. On peut cependant se faire une idée des dénivellées existantes dans les diverses lignes d'eau en observant la fig. IV dans laquelle sont indiquées les chaînes de montagnes les plus importantes et les altitudes en différents points du bassin. On voit que le bassin supérieur du Tage et de ses principaux affluents de rive droite est situé dans des régions montagneuses de grande altitude — monts de l'Albarracin et Ibériques, Sierras de Guadarrama, Gredos, Gata et Estrella — et que leurs cours présentent de grandes dénivellées. Les affluents de rive gauche naissent et coulent dans des régions moins élevées et par conséquent présentent des dénivellées plus faibles.

La carte udométrique de la Péninsule Ibérique (fig. I) donne une idée approximative de la distribution des pluies dans les divers bassins hydrographiques. On voit que les ressources hydrauliques du Tage sont relativement modes-

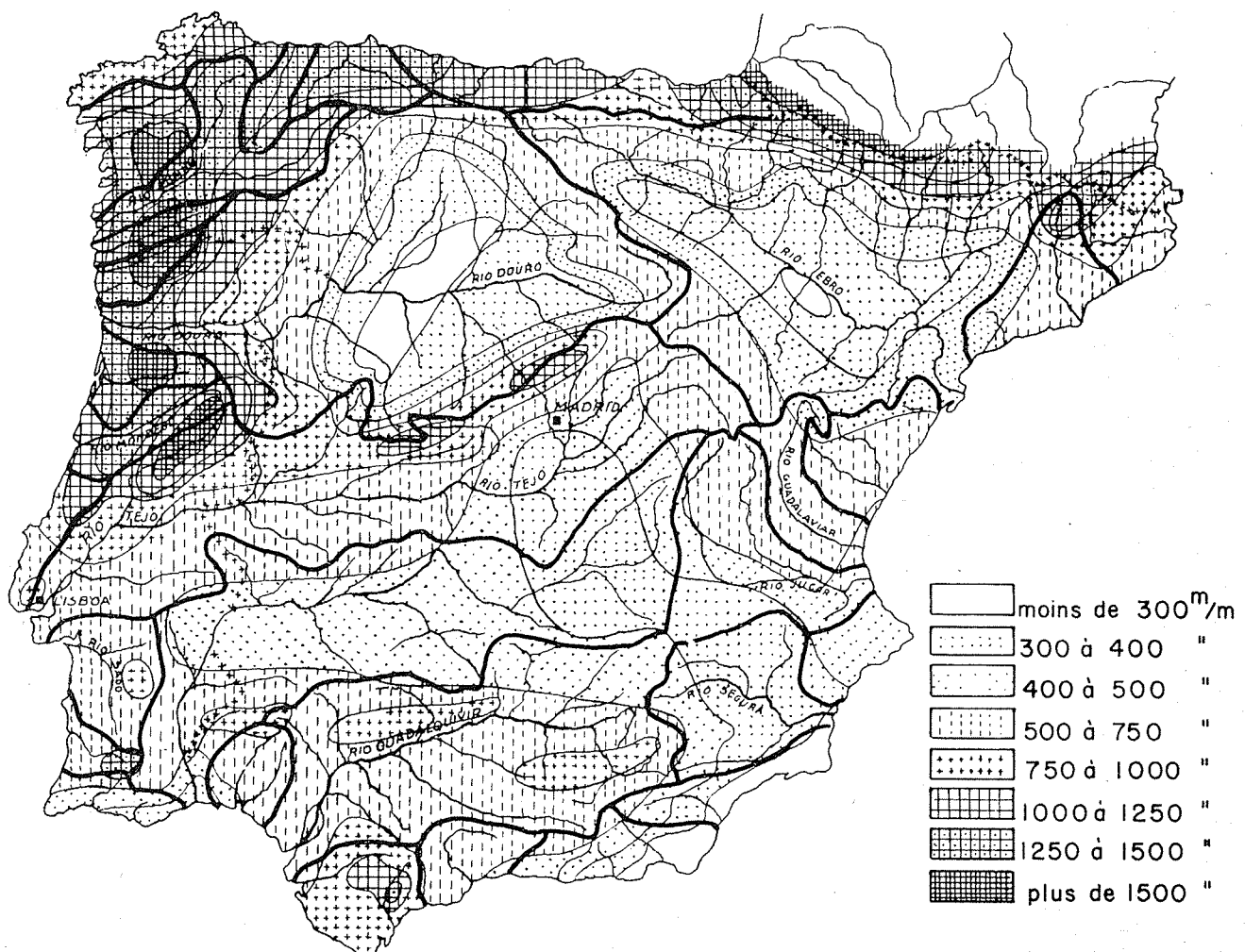
les comparées à celles des rivières du Nord-Ouest de la Péninsule mais plus abondantes que celles d'autres situées à l'Est et au Sud (par exemple, le Guadiana).

Dans la plus grande partie du bassin de rive gauche du Tage, les précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 500 et 750 mm. On enregistre dans certaines régions de faible

étendue, plus à l'Est, des précipitations comprises entre 300 et 500 mm ; dans la plus grande partie du bassin de rive droite les précipitations moyennes annuelles sont plus élevées puisque l'on enregistre des valeurs qui vont de 750 jusqu'à plus de 1.500 mm. On observe les plus grandes précipitations dans la Serra da Estrella ; viennent ensuite celles enregistrées dans les

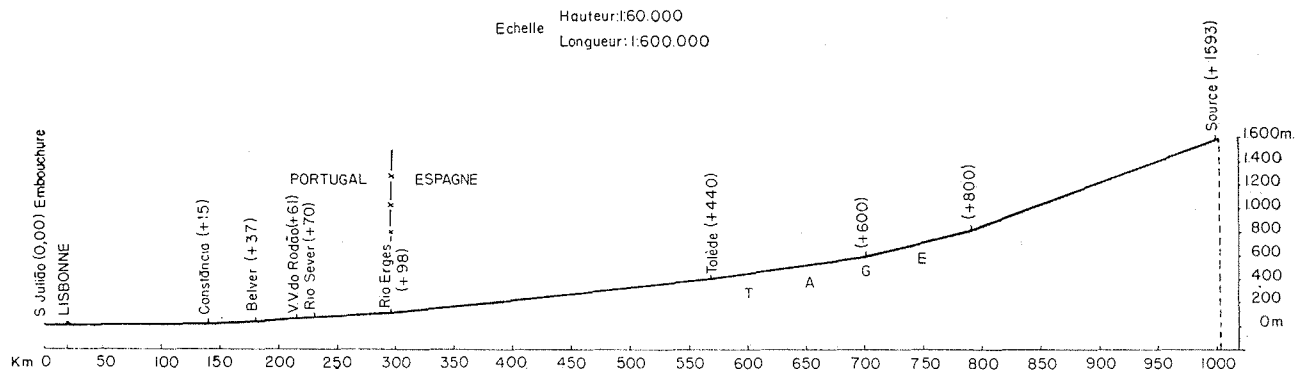
Bassins Hydrographiques de la Péninsule Ibérique

Carte Udométrique



Tage

PROFIL EN LONG GENERAL DE L'EMBOUCHURE A LA SOURCE



Sierras de Gredos et de Guadarrama ; dans ces zones les précipitations sous forme de neige prennent une certaine importance.

Les pluies sont très irrégulières, variant tant en quantité annuelle qu'en distribution au cours de l'année ; on observe par conséquent une grande irrégularité des débits du fleuve. Sur la fig. IV sont représentés les débits moyens annuels observés à Rodão et à Bolarque (Espagne) depuis 1913 jusqu'à 1945. Ces graphiques montrent la grande variation des débits d'une année à l'autre ; cette variation est plus accentuée à Rodão, où la surface du bassin versant s'élève à 59.167 km², qu'à Bolarque où la surface du bassin versant n'est que de 7.600 km². A Rodão on observe une variation d'un minimum de 200 m³/sec. (en 1944) à un maximum de plus de 1.000 m³/sec. (1936). A Bolarque, les valeurs maximum et minimum sont respectivement de 102 m³/sec. (en 1941) et 18 en 1945. L'irrégularité des débits est encore mise en relief par les graphiques de la fig. V où sont indiqués les débits moyens mensuels de cinq années successives - 1934 à 1938.

Encore plus flagrante est la différence entre les débits instantanés des différentes époques de l'année — à Rodão on a enregistré un débit maximum de crue de 15.850 m³/sec. le 7 décembre 1876, et un minimum de quelques centaines de litres par seconde dans l'étiage exceptionnel de 1945, durant lequel on a observé des débits voisins ou inférieurs à 1 m³/sec. dès le milieu de juillet jusqu'au milieu d'octobre. Ces nombres correspondent à des valeurs extrêmes rarement atteintes. On enregistre cependant toutes les années ou presque toutes les années des débits de crue de quelques milliers de m³ par seconde et des débits minimum d'étiage compris entre 10 et 20 m³/sec.

Les périodes de hautes eaux et de basses eaux

ne s'établissent pas à la même époque chaque année ; les hautes eaux s'observent normalement de Novembre à Avril ; il arrive parfois lorsqu'il y a coïncidence de pluies abondantes et de la fonte de masses importantes de neige dans les montagnes espagnoles, qu'on enregistre des débits élevés à des époques plus avancées de l'année. Comme exemple, on peut citer le mois de mai 1946 durant lequel on a enregistré à Rodão des débits supérieurs à 1.000 m³/sec. du 1^{er} au 15 de ce mois avec un débit maximum de 6.200 m³/sec. le 2 mai. L'étiage commence normalement en mai ou juin et se prolonge jusqu'à octobre ou novembre, avec des débits minimum en août ou septembre. La date du début et de la fin de l'étiage varie beaucoup parce qu'elle est liée tant à l'époque qu'à la nature des précipitations — pluies ou neiges — et aussi à la température, laquelle influe sur la nature des précipitations et aussi sur la fonte des neiges. Une fin d'hiver et un début de printemps très frais peuvent retarder le début de l'étiage qui, au contraire, commencera plus tôt si cette époque de l'année est plus chaude. Une fin d'automne et un commencement d'hiver froids peuvent, alliés à de faibles précipitations, prolonger l'étiage jusqu'à décembre ou même janvier.

Le régime des principaux affluents du Tage diffère un peu d'un affluent à l'autre et varie avec la situation du bassin versant ; présentent normalement des étiages plus accentués et de plus longue durée, ceux situés dans des régions moins montagneuses, plus basses et de pluviosité plus faible. La plus grande partie des affluents rive gauche et quelques-uns de ceux de rive droite sont, dans ces conditions. L'influence des neiges n'a d'importance que sur les affluents de rive droite, plus spécialement sur ceux qui prennent naissance dans les Sierras de Gredos et de Gua-

darrama. Des affluents portugais, seul le Zézere a des débits parfois influencés par la fonte des neiges de la Serra da Estrella.

INSTALLATIONS HYDROELECTRIQUES

L'énergie des eaux du bassin hydrographique du Tage est utilisée de longue date par des moulins et de petites industries. Au début de ce siècle on a commencé à installer des centrales hydroélectriques destinées à satisfaire les exigences d'une consommation privée ou de caractère local ; telles étaient celles construites dans le but d'alimenter les fabriques de papier établies sur les rives du Nabão, les filatures et les tissages de laine situés sur les versants de la Serra da Estrella, et d'autres encore sur l'Almonda, l'Alviela et de petits sous-affluents du Tage. Ces installations étaient généralement constituées d'abord par de simples ouvrages de dérivation, presque toujours résultant de l'adaptation d'anciens barrages de très faible hauteur et de canaux parfois centenaires, qui avaient servi ordinairement pour alimenter des moulins et des roues, et ensuite par des centrales de basse chute et de faible puissance.

De telles installations ne disposaient cependant pas d'énergie en été, faute d'eau; d'autres n'en

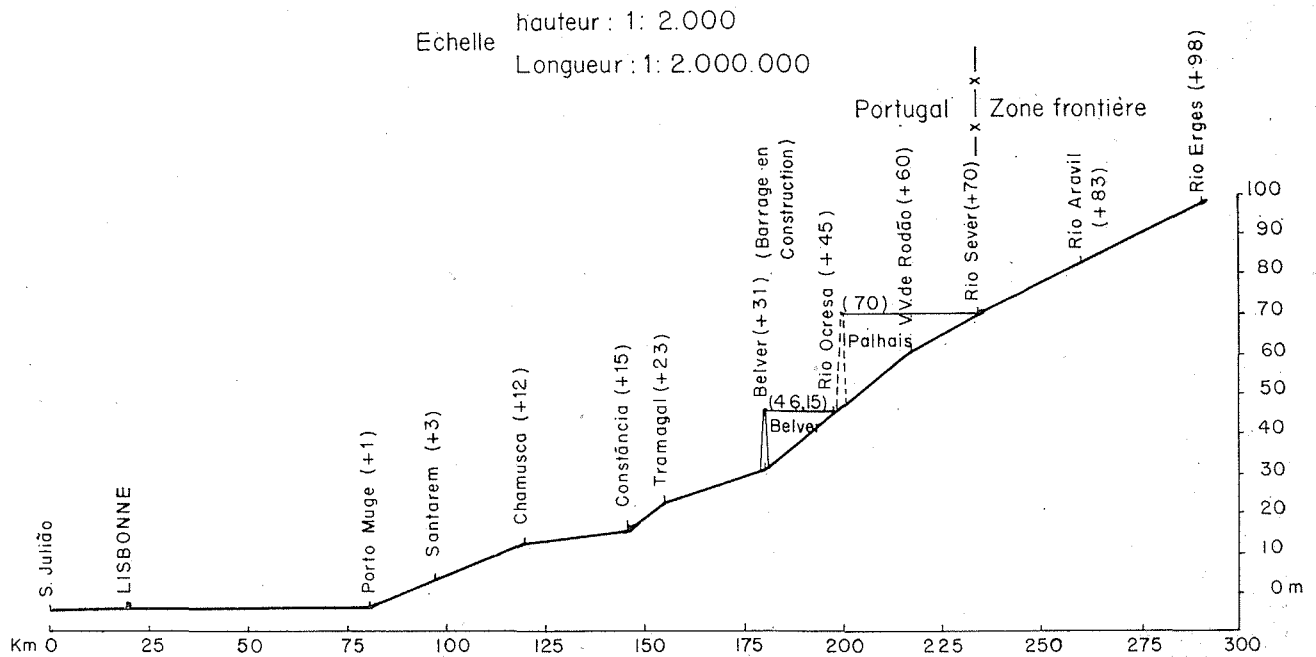
disposaient pas non plus en période de hautes eaux, faute de chute ; les propriétaires étaient alors obligés de suspendre le travail, ou d'installer des centrales thermiques pour compenser ce manque d'énergie.

Les besoins toujours croissants d'énergie, les difficultés d'approvisionnement en combustible pour alimenter les centrales thermiques et le coût élevé de ces productions (très peu d'heures d'utilisation) conduisirent à envisager une meilleure utilisation des rivières.

On a commencé alors à faire des études plus complètes du régime des rivières, installant dans ce but un grand nombre de postes d'observation munis d'appareils destinés à la mesure des pluies et des hauteurs d'eau des rivières, et l'on a effectué des mesures systématiques de débit. Dans les bassins portugais du Tage se trouvent installés 92 postes udométriques et 4 udographiques, 27 échelles hydrométriques et 11 postes limnigraphiques. De front avec ces études hydrologiques on a effectué des levés topographiques et poursuivi des études géologiques afin d'obtenir des renseignements certains sur les possibilités hydroélectriques des rivières — disponibilité en eau et en chute et conditions techniquement et économiquement favorables à l'exécution des ouvrages correspondants.

Tage

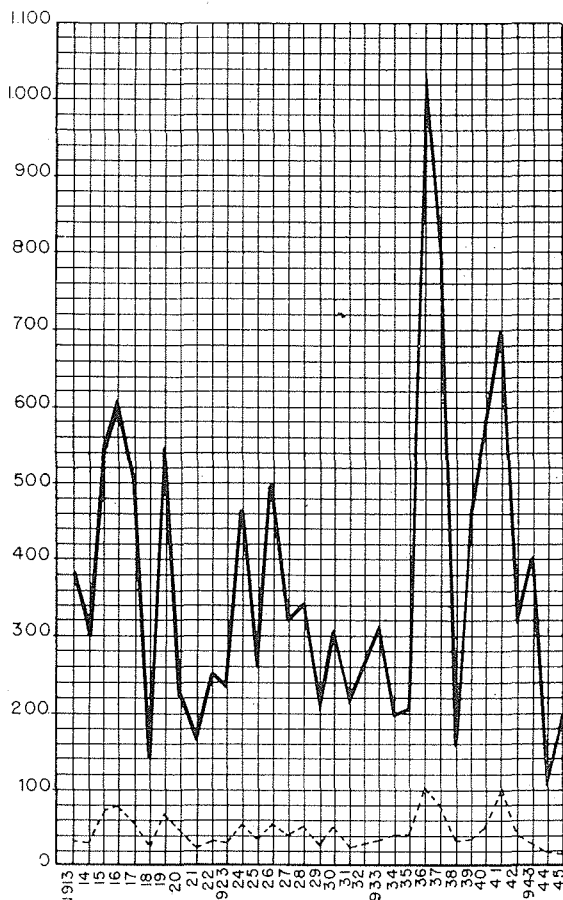
Profil en long du cours au Portugal et de la zone frontière entre Espagne et Portugal



Ces études ont montré que pour mieux utiliser l'énergie des rivières, il était indispensable de créer de grandes retenues destinées à emmagasiner les eaux abondantes des périodes de

Débit moyen annuel du TAGE

---- à Bolarque (surface du bassin 7.600 km²)
 — " Rodão (" " " " 59167 ")



crues et de débits élevés et à les restituer pendant l'étiage.

Dans le bassin du Tage, pour permettre la régularisation annuelle du débit, c'est-à-dire pour obtenir un débit constant pendant toute l'année, il faudrait créer des retenues d'une capacité utile de l'ordre de la moitié du débit intégral du fleuve. La valeur de la capacité nécessaire est cependant plus faible ou au contraire plus grande selon que la pluviosité dans les bassins est plus ou moins grande, et que la distribution des pluies au long de l'année est plus ou moins favorable.

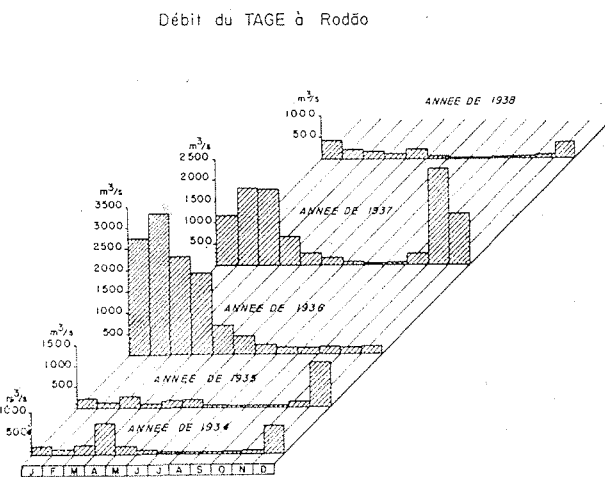
Etant donnée la grande variation des débits intégraux annuels pour pouvoir utiliser toute l'eau qui passe dans les rivières, il faudrait des retenues de capacité énorme, capables d'emmagasiner l'excès d'eau des années les plus humides pour les restituer aux rivières au cours des années sèches — retenues de régularisation inter-annuelle.

Il n'est cependant pas possible, dans bien des cas, de créer des retenues d'une capacité suffisante pour permettre la régularisation annuelle des débits parce que les conditions topographiques ou géologiques des vallées ne le permettent pas ou parce que ces retenues inonderaient des voies de communication importantes, de grandes agglomérations ou des surfaces très étendues d'excellentes terres cultivables, ce qui donnerait lieu à des problèmes techniques, économiques ou sociaux, dont la résolution serait très difficile ou démesurément onéreuse. Les conditions de cette nature sont typiques dans la vallée du Tage — ligne de chemin de fer de Beira Baixa ; nombreux kilomètres de routes, quelques ponts, diverses agglomérations et d'importantes surfaces cultivées à des cotes à peine supérieures à celles de la rivière.

Les difficultés soulevées par la création de retenues de régularisation annuelle des débits sont, évidemment, très aggravées pour les retenues de régularisation inter-annuelle. Il est très rare qu'on puisse rencontrer des conditions naturelles favorables à la création de retenues de ce type et même quand cela arrive, les dépenses nécessitées par l'établissement d'une telle retenue se justifient difficilement du point de vue économique.

Il y a pourtant des cas spéciaux où se justifie la création de retenues de régularisation inter-

annuelle ; cela a été compris par nos voisins, comme on verra dans la suite.



annuelle ; cela a été compris par nos voisins, comme on verra dans la suite.

Dans le bassin portugais du Tage, la première installation hydroélectrique disposant d'une retenue capable d'une régularisation appréciable des

débites — la retenue de Povos sur la « ribeira » de Nisa, d'une capacité de 22.000.000 de m³ — est entrée en exploitation en 1927. Peu après, on créait immédiatement à l'aval, une autre retenue de 6.000.000 de m³ de capacité, afin d'améliorer la régularisation obtenue par la première. En 1943, la retenue de Santa-Luzia, sur la Pamplhosa est entrée en service ; d'une capacité de 44.000.000 de m³, elle sert à emmagasiner toute l'eau tombée dans le bassin correspondant pendant les mois de précipitations abondantes et à restituer cette eau à la centrale seulement au cours des époques d'étiage.

La retenue de Cabeço Monteiro d'une capacité de 78.000.000 de m³, qui emmagasine les eaux du Ponsul, en vue d'alimenter les canaux d'irrigation de la Campine d'Idanha et de produire accessoirement de l'énergie électrique, a été terminée en 1946.

La même année, on a commencé les ouvrages de la chute de Pracana, dont la retenue emmagasinerait 90.000.000 de m³ des eaux de l'Ocreza et les travaux préparatoires pour la construction de la grande centrale hydroélectrique de Castelo do Bode sur le Zézere où sera créée, par un barrage de 102 m. de hauteur, une retenue de 1.070.000.000 de m³ de capacité totale et de 875.000.000 de capacité utile.

Dans la partie espagnole du bassin du Tage, les choses se sont passées de façon analogue à celles décrites pour le Portugal, avec la seule différence que nos voisins ont commencé plus tôt et que les retenues construites ont été destinées initialement à des fins hydro-agricoles ou à l'alimentation en eau d'agglomérations importantes et seulement quelques années après à la production d'énergie hydroélectrique. On citera comme exemple des premières, les retenues du rio Lozoya, qui alimente en eau la ville de Madrid et des secondes les retenues du rio Alberche.

Lorsqu'on eut obtenu plus de renseignements sur les besoins en eau pour l'irrigation et pour la production d'énergie et sur les ressources naturelles on a ébauché de vastes plans d'utilisation des eaux du bassin du Tage tant en Portugal qu'en Espagne. Ces plans ne sont pas encore complets et ne seront certainement pas établis d'une façon définitive dans les prochaines années. C'est que l'évolution des besoins des populations, de la technique et des conditions économiques ne permet pas d'élaborer des plans pour une exécution dans un futur éloigné ; il faut ajuster les besoins avec les possibilités matérielles et économiques et ce qui, aujourd'hui, ne paraît ni techniquement ni économiquement viable peut, dans quelques années, devenir d'une exécution facile ou présenter des conditions éco-

nomiques très différentes ou encore être justifié par des nécessités sociales impérieuses.

Il nous a été permis d'observer un exemple flagrant de cette assertion entre 1939 et maintenant ; de nombreuses installations hydroélectriques qui présentaient alors des conditions économiques peu encourageantes deviennent aujourd'hui, par suite de la hausse de prix des combustibles et, en particulier, des difficultés d'approvisionnement en charbon, d'exécution urgente et d'exploitation assez favorable sous l'aspect financier.

Mais il est aussi possible que des plans élaborés aujourd'hui deviennent désuets dans un court espace de temps. Peut-être disposera-t-on, alors, de nouvelles sources d'énergie plus puissantes et plus économiques que celles connues jusqu'ici.

En ce qui concerne les installations hydro-agricoles, les conditions peuvent aussi varier en peu de temps ; une augmentation rapide de la population ou la simple disparition d'un fort courant migratoire, le manque ou l'abondance mondiaux de denrées alimentaires avec les hausses ou les baisses de prix qui s'ensuivent, des difficultés, facilités ou taxations du commerce international, ou la hausse du standing de vie des populations provoquée par la mise en valeur de produits naturels ou de l'industrie peuvent exiger une exploitation agricole plus intense qui ne peut être obtenue que par l'irrigation ou, au contraire, conduire à ajourner la réalisation de plans dont l'étude est déjà terminée.

Pour ces raisons, les plans élaborés en Espagne, et dont on a connaissance, ne permettent pas de prévoir les changements qui viendraient altérer le régime des débits du Tage dans un futur prochain ou lointain, changements qu'il serait intéressant de connaître pour utiliser au mieux ses eaux au Portugal.

Il y a, me semble-t-il, dans la partie espagnole de son bassin, près de 40.000 ha de terres qui peuvent être irriguées dont la moitié ou le tiers présente des conditions plus favorables pour l'irrigation. Comme les besoins d'énergie en Espagne sont prédominants, la construction d'ouvrages de régularisation pour des fins hydroélectriques est donc urgente — et comme le passage de cultures en terrain sec à celles en terrain irrigué se fait toujours lentement, il y a lieu d'espérer que, dans un futur prochain, nous viendrons à bénéficier de cette régularisation. Pour combien de temps ce bénéfice se maintiendra-t-il et à quel degré ? Là est la question à laquelle on ne peut répondre. Tout dépend de l'extension qui sera donnée aux irrigations en Espagne, extension qui, pour sa part, est liée à tous les facteurs ci-dessus indiqués.

Sur le tableau I et la fig. VI sont indiquées les installations hydroélectriques les plus importantes du bassin hydrographique du Tage — existantes, en construction ou en projet — en Espagne. Il est naturel qu'il y ait des omissions, que quelques-unes des installations indiquées ne soient pas destinées à la production d'énergie ou tout au moins que ce ne soit pas là leur principale fonction, et que les caractéristiques mentionnées ne correspondent pas bien à la réalité. Faute d'informations complètes, j'ai compilé des données d'origines différentes et qui n'étaient pas toujours concordantes, ce qui a certainement donné lieu à quelques inexactitudes.

Des 48 installations indiquées au tableau I, onze sont terminées et en exploitation et disposent de retenues dont la capacité totale représente approximativement 330.000.000 de m³ et produisent annuellement près de 240.000.000 de kwh; 8 sont en construction et auront des retenues d'une capacité utile totalisant 2.770 millions de m³; elles sont destinées à produire quelque 260.000.000 de kwh; les 29 restantes sont encore en cours de projet ou d'étude et bien que les caractéristiques de quelques-unes d'entre elles ne soient pas encore complètement définies, nous jugeons que leurs retenues emmagasineront près de 500.000.000 de m³ et que leurs centrales fourniront quelque 200.000.000 de kwh.

Il n'est pas facile de savoir quel effet régulateur auront les retenues espagnoles éant donnés les régimes d'exploitation très différents auxquelles elles sont destinées. Les retenues construites par l'Etat Espagnol — parmi lesquelles on peut citer celles de Entrepenas, Buendia, Vado, Rosarito, Gabriel y Galan et Borbollon — sont destinées à la régularisation ou la compensation des débits, les concessionnaires des centrales correspondantes (qui sont construites par eux) ayant l'obligation d'utiliser leurs eaux selon un régime qui leur est imposé. Celles d'Entrepenas (Tage) et de Buendia (Guadiela), reliées entre elles par une galerie, constituent un exemple typique de régularisation inter-annuelle, ainsi que le montre le rapport entre leur capacité et les débits intégraux moyens annuels — $750 + 1518 = 2268$ et $750 + 710 = 1460$ millions de m³; l'exploitation réunie de ces deux retenues permet d'inverser totalement le régime naturel des rivières qui s'y jettent et l'on prévoit que le débit qu'elles fourniront au Tage prendra des valeurs comprises entre un minimum de l'ordre de 20 m³/sec. en hiver et un maximum en été un peu supérieur à 80 m³/sec. Ces valeurs sont sujettes à des variations car l'exploitation de ces deux grandes retenues sera certainement orientée vers la compensation des dé-

bits tant pour l'irrigation de la vallée du Tage que vers la production d'énergie dans leur propre centrale et dans celles qui sont plus à l'aval — elles devront fournir des débits plus petits dans les années humides, et plus élevés dans les années sèches.

La capacité des 4 autres retenues et le débit intégral moyen des bassins respectifs sont, en millions de m³: Vado 38 et 213; Rosarito 67 et 665; Gabriel y Galan 234 et 557; Borbollon 75 et 113. Ces nombres montrent qu'en année moyenne on doit obtenir une régularisation complète des débits dans la retenue de Borbollon, une régularisation très élevée dans celle de Gabriel y Galan, et de faibles régularisations dans celles de Vado et de Rosarito.

Pour les retenues restantes, je n'ai pas pu obtenir de données complètes; leur exploitation sera naturellement conditionnée par les nécessités de l'irrigation ou de la production d'énergie, suivant le but auquel chacune est destinée, par la distribution des pluies et la variation des autres facteurs climatiques au cours de l'année et dans toute l'Espagne.

Un calcul approximatif de la régularisation obtenue avec toutes les retenues indiquées au tableau I conduit à supposer qu'en année moyenne, les débits fournis en étiage doivent être de l'ordre de 160 m³/sec. dont 20 reviennent aux installations existantes, 110 à celles qui sont en construction et 30 à celles qui sont encore en cours de projet ou d'étude.

Il n'est pas facile d'évaluer le bénéfice résultant de la régularisation effectuée par les ouvrages espagnols sur le régime du Tage à son entrée au Portugal et, en particulier en ce qui concerne les débits d'étiage. Il y a cependant lieu d'espérer que dans les premières années après entrée en service des retenues qui sont actuellement en construction, les débits d'étiage subiront une augmentation de quelques dizaines de m³ par seconde. Avec l'intensification des irrigations en Espagne, ce bénéfice ira en diminuant, il se peut même que dans un futur plus ou moins lointain l'irrigation du pays voisin absorbe presque complètement le débit d'étiage du Tage.

On peut cependant compter sur un bénéfice certain en ce qui concerne la réduction du débit des crues venues d'Espagne. Les retenues indiquées dont la capacité totale doit atteindre environ 3.600 millions de m³, dominant 14.000 km², soit environ 1/4 de la surface du bassin du Tage en Espagne. Si l'on tient compte du fait que les bassins dominés par les retenues les plus importantes sont situés dans les régions de plus grande pluviosité, on peut admettre que les débits à l'entrée de la frontière subiront une réduction

TABLEAU I

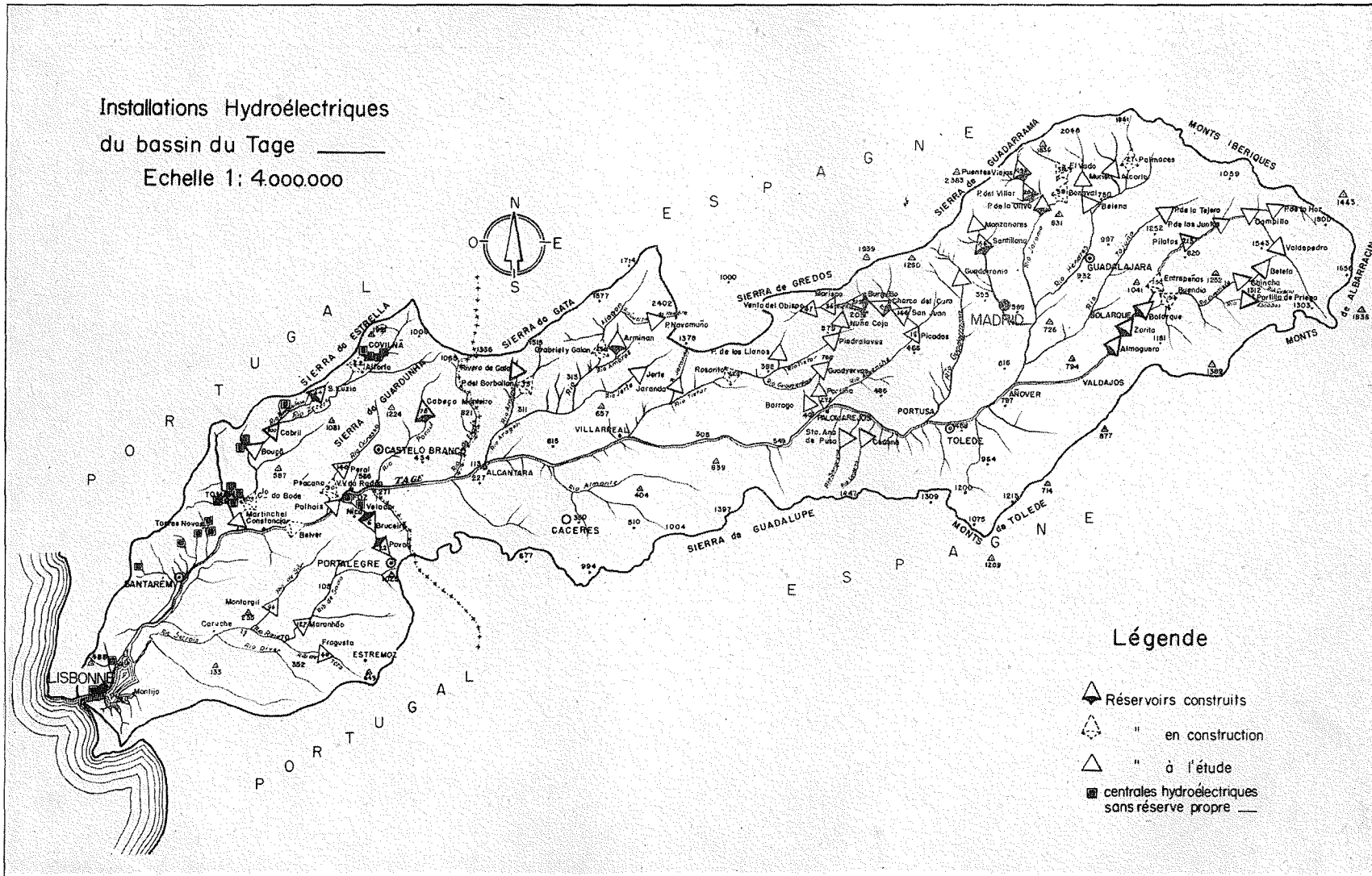
Aménagements hydroélectriques dans le bassin hydrographique du Tage en Espagne.

COURS D'EAU	DESIGNATION	Hauteur du barrage	Volume utile de la ret. mil. m3	Puissance de la Centrale KVA	Energie produite millions de Kwh
TEJO	VALDEPEDRO P				
»	CAMPILLO P				
»	JONTAS P				
»	BALCON DE PILATOS P	56	213		
»	ENTREPENAS C	79	750	50.000	65
»	BOLARQUE E	25	...	23.000	65
»	ZORITA E	14	...	13.500	35
»	ALMOGUERA E	14	...	13.500	35
GALLO	LA HOZ P				
GUADIELA	BETETA P				
»	CHINCHA P			840	3
»	BUENDIA B	77	1.518	75.000	95
ESCABA	PORTILLO DE PRIEGO C			4.003	16
TAJUNA	TEJERA P				
CANAMARES	PALMACES E	31	27		
BORNOBA	ALCORLO C				
SOBRE	MURIEL P				
SOBRE	BELENA P				
JARAMA	VADO C	54	38		6
JARAMA	BONAVAL C		58		
LOZOYA	PUENTES VIEJAS E	63	49,5		
LOZOYA	VILLAR E	55	24,4		
LOZOYA	OLIVA E	32			
MANZANARES	MANZANARES P				
»	SANTILLANA E		46		
GUADARRAMA	GUADARRAMA P				
ALBERCHE	VENTA DEL OBISPO. P		47	55.000	
»	MORISCO P		36	25.000	
»	BURGILLO E	90	210	40.000	100
»	CHARCO DEL CURA E	25	4	21.000	
»	SAN JUAN P		148	55.000	65
»	PICADAS P		15	20.000	55
PORTINA	PORTINA P				
BARRAGO	BARRAGO P				
CEDENA	CEDENA P				
SANGRENA	ST. ANA DE PUSA P				
TIETAR	NUNO COJO P				
»	PIEDRA LAVES P				
»	LOS LLANOS P				
»	ROSARITO C	23	67,5		8
GAUDYERVAS	GAUDYERVAS P				
JARANDA	JARANDA P				
JERTE	JERTE P				
AMOROZ	ARMINAN E				
CUERPO d/HOMB	NAVAMUNO P				
ALAGON	GABRIEL Y GALAN C	50	234		47
ARRAGO	RIVERA DE GATA E				
»	BORBOLLON C	24	75		2

P : en projet — C : en construction — E : en exploitation.

Installations Hydroélectriques
du bassin du Tage

Echelle 1: 4.000.000



- Légende**
- ▲ Réservoirs construits
 - △ " en construction
 - △ " à l'étude
 - centrales hydroélectriques sans réserve propre

de l'ordre de 20 ou 30 %. Dans les années humides, la réduction obtenue sera plus faible, spécialement pour les crues de fin d'hiver ou de commencement du printemps.

Autre bénéfice certain : la grande réduction que subiront les débits solides du Tage à l'entrée au Portugal, ce qui présente une importance considérable pour la conservation du lit du fleuve et des champs marginaux sujets aux inondations. La régularisation du débit obtenue courra à réduire le transport solide et une partie importante des matériaux sera arrêtée par les retenues.

Les installations hydroélectriques existantes, en construction ou projetées dans le bassin portugais du Tage sont indiquées sur la Fig. VI, tandis que le Tableau II donne les principales caractéristiques des plus importantes. Les valeurs numériques relatives aux installations en construction et plus spécialement à celles qui se trouvent encore dans la phase de projet ou d'études sont sujettes à modification. Pour ce qui touche à la production d'énergie, il n'a pas été possible d'obtenir pour toutes les installations des données d'égale rigueur, déterminées suivant le même critérium (année sèche, année sèche moyenne ou année moyenne) et qui permettent de faire la distinction entre l'énergie permanente et l'énergie temporaire. Pour cela,

les valeurs indiquées représentent seulement des ordres de grandeur des productions globales et ne sont pas entièrement comparables entre elles. Pour les installations du Tage, on n'a pas tenu compte de la régularisation possible des débits obtenue grâce aux ouvrages espagnols parce que, comme il a été dit plus haut, elle n'est pas susceptible de prévisions sûres.

Il existe actuellement dans le bassin portugais du Tage 27 centrales hydroélectriques produisant annuellement 60 millions de kwh environ, dont neuf produisent à elles seules 58 millions de kwh annuels et bénéficient de la régularisation des débits procurée par 5 retenues d'une capacité utile totalisant 150 millions de m³.

Quatre installations se trouvent actuellement en cours de construction et produiront 540 millions de kwh environ, deux d'entre elles — Castelo do Bode sur le Zézere et Pracana sur l'Ocreza — disposant de retenues d'une capacité utile respective de 875 et 90 millions de m³.

En cours de projet ou d'étude sont encore cinq installations hydroélectriques et trois installations hydroagricoles produisant accessoirement de l'énergie dont les retenues totalisent 900 millions de m³ environ de capacité utile et qui produiront quelque 600 millions de kwh.

TABLEAU II
Aménagements hydroélectriques dans le bassin hydrographique du Tage au Portugal.

COURS D'EAU	DESIGNATION	Surface du bassin Km ²	Hauteur du barrage m.	Volume utile de la retenue mil. m ³	Puissance de la Centrale KVA	Energie produite millions de Kwh
TEJO	PALHAIS P	59.500	24	..	55.000	180
»	BELVER C	61.000	16	..	40.500	130
PONSUL	CABECO MONTEIRO E	358	45	28	1.900	7
OCREZA	PERAL P	965	70	140	18.400	29
»	PRACANA C	1.410	60	90	18.400	27
ZEZERE	CABRIL P	2.340	135	500	96.600	210
»	BOUGA P	2.530	65	..	69.000	130
»	CASTELO DO BODE C	3.947	110	875	220.800	380
»	CONSTANCIA P	4.020	12	..	11.000	30
ALFORTA	ALFORTA C	50	40	2	9.000	11
PAMPIHOSA	SANTA LUZIA E	50	75	44	22.000	30
NISA	POVOA E	155	28	22	900	2
»	BRUCEIRA E	158	15	6	2.300	5
»	VELADA E	209	8	..	5.500	8
»	FOZ E	272	12	..	700	
SEDA	MARANHAO E	2.282	47	127	6.300	13
SOR	MONTARGIL E	1.187	34	96	3.000	7
TERA	GRAGUSTA E			40		
				2.020	630.300	1.200

Les installations figurant au tableau II sont groupées par bassins des principaux affluents du Tage sur le tableau III qui indique les surfaces totales des bassins versants et les surfaces dominées par les retenues et la valeur globale de leur capacité utile, la puissance des centrales et la production d'énergie.

Le tableau III nous montre que revient au Zézere la presque totalité de la production d'énergie (88,8%) et que ses grandes retenues recouvrent environ 78 % de la surface totale du bassin de cette rivière dans lesquels est comprise la zone de plus grande pluviosité. La régularisation obtenue par cette retenue se traduira

par la restitution au Tage, d'un débit minimum de 60 à 80 m³ par seconde, qui augmentera en période d'étiage et atteindra à la fin de cette période des valeurs de l'ordre de 100 à 120 m³/sec. (suivant les caractéristiques hydrologiques des différentes années). Les retenues de l'Ocreza dominant la presque totalité (98%) du bassin de cette rivière et l'on obtiendra avec elles un débit régularisé de 15 m³/sec. qui à la fin de l'étiage atteindra approximativement 30 m³/sec. (valeur dépendant des caractéristiques de l'année et de l'exploitation des centrales).

TABLEAU III

AFFLUENTS DU TAGE	Surfaces totales des bassins Km ²	SURFACES RECOUVERTES par les retenues		Volumes utiles des retenues Millions m ³	Puissance des centrales KVA	Production d'énergie millions de Kwh
		Km ²	%			
SORRAIA	1.515	358	24	78	1.900	7
NISA	1.440	1.410	98	230	26.800	56
ZEZERE	5.023	3.947	78	1.421	428.400	791
OCREZA	290	158	56	28	9.400	16
PONSUL	6.270	3.700	59	263	9.350	20

Les effets régularisateurs des autres retenues ont une influence insignifiante sur le débit d'étiage du Tage, soit qu'elles n'aient qu'une faible capacité (Nisa) soit qu'elles soient destinées essentiellement à des fins hydroagricoles (Ponsul et Sorraia). Les retenues du Zézere et de l'Ocreza avec de grandes capacités et recouvrant respectivement 78 % (3 947 km²) et 98 % (1.410 km²) des surfaces de leurs bassins versants, absorbent les crues ordinaires et réduisent sensiblement les pointes des crues extraordinaires de ces affluents contribuant ainsi à une réduction appréciable des crues du Tage. La contribution apportée dans ce sens par les retenues du Ponsul et du Nisa ont peu d'importance, étant donnée la faible valeur de leur capacité et des surfaces par elles recouvertes. Quant aux retenues du Sorraia, elles n'auront d'effet favorable que sur leur propre bassin, car cette rivière se jette directement dans le large estuaire du Tage soumis à l'effet des marées.

Les installations en construction et projetées sur le Tage (Belver et Palhais) s'étendent sur toute la partie la plus inclinée du tronçon national de ce fleuve. A l'aval, existe encore une chute de l'ordre de 16 à 18 m. que l'on pourra peut-être utiliser pour produire de l'énergie, bien que dans cette partie de la vallée se présentent des

sujétions très importantes d'ordre économique et social, comme il est dit plus haut. A l'amont restent seuls disponibles, à des fins hydroélectriques, les 28 m. de chute du tronçon international qui ne pourront être utilisés que moyennant un accord avec l'Espagne.

En plus des installations hydroélectriques indiquées, quelques-unes pourront encore être réalisées dans des conditions que l'on présume économiques sur les affluents de rive droite du Tage. On ne dispose pourtant pas encore d'assez de données pour se faire une idée suffisamment approchée de l'importance de ces installations dont les possibilités de production d'énergie doivent être de l'ordre de la centaine de millions de kwh.

L'augmentation des débits d'étiage et la réduction des débits de crues résultant de la régularisation effectuée par les retenues et la diminution des transports solides amélioreront les conditions de navigabilité du Tage, lesquelles seront encore rendues plus faciles dans les tronçons les plus inclinés de ce fleuve, par les barrages établis dans sa vallée et munis d'écluses. Une fois réalisées les installations indiquées et après quelques travaux dans le lit du Tage, celui-ci deviendra navigable jusqu'à la frontière.

CONCLUSIONS

1° — Le bassin hydrographique du Tage joue un rôle important dans la Péninsule Ibérique et constitue un facteur économique considérable dans l'ensemble de la Péninsule, tant par l'étendue des terres qui pourront être irriguées par ses eaux, que par la grande quantité d'énergie que ses eaux peuvent produire ou encore par les possibilités de navigation dans son cours inférieur et dans son affluent Sorraia.

2° — Les ressources hydrauliques du Tage sont relativement modestes comparées à celles des rivières du Nord-Ouest de la Péninsule, mais plus abondantes que celles des autres rivières à l'Est ou au Sud (par exemple, le Guadiana).

3° — Les centrales alimentées par les eaux du bassin hydrographique du Tage, existantes, en construction ou en projet, fourniront quelque 700 millions de kwh en Espagne et 1.200 millions de kwh environ au Portugal. D'autres installations pourront se faire dans de bonnes conditions économiques produisant environ une centaine de millions de kwh au Portugal et quelques centaines de plus en Espagne.

4° — Les retenues des installations dans la zone espagnole du bassin du Tage avec une capacité totale utile de 3.600 millions de m³ donneront lieu, dans les prochaines années, à une augmentation du débit d'étiage du Tage, pouvant atteindre quelques dizaines de m³ par seconde ; ce bénéfice ira en diminuant avec l'intensification des irrigations en Espagne qui, dans un futur plus ou moins lointain pourront, peut-être, absorber presque complètement le débit d'étiage du Tage.

Les retenues des installations du Zézere et de l'Ocreza fourniront au Tage des débits permanents minimum de l'ordre de 70 à 95 m³ sec. qui augmentant au cours de l'étiage atteindront

à la fin de celui-ci des valeurs de l'ordre de 120 à 150 m³/sec.

5° — L'effet régularisateur des retenues espagnoles se traduira par une réduction de l'ordre de 20 à 30 % des débits de crues à l'entrée au Portugal. Les retenues sur les affluents portugais, notamment sur le Zézere et l'Ocreza, absorberont les crues ordinaires respectives de ces affluents et réduiront sensiblement les pointes des crues extraordinaires. Par suite, les crues du Tage subiront une réduction considérable, réduction qui sera plus faible en année humide, plus particulièrement pour les crues de fin d'hiver ou de début de printemps.

6° — La régularisation des débits obtenue concourra à réduire les débits solides dans le bassin du Tage et une grande partie des matériaux transportés sera arrêtée par les retenues, ce qui présente une importance considérable pour la conservation du lit du Tage et des champs marginaux sujets aux inondations.

7° — Une fois réalisées les installations hydroélectriques et après quelques travaux dans le lit du Tage, celui-ci deviendra navigable jusqu'à la frontière.

8° — L'utilisation des ressources hydroélectriques du bassin hydrographique du Tage pourra amener, pour le Ribatejo, les avantages suivants :

— énergie électrique abondante et à un prix qui permette une large utilisation, d'où résultera certainement un développement de l'industrie.

— une augmentation considérable des débits d'étiage du Tage, ce qui permettra de disposer d'eau pour irriguer de nombreux milliers d'hectares.

— une réduction appréciable des débits des crues et du transport solide du fleuve.

— une voie fluviale facilement navigable.